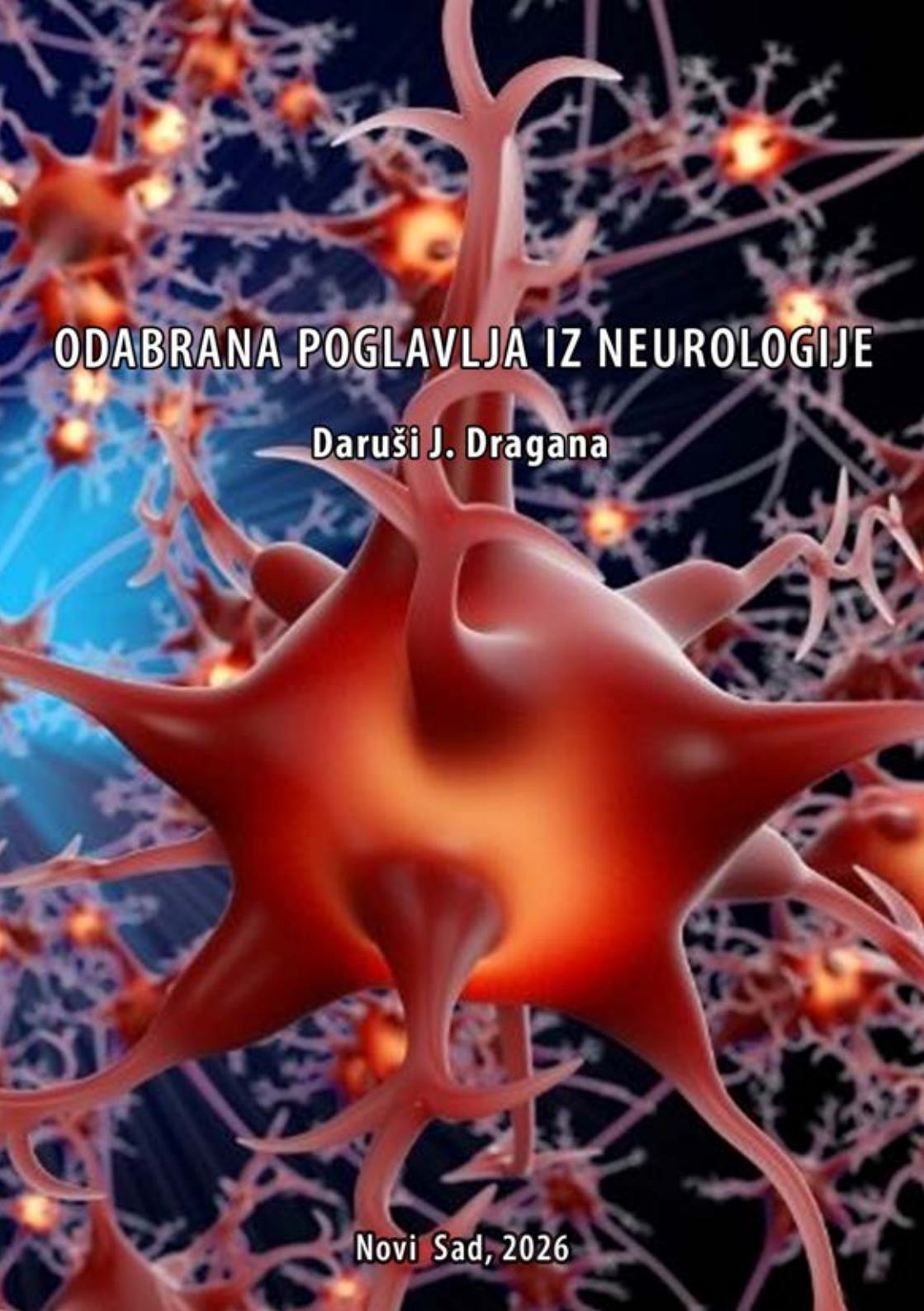




ODABRANA POGLAVLJA IZ NEUROLOGIJE

Daruši J. Dragana

Novi Sad, 2026

ODABRANA POGLAVLJA IZ NEUROLOGIJE

Daruši J. Dragana

Novi Sad, 2026.

Znanje je moć.

(Fransis Bejkon)

Reč autora,

Poštovani, tekst koji sledi predstavlja multidisciplinarni pristup u vidu zasebnih odabranih poglavlja iz neurologije. Isti obuhvata neophodne informacije dostupne u navodima literature, a koje bi bile značajne za rad u svakodnevnoj kliničkoj praksi.

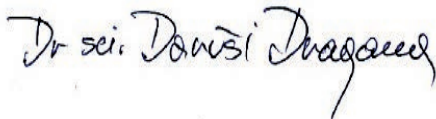
Sadržaj odabranih poglavlja iz neurologije je namenjen svima koji žele da svoje znanje iz neurologije obnove u situaciji kada im je to potrebno za učenje, ponavljanje prethodno stečenog znanja, sticanje novih znanja u ovoj oblasti ili pretraživanja podataka radi bolje i brže dijagnostike.

Sadržaj obuhvata Brodmanova citoarhitektonska polja kore mozga, kranijalne nerve i hirurški aspekt kranijalnih nerava u karotidnoj loži značajan za neurologiju. Svako poglavlje je zasebno obrađeno uz literaturne navode koji prate sadržaj. Isti je prilagođen studentima medicine, neurolozima, lekarima opšte prakse, lekarima na specijalizaciji iz oblasti neurologije i srodnih disciplina.

Zbog aktuelnosti i interdisciplinarnog pristupa smatrala sam korisnim prirediti ovaj sadržaj u elektronskoj formi. Kao takav daje mnogo šire mogućnosti - brz, ekonomičan i praktičan pristup potrebnim podacima.

Novi Sad, 2026.

Dr sci. Daruši Dragana, neurolog



www.so-vil.com

Uvodne napomene

Pre nego što izložimo sadržaj vezan za anatomske karakteristike, funkciju i poremećaje funkcije kranijalnih nerava ponaosob, a imajući u vidu praktični značaj sadržaja koji sledi, osvrnućemo se ukratko na neke zanimljive pojedinosti koje će nas podsetiti na složenost i važnost funkcija vezanih kako za centralni tako i periferni nervni sistem.

Ljudski mozak je najmanji, najsloženiji i najnerazumljiviji deo ljudske anatomije. To je razlog što je godinama unazad nepoznanica koja zbunjuje naučnike. Ujedno je i razlog da se na ovom mestu podsetimo u najkraćim crtama pojedinih zanimljivosti o mozgu iz oblasti fiziologije koje su navedene u nama dostupnoj literaturi.

Mozak čini svega 2% ukupne telesne mase tj. težak je oko 1.3 do 1.5 kilograma. Čovek u proseku koristi oko 10% mozga za obavljanje svojih funkcija i svakodnevnih aktivnosti. Za obavljanje svoje funkcije neophodno mu je minimum 20% udahnutog kiseonika koji ulazi u krvotok. Ljudska koža je dvostruko teža od mozga. Oko 40% mozga je bela masa, dok 60% mozga čini siva masa. Zbog pomenute činjenice jasno je da mozak čini jako osetljivim nedostatak kiseonika te da bi mozak bio srećan, savetuje se učenje veštine pravilnog disanja koje podrazumeva dubok spor udisaj na nos i lagani izdisaj na usta kao kad gasite sveću. Na taj način se omogućava bolja oksigenacija mozga što rezultira boljim transportom kiseonika u čitavom telu. Mozak ima 80 do 120 milijardi neurona, čiji se broj povećava učenjem.

80% mozga čini voda, što potvrđuje i činjenica da je živac poreklom moždanog tkiva. Zahvaljujući pomenutom visokom sadržaju vode, daje roze boje, nalik na žele. Ovo je jedan od razloga što se insistira na unosu dovoljne količine vode tokom dana (1.5 do 2L). Takođe je važno znati da sam mozak nema receptore za bol i ne može osetiti bol, što ne znači da se ne može povrediti. Mozak prepoznaje sopstveni dodir i zato se ne može sam golicati. On je sazdan i okružen mnoštvom tkiva, nerava i krvnih sudova koji su osetljivi na bol i mogu prouzrokovati bol, koji klinički prepoznavamo kao glavobolju. Često ovaj simptom pojačava činjenica da se mozak nalazi u koštanom omotaču, lobanji, koji nema prostora za širenje te novonastali edem prouzrokuje ekstenziju pomenutih struktura što klinički oslikava bol. Takođe je poznato da zevanje hladi mozak i razbuđuje.

Za razliku od svih drugih organa mozak ishranjuju čak četiri krvna suda, jer mu je u minuti potrebno pet puta više krvi nego srčanom mišiću, a 20 puta više nego skeletno-mišićnom sistemu. U mozgu ima više od 160.000 kilometara krvnih sudova. Energetske potrebe moždanih ćelija iznose osam kalorija na 100g u minuti i s obzirom na to da mu je glukoza neophodna za funkcionisanje, ne čudi podatak da se 60% ukupne glukoze koja se stvori u jetri, iskoristi upravo za mozak. Nedostatak krvi koji traje samo tri minuta dovodi do definitivnog uništenja moždane mase.

Nauci je takođe poznata činjenica da nervni impuls u oba pravca, od i do mozga, putuje brzinom od 170 milja na sat, što je 273.58848 km/sat. Informacije dobijene od receptora preko aferentnih neurona do sinapsi, neurotransmitera potom preko eferentnih neurona putuju različitim brzinama u različitim tipovima neurona. Mozak obrađuje informacije brzinom od 0.5m/sec do 120m/sec. Ova impozantna brzina oslikava brzinu nekog sportskog luksuznog automobila. Razlog tome je izuzetno velika brzina kretanja nervnih impulsa iz mozga na ostatak tela i obrnuto. Da bi mozak obavljao svoju funkciju u budnom stanju potrebno je da proizvede 10 do 23 vata energije što je dovoljno da se upali sijalica, a u snu generiše istu količinu energije kao i mala sijalica. Ovaj podatak se često slikovito opisuje u nekim sadržajima kada se govori o mozgu sa simbolično prikazanom sijalicom izdan glave.

Jedan deo naučnika smatra da se elementi nervnog tkiva ne menjaju i ne rastu tokom života. Međutim dokazano je da iako ne deluju na isti način kao i tkiva u drugim delovima tela, neuroni mogu da rastu tokom života, kao što je i poznato jer mogu da obnavljaju mijelinsku ovojnicu (fiziološki se obnavlja 1mm mijelinske ovojnice za period od 14 dana) što daje posebnu dimenziju u proučavanju mozga, moždane strukture, lečenja i prognoze mnogih bolesti centralnog nervnog sistema (CNS). Na ovome mestu moramo posebno naglasiti da stres u velikoj meri utiče na funkciju mozga i moždanih ćelija.

Takođe je poznato da je mozak mnogo aktivniji noću nego tokom dana. Čovek u proseku dnevno ima 70.000 misli. Logično bi bilo pomisliti da sva komplikovana izračunavanja i zadaci koje radimo danju u toku radnog vremena zahtevaju veću snagu mozga, nego kad ležimo u krevetu. Međutim, ispostavilo se suprotno. Fiziolozi su došli do saznanja da kada isključite vaš mozak on se sam uključi. Ovo se odnosi i na pamćenje i reprodukciju snova. Većina od nas se ne seća

svojih snova, a i prosečna dužina sna je samo 2-3 sekunde, što je jedva dovoljno da se i registruje. Neki naučnici smatraju da je IQ veći kod osoba koje se sećaju svojih snova te da inteligentnije osobe mogu reprodukovati snove, što još nije u nauci i potvrđeno. Proučavajući rad i mozak Alberta Ajnštajna, naučnici su došli do zaključka da je veličina njegovog mozga jednaka mozgu prosečnog čoveka. Ali područja za matematiku i prostornu percepciju su bila 35% šira od proseka.

I na kraju veoma je važno imati na umu da ljudski mozak može držati 5 puta više od onoliko informacija koliko sadrži enciklopedija Britanica, ili bilo koja druga slična njoj. Naučnici još nisu izneli konačan podatak, ali se kapacitet mozga u elektronskom smislu smatra između 3 ili čak 1000 terabajta. Ova činjenica je od neprocenjivog značaja kada govorimo o prognozi i oporavku nakon mnogih bolesti koje se tiču centralnog nervnog sistema (CNS).

Prvi opis kranijalnih nerava potiče iz antičke Grčke. Aelius Galenus ili Klaudije Galenus (gəli:nəs); (1) Grčki: Κλαύδιος Γαληνός; September 129 AD - c.200/c.216), često Anglicized kao Galena i poznatiji kao Galena od Pergamon (geɪlən), („Galen, Definition and Meaning”, 2018., Stone et al., 1999.). Bio je istaknuti grčki lekar, hirurg i filozof u rimskom carstvu (Nutton V., 1973., Arthur J.B., 1916.). Galen je bio naučnik koji je ubedljivo imao najviše uticaja na razvoj različitih naučnih disciplina. Ujedno je i najviše citiran od svih istraživača u oblasti medicine, uključujući i anatomiju (O'Malley C.D.,1964.), fiziologiju i patologiju (Andreas V., 1543.), farmaciju (Rocca Dr J., 1995.) i neurologiju, kao i filozofiju i logiku antičkog doba (O'Malley C.D., 1964.). Pomenuti naučnik je grupu nerava koje obrađuje sadržaj ove knjige objedinio nazivom sedam pari kranijalnih nerava. Mnogo kasnije, 1664.godine, Ser Tomas Vilis je sugerisao da je bilo zapravo 10 pari nerava. Konačno, 1778.godine, Soemmerring je opisao 12 pari nerava, što je opšteprihvaćeno do danas. Međutim, mnogi od nerava izlaze iz moždanog stabla i napuštaju lobanjsku duplju te do danas u nauci nije zauzet jedinstven stav, koliko ima zapravo kranijalnih nerava i kako bi ih trebalo preciznije grupisati. U pomenute spadaju I i II kranijalni nerv (mirisni i optički), za koje postoji predlog da se zovu nervi moždanog trakta, a ne kranijalni nervi. Na dalje, u ovaj navod spada i kranijalni nerv poznat pod nazivom krajnji živac ili O. Njegov somatičko-senzitivni deo vlakana inervise sluzokožu nosne duplje i vomeronazalne organe, a visceralno - motorni deo inervise njihove

krvne sudove. Kod čoveka postoji ali nema nikakvu funkciju. Naučno je dokazano da kod nekih životinja ovaj nerv izgleda igra veoma važnu ulogu u seksualnoj funkciji zasnovanoj na percepciji feromona (perceptions of pheromones) („Galen, Definition and Meaning”, 2018., Andreas V., 1543.).

Jedra kranijalnih nerava, sem prvog i drugog kranijalnog živca (olfaktorni i optički nerv) koji ih nemaju, nalaze se u moždanom stablu. Njihova oštećenja uz druge uporedne neurološke ispade mogu bitno da pomognu u topografskoj dijagnostici neuroloških poremećaja.

Funkcija kranijalnih nerava:

1.Generalna somatska eferentna (GSE): inervacija skeletnih mišića trupa i ekstremiteta (III, IV, VI i XII KN);

2.Generalna visceralna eferentna (GVE): inervacija glatkih mišića, žlezda i organa (III, VII, IX i X KN);

3.Specijalna visceralna eferentna (SVE): inervacija poprečnoprugastih mišića koji se razvijaju iz osnovne ždrelnih lukova; mimični mišići, mišići žvakači, mišići ždrela i grkljana, poprečnoprugasti mišići jednjaka, m.sternocleidomastoideus i m.trapezius (V, VII, IX, X i XI KN);

4.Generalna visceralna aferentna (GVA): informacije iz organa i krvnih sudova (IX i X KN);

5.Specijalna visceralna aferentna (SVA): miris i ukus (I, VII, IX i XI KN);

6.Generalna somatska aferentna (GSA): receptori u koži i lokomotornom sistemu (V, VII, IX i X KN);

7.Specijalna somatska aferentna (SSA): vid, sluh i ravnoteža (II i VIII KN).

Literatura:

Andreas, Vesalius (1543.) *De humani corporis fabrica*, Libri VII. Basel, Switzerland: Johannes Oporinus. Arhivirano iz originala 01. 09. 2016.g.

Arthur John Brock, Introduction. Galen. *On the Natural Faculties*. Edinburgh 1916.

Corbetta, M. y Shulman, G.L. (2002.) Control of goaldirected and stimulus-driven attention in the brain. *Nat Rev Neurosci*, 3 (3), 201-215.

Debru, Armelle(1997.) *Galen on Pharmacology: Philosophy, History, and Medicine : Proceedings of the Vth International Galen Colloquium*, Lille, 16-18 March (na jeziku: francuski). BRILL. ISBN 978-90-04-10403-7.

„Galen (Definition and Meaning)”. *Collinsdictionary.com* (na jeziku: engleski).

„Galen on the affected parts. Translation from the Greek text with explanatory notes”. *Med Hist*. 21 (2): 212. 1977. PMC 1081972 doi:10.1017/s0025727300037935.

Miller, E.K. (2000.) The prefrontal cortex and cognitive control. *Nat Rev Neurosci*, 1 (1), 59-65.

Miller, E.K. y Cohen, J.D. (2001.) An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annu Rev Neurosci*, 24, 167-202.

Nutton, Vivian (05. 1973.) „The Chronology of Galen’s Early Career”. *The Classical Quarterly* (na jeziku: engleski). 23 (1): 158-171. ISSN 1471-6844. PMID 11624046. S2CID 35645790. doi:10.1017/s0009838800036600.

O’Malley, Charles Donald (1964.) *Andreas Vesalius of Brussels, 1514-1564*. University of California Press. GGKEY:ZJZ6NKBQQ2U.

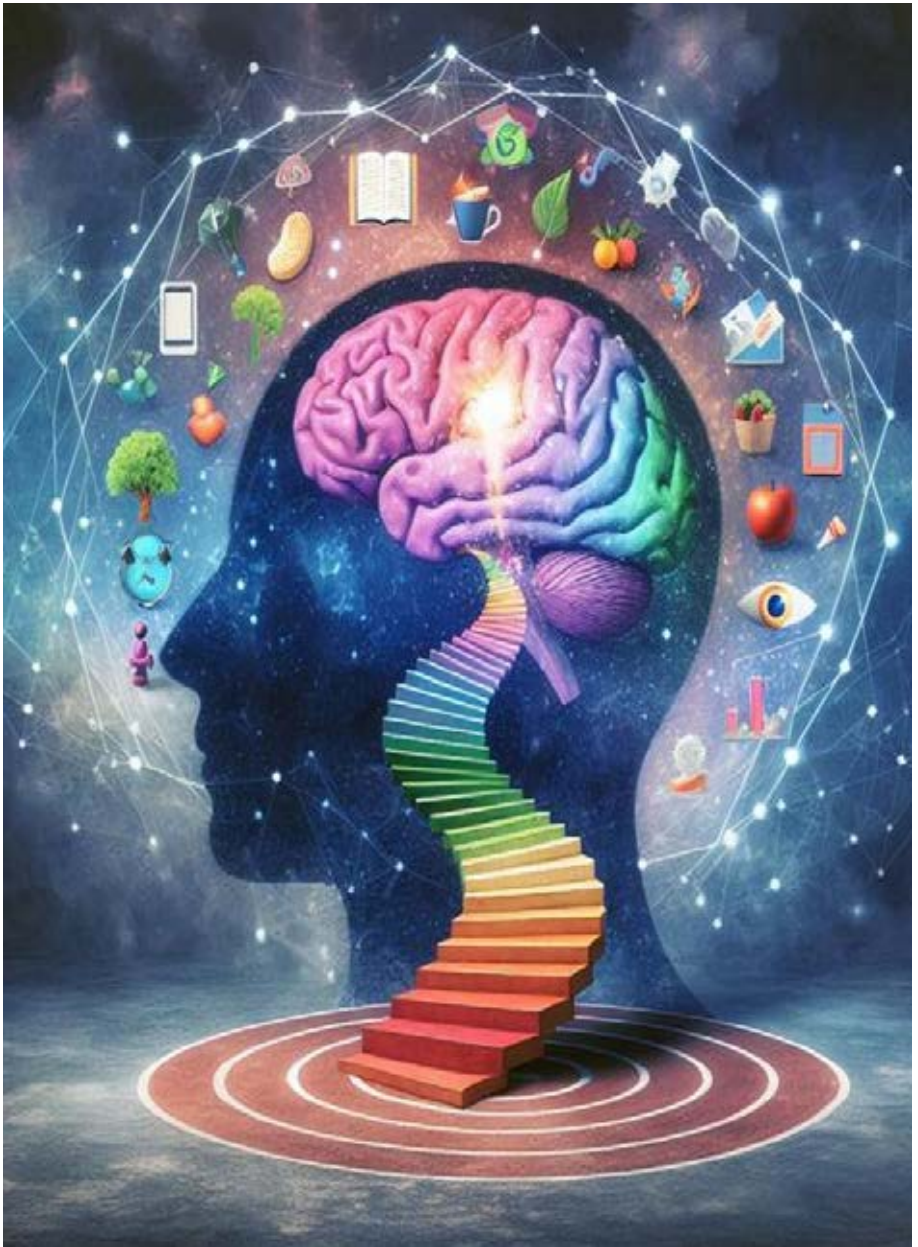
Peter 1986.

Rocca, Dr Julius (1995.) *Galen on the Brain: Anatomical Knowledge and Physiological Speculation in the Second Century Ad* (1.izd.). Leiden:

Brill. ISBN 9789004125124.

Stone & Mattingly 1999.

Squire, L.R. (1992.) Memory, and the hippocampus: a synthesis from findings with rats, monkeys and humans. *Psychol Rev*, 99, pp. 195-231.





BRODMANOVA CITOARHITEKTONSKA POLJA KORE MOZGA (*Brodmann's areas*)

Na kraju uvodnog teksta neophodno je da se u najkraćim crtama podsetimo Brodmanovih citoarhitektonskih polja kore velikog mozga (engl. Brodmann's areas), u kliničkoj praksi značajnih za procenu lokalizacije lezije, a koja je tesno povezana sa pojedinim funkcijama kranijalnih nerava.

Brodmanova polja kore velikog mozga je definisao nemački neurolog Korbinian Brodmann, (1868 do 1918.). Ona predstavljaju sektore u moždanoj kori koja se međusobno razlikuju po funkciji i karakteristikama citoarhitektonske građe. Označena su brojevima posebno za svaku funkciju i centar, npr. Brodmanovo polje 17,18 i 19 je centar za vid, motorni centar za govor je obuhvaćen poljem 44 i 45.

Kora mozga, strukturno posmatrano, je višeslojno neuralno tkivo ukupne površine oko 2200cm². Na osnovu oblika i položaja u debljini korteksa, u fiziološkom smislu, razlikuje se 6 slojeva počevši od površine ka dubini: molekularni, spoljašnji granularni, spoljašnji piramidni, unutrašnji zrnasti, unutrašnji piramidni i sloj fusiformne ćelije. Neki od pomenutih se mogu podeliti na dva ili više sekundarnih slojeva. U korteksu velikog mozga karakteristična je slična šestoslojna struktura neokorteks (izokorteks). Starija vrsta kore tzv. alokorteks je uglavnom troslojni. On se nalazi duboko u temporalnim režnjevima i nije vidljiv sa površine mozga. Alokorteks sadrži staru koru: archicortex (fascia dentata, ammonium rog i baza hipokampus), drevni korteks tj. paleokorteks (olfaktorni tuberkul, dijagonalna regija, providni septum, periamigdalna regija i peripiriformna regija) i derivati korteksa kao ograda krajnici i nucleus accumbens.

U oblasti neuropsihologije se pod višim mentalnim funkcijama

podrazumevaju složeni oblici svesne mentalne aktivnosti. Više mentalne funkcije (HMF) uključuju gnoziju (grčki: γνῶσις gnosis - znanje, spoznaja, uvid), praksiju, govor, pamćenje, razmišljanje, emocije, svest i td. Više mentalne funkcije se zasnivaju na integraciji svih delova mozga, ne samo korteksa. Praktično gledano važnu ulogu u formiranju emocionalno-voljne sfere igra „centar zavisnosti” - amigdala, mali mozak i retikularna formacija trupa.

Posmatrajući funkcionalnu organizaciju kore velikog mozga, savremene ideje o lokalizaciji viših mentalnih funkcija u moždanoj kori se svode na teoriju dinamičke lokalizacije sistema. Pomenuto znači da je mentalna funkcija povezana sa mozgom kao određenim višekomponentnim i višezvnim sistemom čije su različite karike povezane sa radom različitih moždanih struktura. Osnivač ove ideje je Aleksandar Romanovič Lurja (1902 do 1977.), sovjetski neuropsiholog, koji se često smatra ocem moderne neuropsihologije. Lurija je razvio originalnu složenu bateriju neuropsiholoških testova tokom svog rada sa žrtvama u Drugom svetskom ratu koje su imale moždana oštećenja. Mnogi testovi se za potrebe kliničke prakse koriste i danas u različitim oblicima. Lurija je napisao da „više mentalne funkcije kao složeni funkcionalni sistemi ne mogu biti lokalizovane u uskim zonama moždane kore ili u izolovanim grupama ćelija, već moraju obuhvatiti složene sisteme zajedničkih radnih zona od kojih svaka doprinosi sprovođenju složenih mentalnih procesa, a koji se mogu nalaziti u potpuno različitim delovima mozga, ponekad udaljenim jedan od drugog”.

Stav „funkcionalne polisemije” moždanih struktura podržao je i Ivan Petrovič Pavlov, ruski fiziolog koji je bio profesor farmakologije u Lenjingradu na Vojnomedicinskoj akademiji. On je rukovodio odsekom za fiziologiju Instituta za eksperimentalnu medicinu. Posebno se istakao radovima o inervaciji srca i o funkciji jetre. I.P.Pavlov je u korteksu moždanih hemisfera izdvojio „nuklearne zone analizatora”, „razbacanu periferiju”, a kasnije im je dao ulogu strukture sa plastičnom funkcijom.

Poznao je da dve hemisfere mozga čoveka nemaju istu funkciju. Hemisfera u kojoj se nalaze centri za govor naziva se dominantna hemisfera, kod dešnjaka je to leva hemisfera. Druga hemisfera se naziva subdominantna i kod dešnjaka je to desna hemisfera mozga. Ova podela je genetski određena i naziva se lateralizacija funkcija, npr. levoruka osoba je obučena da piše desnom rukom, ali ostaje levoruk u načinu razmišljanja do kraja svog života.

Kortikalni deo analizatora se sastoji iz tri dela: primarna, sekundarna i tercijerna polja.

Primarna polja čine specifične nuklearne zone analizatora (npr. lezija polja 17 po Brodmanu rezultira homonimnom hemianopsijom).

Sekundarna polja su periferna asocijativna polja, npr. oštećenja 18 i 19 polja po Brodmanu mogu dovesti do vizuelnih halucinacija kada se vide stvari, predmeti, osobe koje drugi ne vide kao npr. vizuelne agnozije tzv. „duševna slepoća” tj. nemogućnost prepoznavanja predmeta pomoću vida, metamorfopsije ili iskrivljene slike objekata fiksacije, okcipitalni napadi.

Tercijerna polja su složena asocijativna polja, zone preklapanja nekoliko analizatora. Na primer kada su lezijom zahvaćena polja 39 i 40 javlja se apraksija tj. gubitak sposobnosti da se izvedu namerne ili nenamerne radnje, akalkulija tj. nesposobnost izvođenja bilo kojih numeričkih radnji. Lezija polja 37 dovodi do astereagnozije odnosno nemogućnosti prepoznavanja predmeta dodirrom pri čemu su elementi dodira, taktilni i proprioceptivni, dobro očuvani.

1903.godine je nemački anatom, fiziolog, psiholog, psihijatar i neurolog Korbinian Brodmann, objavio opis 52 citoarhitektonskih polja korteksa. Paralelno su iste godine, u skladu sa studijama K.Brodmana, supružnici Oskar Vogt (1870 do 1959.) i Cecile Vogt (1875 do 1962.) dali opis 150 mijeloarhitekata koje su definisali na osnovu anatomskih i fizioloških studija kore velikog mozga. Kasnije je sačinjena Karta citoarhitektonskih polja ljudske moždane kore (Institut za mozak): spoljašnja površina, interna, prednja i zadnja površina. Brojevi označavaju polja mozga, na osnovu evolucionog principa, zaposleni na Institutu za mozak SSSR-a Akademije medicinskih nauka SSSR-a danas Naučni centar za neurologiju Ruske akademije medicinskih nauka (koji je 1920-tih godina u Moskvi osnovao O.Vogt, pozvan u tu svrhu) kreirali su detaljne mape citomijeloarhitektonskih polja ljudskog mozga. U ovom naučnom radu su takođe aktivno učešće uzeli i I.N.Filimonov i S.A.Sarkisov.

U cerebralnom korteksu se razlikuju funkcionalne zone, od kojih svaka uključuje nekoliko Brodmanovih polja od ukupno 53.

1. Prva zona je motorna zona, predstavljena središnjim girusom i frontalnom zonom ispred njega. Na ovom mestu su smeštena

Brodmanova polja 4,6,8 i 9. Nadražaj ove zone izaziva razne motoričke reakcije, a poptuna lezija poremećaj motoričkih funkcija, slabost, parezu i paralizu različitih mišićnih grupa koje su zastupljene u motornoj zoni. Npr. inervacija mišića donjih ekstremiteta prikazana je u gornjem delu 1.zone. Inervacija mišića gornjih ekstremiteta i glave locirana je u donjem delu 1.zone. Najveću površinu zauzimaju projekcija mišića lica, jezika i malih mišića šake.

2. Druga zona je zona senzibiliteta, a locirana je u kori velikog mozga posteriorno od centralnog sulcusa, Brodmanovo polje 1,2,3,5 i 7. Nadražajne lezije ove zone dovode do parestezije, a potpuna lezija dovodi do izostanka površinskog i dela dubokog senzibiliteta. U gornjim delovima postcentralnog girusa nalaze se kortikalni centri senzibiliteta za donji ekstremitet suprotne strane, u srednjim delovima za gornji, a u donjem delu za lice i glavu.

Zone 1. i 2. su funkcionalno tesno povezane. U motornoj zoni postoji mnogo aferentnih neurona koji primaju impulse od proprioreceptora. To su tzv. motosenzorne zone. U senzornoj zoni ima mnogo motoričkih elemenata, tzv. senzomotoričke zone koje su odgovorne za nastanak tj. percepciju bola.

3. Treća zona je vizuelna zona, a nalazi se u okcipitalnoj regiji kore velikog mozga, 17,18, i 19 polje po Brodmanu. Lezijom 17 polja nastaje gubitak vidnih senzacija tzv. kortikalno slepilo. Različiti delovi su nejednako projektovani u 17 Brodmanovom polju i imaju različite lokalizacije. Tačkastim uništavanjem polja 17 potpuno se narušava vizuelna percepcija okoline jer ispada deo vidnog polja. Lezijom Brodmanovog polja 18 narušava se funkcija vizuelnog prepoznavanja slike, a narušena je i percepcija pisanja. Kada je oštećeno 19 polje po Brodmanu javljaju se različite vizuelne halucinacije, narušava se vizuelna memorija kao i druge vizuelne funkcije.

4. Četvrta zona je slušna zona, a locirana u temporalnom delu kore velikog mozga, 22, 41 i 42 Brodmanovo polje. Lezijom polja 42 dolazi do poremećaja funkcije prepoznavanja zvuka. Kod lezije polja 22 javljaju se slušne halucinacije, poremećene slušne orijentacijske reakcije i muzička gluvoća. Uništavanjem polja 41 nastaje kortikalna gluvoća.

5. Peta zona je zona mirisa, nalazi se u kruškolikom girusu tzv. 11 Brodmanovo polje.

6. Šesta zona je zona ukusa, tj. 43 Brodmanovo polje.

7. Sedma zona je prema Jacksonu centar govora, tzv. govorna motorika. Ova zona se kod dešnjaka nalazi u levoj hemisferi. Zona 7 je podeljena u 3 dela:

a) Brokin govorno motorički centar tzv. centar govorne prakse se nalazi u zadnjem donjem delu frontalne vijuge. Ovaj centar je odgovoran za sposobnost govora. U praksi ga je važno razlikovati od motoričkog centra mišića zaduženih za govor (jezik, ždrello i lice) koji se nalazi u prednjem središnjem girusu posteriorno od Brokine zone. Lezija motornog centra ovih mišića dovodi do centralne pareze i paralize. Osoba je sposobna da govori, očuvana je semantička strana govora, ali je on nejasan. Glas je nisko moduliran, poremećen je kvalitet izvora zvuka. Kada je lezijom zahvaćena Brokina zona, mišići govorno-motornog aparata su očuvani, ali osoba ne može govoriti tj. govori nejasno kao dete u prvim mesecima života. Ovo stanje se naziva motorna afazija.

b) Wernickeov senzorni centar koji se nalazi u temporalnoj zoni. Povezan je sa percepcijom usmenog govora, osoba ne razume ni svoj ni tuđi govor što se naziva senzorna afazija. Zbog nerazumevanja vlastitog govora, izgovorene reči i rečenice poprimaju karakter tzv. „verbalne salate”. Govor liči na skup nepovezanih zvukova, reči, različitih intonacija.

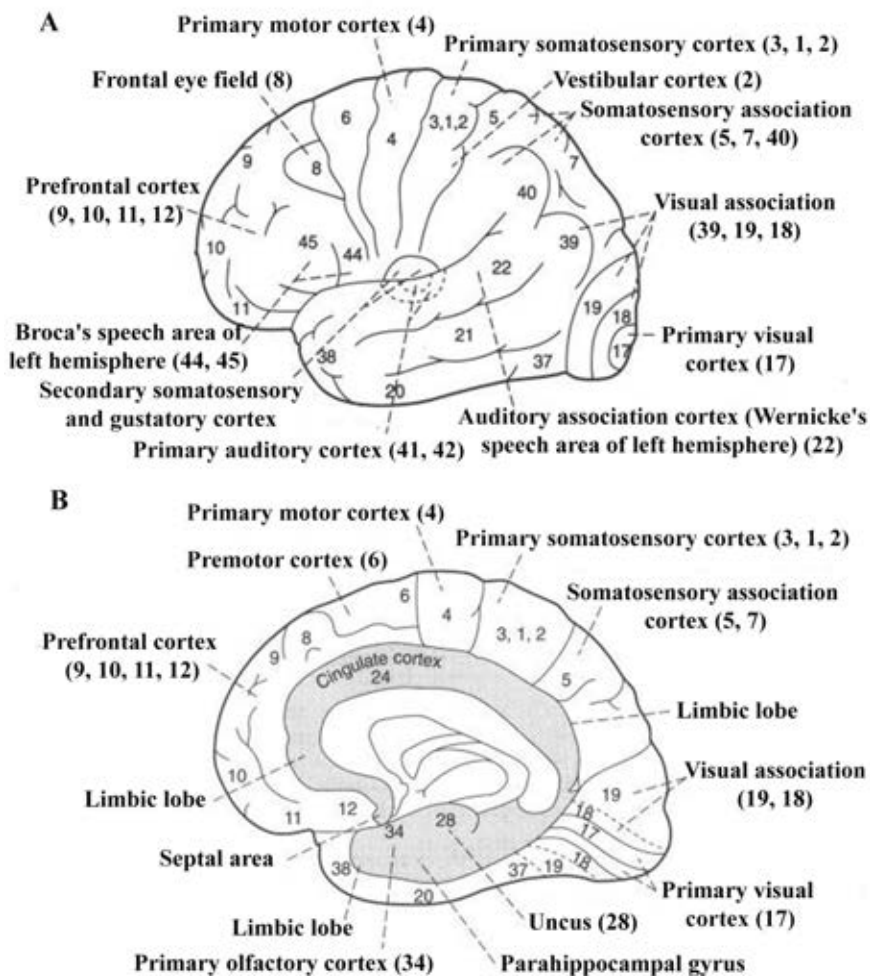
Istovremenom lezijom Brokinog i Vernikeovog centra nastaje totalna afazija tzv. senzo-motorna afazija. Uzrok pomenutom najčešće može biti moždani udar jer se oba centra nalaze u istom vaskularnom slivu tj. bazenu.

c) Centar za percepciju pisanog jezika, Brodmanovo polje 18, se nalazi u vidnom području kore velikog mozga. Lezijom ovoga centra razvija se nesposobnost pisanja tj. agrafija. U subdominantnoj desnoj hemisferi postoje slične ali nediferencirane zone, čiji je stepen razvijenosti kod svake osobe različit. Ako osoba koja je levak ima oštećenu desnu hemisferu, funkcija govora je pogođena u manjoj meri.

Makroskopski moždana kora se deli na senzornu, motoričku i asocijativnu zonu. Senzorne ili projekcijske zone uključuju primarni somatosenzorni korteks, primarne zone različitih analizatora (gustatornih, auditivnih, vizuelnih, vestibularnih) i imaju veze sa određenim područjima, organima i sistemima organa, a takođe i

perifernim delovima analizatora. Istu somatotopsku organizaciju ima i motorni korteks. Projekcije delova tela i organa prikazane su u ovom području u odnosu na svoj funkcionalni značaj. Asocijativni korteks uključuje parijetotemporalno-okcipitalnu, prefrontalnu i limbičku asocijativnu zonu. Ova zona je važna za obavljanje integrativnih procesa: više senzorne funkcije i govor, motoričku aktivnost, pamćenje i emocionalno (afektivno) ponašanje. Asocijativni delovi korteksa moždanih hemisfera kod čoveka nisu samo veći od senzitivnih i motoričkih struktura, već ih karakteriše i tanja arhitektonska i neuronska struktura.

Više mentalne funkcije i njeni poremećaji:



Gnozija (gnosis, grčki: γνῶσις gnosis - znanje, spoznaja, uvid) je sposobnost prepoznavanja tj. spoznaje objekata iz okoline, pri čemu se koriste informacije koje dolaze iz različitih kortikalnih analizatora. Ovi analizatorski sistemi opskrbljuju mozak informacijama iz spoljašnjeg sveta (o predmetima, zvukovima, mirisima, položaju tela u prostoru) što sve zajedno nam omogućava da adekvatno percipiramo sebe u odnosu na svet oko nas kako bismo mogli blagovremeno reagovati na sve promene koje se dešavaju u našoj neposrednoj okolini.

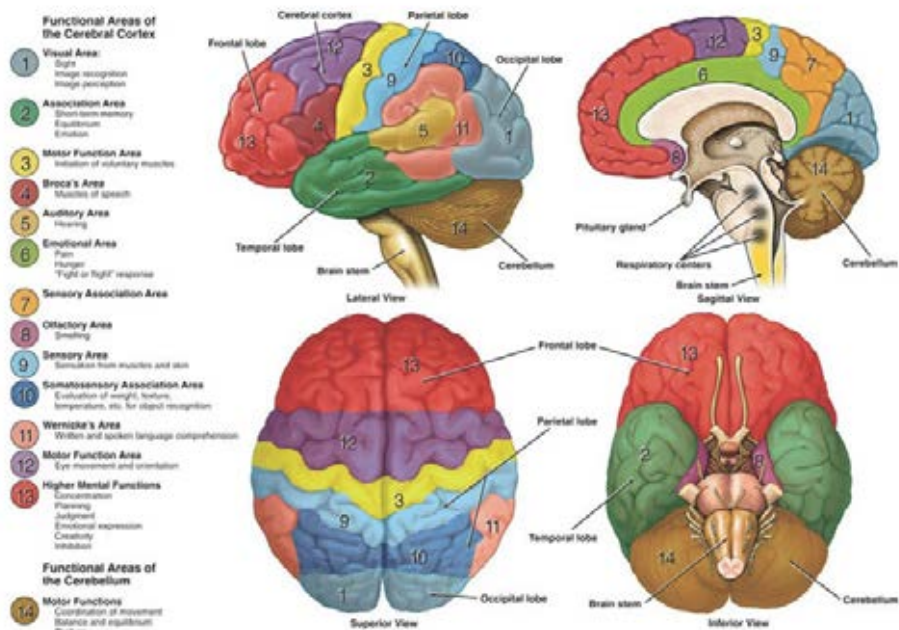
Agnozija nastaje zbog oštećenja kore velikog mozga. Ona predstavlja poremećaj prepoznavanja i kognicije kao posledice narušavanja različitih vidova percepcije kao npr. odnosa u prostoru, oblika predmeta i simbola, govornih zvukova i sl. U zavisnosti od zahvaćenog analizatora razlikuju se vizuelne, slušne i senzorne agnozije, u okviru kojih se prepoznaje mnoštvo poremećaja.

Vizuelne agnozije su poremećaji koji nastaju kada su oštećene kortikalne strukture i najbliže subkortikalne formacije parijetalne i okcipitalne regije pri čemu su očuvani elementi vidnih funkcija - oštrina vida, boja percepcije, vidna polja 18 i 19 po Brodmanu.

Objektivna gnozija podrazumeva oštećenje vizuelnog prepoznavanja objekta. Osoba može opisati oblik, veličinu i druge karakteristike predmeta ali ga ne može prepoznati. Ove osobe se često ponašaju kao slepe, ne sudaraju se sa drugim predmetima ali pokušavaju da korišćenjem informacija iz drugih analizatora, npr. taktilnih ili slušnih, prepoznaju predmet. U lakšim slučajevima osoba teško prepoznaje npr. obrnute, precrtane ili postavljene slike.

Optičko - prostorna agnozija nastaje usled lezije gornjeg dela parijeto - okcipitalne regije. U ovom slučaju poremećena je orijentacija osobe u prostoru, posebno orijentacija levo - desno. Klinički se prepoznaje po tome što ove osobe ne znaju crtati, ne razumeju npr. geografsku kartu, dezorijentisane su u prostoru i na terenu.

Funkcionalne zone cerebranog korteksa:



Pored navedenih razlikuju se još i:

-agnozija slova (osoba ne prepoznaje pismo, rezultat toga se razvija neurološki poremećaj koji karakteriše nemogućnost čitanja ili razumevanja pisanih reči - alexia);

-prosopagnozija (agnozija lica) je poremećaj prepoznavanja lica, a nastaje zbog oštećenja zadnjih delova subdominantne hemisfere;

-asocijativna agnozija ili vizuelna agnozija je poremećaj koji karakteriše nemogućnost prepoznavanja i imenovanja celih objekata i njihovih slika uz očuvanost njihove jasne percepcije;

-aperceptivna agnozija koju karakteriše nemogućnost prepoznavanja integralnih objekata ili njihovih slika uz očuvanost percepcije pojedinačnih znakova;

-simultana agnozija je nesposobnost sinteze interpretacije grupa

slika koje čine celinu, najčešće je posledica bilateralnih ili desnostranih lezija okcipito - parijetalne regije mozga. Osoba uopšteno ne može istovremeno spoznati više vizuelnih objekata ili situacija. Ona može percipirati samo jedan objekat što znači da se obrađuje samo jedna operativna jedinica vizuelne informacije koja je trenutni predmet njene pažnje.

Slušne ili auditorne agnozije se dele na poremećaje govornog fonemskog sluha, intonacijske strane govora i negovorne slušne agnozije. Auditorne agnozije su povezane sa fonemskim sluhom tj. prepoznavanjem glasova (fonema) u rečima. Uglavnom se javljaju kod oštećenja temporalnog režnja dominantne hemisfere. Posledica ovakvih lezija je gubitak sposobnosti razlikovanja zvukova govora.

Auditorna neverbalna agnozija, neki je zovu i jednostavna agnozija, nastaje kao posledica lezije kortikalnog nivoa slušnog sistema desne hemisfere (nuklearna zona). U ovom slučaju osoba nije sposobna da prepozna značenje zvukova i šumova kao npr. škripa vrata, šum vode i sl. iako sluh ostaje očuvan. Ove osobe zvukove mogu razlikovati po intenzitetu, visini, tembru (psihoakustički fenomen, gde osoba može prepoznati različite izvore zvuka, na istu visinu tona koji proizvode). U ovom slučaju, kada je oštećena temporalna regija, javlja se simptom kao što je aritmija. Pacijenti ne mogu pravilno proceniti na uvo različite ritmičke strukture (serija tapkanja, pljeskanja i sl.) i ne mogu ih reprodukovati.

Amuzija je slušna agnozija povezana sa oštećenim muzičkim sposobnostima koje je pacijent imao u prošlosti. Motorna amuzija se manifestuje nemogućnošću sviranja poznatih melodija, a senzorna amuzija podrazumeva nemogućnost prepoznavanja poznatih melodija.

Kršenje intonacijske strane govora nastaje usled lezije temporalnog dela subdominantne hemisfere, gubi se percepcija emocionalnih karakteristika glasa, ne razlikuju muški od ženskog glasa, a sopstveni govor gubi ekspresivnost. Ove osobe ne mogu pevati.

Senzorne agnozije predstavljaju poremećaj ne prepoznavanja objekata koji deluju na receptore za površni i duboki senzibilitet.

Taktilna agnozija ili astereagnozija podrazumeva nemogućnost prepoznavanja predmeta dodirrom. Nastaje usled lezije postcentralne oblasti korteksa donje parijetalne regije koja se graniči sa zonom

reprezentacije šake i lica u 3. polju. Taktilna percepcija je očuvana. Osoba zatvorenih očiju opisuje sve karakteristike predmeta (mek, bodljiv, topao i sl.), ali ne može prepoznati o kom se predmetu radi. Nekada se javljaju poteškoće u identifikaciji materijala od kojeg je predmet sačinjen što se naziva taktilna agnozija teksture objekta.

Gerstmanov sindrom (ge'rstman~, Agnozija prstiju) je opisao austrijski neuropsihijatar Joseph Gerstmann (1887 do 1969.), nastaje zbog lezije asocijativnih područja donjeg levog parijetalnog režnja mozga. Za posledicu ima delimični gubitak prepoznavanja vlastite telesne šeme (atopagnozija, koja nastaje kada je oštećena gornja parijetalna regija korteksa velikog mozga, a koja se nalazi u blizini senzornog dela korteksa kožno - kinestetičkog analizatora), različitih delova tela npr. nemogućnost angažovanja pojedinih prstiju na ruci kontralateralno od lezije pri zatvorenim očima, nemogućnost prepoznavanja desne i leve strane tela tj. osoba ima poremećenu percepciju svoje leve polovine tela, ne primećuje paralizu i senzorne smetnje u ekstremitetima leve polovine tela zbog oštećenja desne parijetalne regije mozga, (sindrom Anton - Babinsky). U ovom slučaju se mogu javiti lažne somatske slike u obliku osećaja tzv. „tuđe ruke”, udvostručavanja udova (pseudopolimelija) ili povećanja i smanjenja delova tela pseudoamelija - „odsustvo” ekstremiteta. Takođe postoji nesposobnost pisanja (agrafija) i izračunavanja matematičkih zadataka (akalkulija).

Praksija (reč grčkog porekla praxis - akcija) je sposobnost osobe da izvodi odgovarajuće sekvencijalne komplekse pokreta, da izvodi pokrete po nalogu, da koristi svrsishodno svoje telo i izvodi svrsishodne radnje prema postavljenom planu (kako da koristi olovku, igračke i druge predmete i sl.).

Apraxia se karakteriše gubitkom veština razvijenih sopstvenim iskustvom, složenih svrsishodnih radnji bez izraženih znakova centralne pareze ili poremećene koordinacije pokreta.

Prema klasifikaciji koju je predložio A.R.Lurija, postoje 4 oblika apraksije:

Kinestetička apraksija nastaje usled lezije donjih delova postcentralnog girusa moždane kore (polja 1 i 2 i delom 40, pretežno leve hemisfere). U ovom slučaju je poremećena kontrola pokreta, nema jasnih poremećaja kretanja niti pareze mišića. Prisutna je tzv. apraksija

držanja, ne mogu reprodukovati poze ruku, teško mogu pisati, takođe ne mogu prikazati određenu radnju bez predmeta kao npr. češljanje, pušenje cigareta, i sl. Delimično se ovaj nedostatak može nadoknaditi pojačanom vizuelnom kontrolom kod izvođenja pokreta.

Kod prostorne apraksije je narušena korelacija sopstvenih pokreta sa prostorom. Narušene su prostorne reprezentacije „levo - desno” i „gore - dole”. Osoba ne može pri ispravljenoj ruci menjati položaj horizontalno, vertikalno, sagitalno, ne može nacrtati sliku orijentisanu u prostoru, a u pisanju se javljaju greške u obliku tzv. „zrcalnog pisanja” (osoba ne prepoznaje putanju, položaj slova, oblik i sl). Ovaj poremećaj se javlja kod lezije parijeto - okcipitalnih delova korteksa na granici 19 i 39 polja bilateralno ili izolovano od leve hemisfere. Javlja se često u kombinaciji sa vizuelnom optičko - prostornom agnozijom kada nastaje složena slika apraktoagnozije. Ovaj poremećaj uključuje i konstruktivnu apraksiju (poteškoće konstruisanja celine sklapanjem delova objekta npr. kocke i sl.).

Kinetička apraksija je posledica oštećenja donjih delova premotornog korteksa (polja 6 i 8). Nastaje poremećaj automatizacije pokreta koji karakterišu motorne perseveracije koje se manifestuju u nekontrolisanom nastavku jednom započetog pokreta. Osobi je teško preći sa jednog elementarnog pokreta na drugi, deluje kao da je zapeo za svaki od njih. Ovo je posebno izraženo pri crtanju, pisanju, izvođenju grafičkih testova. Često je apraksija šake kombinovana sa poremećajem govora (motorna eferentna afazija).

Prefrontalni oblik apraksije nastaje kada je konveksalni prefrontalni korteks oštećen ispred premotornih delova frontalnih režnjeva. Ovaj poremećaj se manifestuje teškoćama planiranja pokreta pri čemu je onemogućena svesna kontrola nad njihovom izvedbom, te se potrebni pokreti zamenjuju obrascima i stereotipima. Perseveracije su u ovom slučaju karakteristične ali ne kao elementi motoričkog plana nego plana pokreta u celini. Ako se tokom pregleda osobi naloži pisanje po diktatu, a nakon toga da nacrtaju npr. trougao, one će zaokružiti oblik trougla pokretima pisanja. Pored grubog raspadanja dobrovoljne regulacije pokreta kod pacijenata uočavaju se simptomi ehopraksije (psihijatrijski entitet, vrsta abnormalnog ponašanja koje se odlikuje pacijentovim imitiranjem tuđih radnji i pokreta) u obliku imitativnih ponavljanja doktora. Ova vrsta poremećaja tesno je povezana i sa narušavanjem govorne regulacije motoričkih radnji, te se zajedno sa eholalijom ubraja

u tzv. „automatsko pokoravanje” (automatska poslušnost). Sreće se često kod shizofrenih bolesnika i osoba sa moždanom lezijom. Navedeno spada u poremećaje voljne delatnosti (Golubović G.Z., 2008.).

Govor kao specifična funkcija vezana za čoveka se može definisati i kao proces komunikacije putem jezika. Deli se na impresivan govor koji označava percepciju usmenog i pismenog govora, njegovo dekodiranje, svest o značenju i korelaciji sa prethodnim iskustvom, i ekspresivan govor koji počinje namerom iskaza, potom prolazi kroz fazu unutrašnjeg govora i na kraju se iz ova dva oblika formira eksterni govorni iskaz tj. reč.

Afazija predstavlja potpuno ili delimično oštećenje govora koje nastaje nakon njegovog formiranja. Ona je posledica lezije korteksa i susednih subkortikalnih formacija dominantne moždane hemisfere. Afazija se manifestuje u vidu narušene fenomske, morfološke i sintaktičke strukture sopstvenog govora, razumevanja istog, pri čemu su pokreti govornog aparata koji obezbeđuju artikulisani govor i elementarni oblici sluha očuvani.

Senzorna afazija (akustičko-gnostička afazija) posledica je lezije zadnje trećine temporalnog girusa (polje 22 zaduženo za razumevanje govora). Ovaj oblik afazije prvi je opisao Carl Wernicke 1864.godine. Odlikuje se nemogućnošću normalne percepcije tuđeg i vlastitog usmenog govora. U ovom slučaju oštećen je fenomski sluh tj. postoji zvučna bezglasnost. Takođe osoba ne može razlikovati reči koje su slične po zvuku ali različite po značenju. U težim slučajevima osoba gubi sposobnost da percipira fenomene svog maternjeg jezika. Pacijent čuje ali ne razume reči i govor, koji mu je upućen. On ga doživljava kao buku, razgovor na nepoznatom jeziku, nema slušne kontrole te dolazi do propadanja aktivnog spontanog usmenog govora. Osoba govor zamenjuje tzv. „salatom reči”, često su prisutne parafazije. Naime osoba izgovori po neku reč ispravno ali u njoj zamenjuje neke glasove drugim. Takođe može se dogoditi da zamenjuje cele reči kada govorimo o tzv. „verbalnoj parafaziji”. Istovremeno kod ovog poremećaja muzički sluh sa datom lokalizacijom lezije najčešće nije narušen, kao i što je artikulacija potpuno očuvana. Motorna afazija (apraksija govora) nastaje zbog oštećenja donjih delova postcentralne parijetalne regije. Osoba razume ali ne može izgovoriti tačno reč. Istovremeno primećuje greške u izgovoru koje ne može ispraviti. Izostaju složeni artikulacioni pokreti, ne može naduvati obraz, isplaziti jezik, lizati usne. Greške artikulacije

prate i greške u pisanom govoru u obliku zamene slova koja su slična u izgovoru.

Eferentna motorna afazija (klasična Brokina afazija, lezija polja 44. i 45.) nastaje oštećenjem donjih delova premotornog korteksa (zadnja trećina donjeg frontalnog girusa) dominantne hemisfere. Ove osobe mogu izgovarati pojedinačne glasove ili slogove ali ih ne mogu vezati i kombinovati u reč ili fraze. Klinički se manifestuje patološkom inertnošću artikulacijskih radnji, a prepoznaje se po obliku govorne perseveracije tj. stalnog ponavljanja istog sloga, reči ili izraza. Često prisutan stereotip postaje zamena za sve druge reči. Zbog rušenja veza sa različitim zonama govora može doći do nemogućnosti pisanja, čitanja, a često i razumevanja govora.

Dinamička motorna afazija se javlja kod lezije prefrontalne regije, polja 9, 10 i 46. U ovom slučaju narušen je aktivni produktivni govor. Osoba ne može sama konstruisati reč tj. izjavu ali je očuvan pasivni govor, može ponoviti po automatizmu frazu, reč, a često postoji i eholalija (ponavljanje reči sagovornika).

Amnestička afazija, naziva se još i nominativna amnestička afazija ili optička afazija. Nastaje lezijom donjih i zadnjih delova parijetalne i temporalne regije, na granici polja 22 i 37. Kod ovog poremećaja oštećena je vizuelna percepcija, vizuelnih slika i reči. Osoba tačno govori i tačno ponavlja reči ali ne može imenovati predmete, npr. lako pamti namenu predmeta ali ne može zapamtiti ime predmeta. Osoba je sposobna za pisanje po diktatu i čitanje jer je očuvano razumevanje govora, ali je nemoguće spontano pisanje.

Akustično - mnestička afazija nastaje lezijom srednjih delova temporalne regije dominantne hemisfere, koji se nalaze izvan zone analizatora zvuka. Osoba pravilno razume zvukove maternjeg jezika, govor na kojem joj se obraća sagovornik, ali ne može zapamtiti ni kratak tekst zbog grubog oštećenja slušne memorije. Govor obolelog karakteriše često izostavljanje reči, posebno imenica. U ovom slučaju ne pomažu ni posebna pitanja prilikom pokušaja reprodukcije reči jer se u memoriji ne zadržavaju ni tragovi govora.

Semantička afazija se javlja kod oštećenja kortikalne zone 39. i 40. polja parijetalnog režnja leve hemisfere. Osoba u ovom slučaju ne razume govorne formulacije koje odražavaju prostorne odnose,

npr. ne može nacrtati krug ispod kvadrata ili trougao preko linije, ne razume kako da postavi figuru jednu prema drugoj. Takođe ne razume komparativne odnose kao npr. „Maja je manja od Pavla” ili „Maja je lakša od Pavla”. Slično pomenutom obolela osoba ne razume fraze koje se tiču reči preuredi, npr. „Deca stajala kod klupe”, „Deca su stajala kod klupe”. Takođe nije moguće razumeti atributivne konstrukcije kao npr. da li su otac brata i brat od oca iste osobe? Osobe sa ovim poremećajem takođe ne razumeju poslovice i metafore.

U kliničkom smislu važno je razlikovati afazije od drugih poremećaja govora koji nastaju zbog oštećenja u mozgu ili funkcionalnih poremećaja kao što su dizartrija i dislalija.

Dizartrija je neuromotorni poremećaj govora neurogene ili razvojne etiologije. Ovaj poremećaj podrazumeva gubitak sposobnosti normalne artikulacije reči. On je posledica oštećenja živaca koji inervišu mišiće odgovorne za govor, problem je motorički. Uzrok može biti centralna ili periferna paraliza mišića govorno motornog aparata, oštećenje malog mozga, striopalidnog sistema. Govor u ovom slučaju može biti trzav, zadihan, nepravilan, neprecizan ili monoton, ali osoba može razumeti jezik i pravilno ga koristiti. Najčešće ne dolazi do poremećaja govora, čitanja i pisanja. U kliničkoj praksi trebamo razlikovati cerebelarnu, palidarnu, strijatalnu i bulbarnu dizartriju. U malom broju slučajeva govorne vežbe mogu dati pozitivne rezultate.

Dislalija je artikulacioni poremećaj koji se manifestuje nemogućnošću ili nepravilnim izgovorom pojedinih glasova. Dislalija se smatra jednim od najčešćih poremećaja koji se javlja u 20% do 40% učestalosti kod dece. Ona se može ispoljiti u više oblika i to: izostavljanje pojedinih glasova (omisija), zamena jednog glasa za drugi (supstitucija) ili nepravilan izgovor glasova (distorzija). Ove osobe imaju očuvano čulo sluha i inervaciju govornih organa kao i ostale komponente jezika.

Aleksija (alexia od grčke reči „a-“, bez ili ne, i reči „lexis“, - reč) podrazumeva neurološki poremećaj koji karakteriše nemogućnost čitanja ili razumevanja pisanih reči. Uzrok su lezije različitih delova korteksa dominantne hemisfere, 39. i 40. polja po Brodmanu. Najčešće se navodi kao uzrok oštećenje vizelne i vizuelno - asocijativne aree zadnjeg dela mozga u slučaju traume, moždanog udara i sl.

Za funkciju čitanja i pisanja zadužena je leva hemisfera mozga koja

se naziva i analitička. Kod aleksije zbog lezije ili poremećaja razvoja leve polovine jezičke funkcije preuzima desna hemisfera mozga. S obzirom da desna polovina primarno vrši sintezu vizuelne i auditivne funkcije, javljaju se teškoće u analizi reči. To objašnjava zašto aleksičari misle na neverbalan ili vizuelan način. Aleksija se javlja još u ranom školskom uzrastu, kada dete počinje da savladava veštinu pisanja i čitanja. Dete ne zna da pročita reči, nekada ni slova, ne mogu da slova spoje u celinu niti razumeju značenje pročitane reči. Kod odraslih ukoliko se aleksija javi kao posledica neke traume ili bolesti s obzirom na iskustvo stečeno tokom života postoji još uvek sećanje na pisanje i čitanje, pri tom su jezičke funkcije očuvane.

Postoji nekoliko oblika aleksije. U slučaju lezije korteksa okcipitalnog režnja zbog oštećenja vizuelne percepcije u mozgu nastaje optička aleksija. U ovoj situaciji nisu definisana ni slova (doslovna optička aleksija) ili cele reči (verbalna optička aleksija). U slučaju jednostrane optičke aleksije kada je uzrok lezija okcipito-parijetalnog dela desne hemisfere. Klinički je prepoznamo po tome što osoba zanemaruje polovinu teksta, najčešće levu, a da pri tom ne primećuje svoj nedostatak. Zbog poremećaja fonemskog sluha i zvučno-slovne analize reči nastaje tzv. slušna (temporalna) aleksija, kao jedna od manifestacija senzorne afazije. Ukoliko postoji lezija donjih delova premotorne regije korteksa dolazi do poremećaja kinetičke organizacije govora te sledstveno nastaje tzv. kinetička (eferentna) motorna aleksija, uključujući i sindrom eferentne motorne afazije. Ukoliko je lezija lokalizovana u korteksu prednjih režnjeva mozga javlja se poseban oblik aleksije u obliku poremećaja svrsishodnosti čitanja, nemogućnosti održavanja pažnje i njene patološke inercije. Što se tiče dijagnoze danas postoje jednostavni testovi pomoću kojih defektolog ili logoped može sa sigurnošću potvrditi aleksiju. Pristup lečenju je individualan, plan i program se temelji na rezultatima procene logopeda. Jezičko-govorni tretman čine vežbe podsticanja nerazvijenih veština i sposobnosti kao što su vidne, slušne, grafomotoričke sposobnosti, zatim sposobnost pažnje i pamćenja i sl.

Agrafija (agrafija od grčke reči „a-“ bez ili ne, i reči „grapho“ - pišem) je gubitak sposobnosti pisanja uz očuvanu inteligenciju i formirane veštine pisanja, lezija polja 9 po Brodmanu. Agrafija se može manifestovati kao potpuni gubitak sposobnosti pisanja, izobličavanje pravopisa, praznine, nemogućnost povezivanja slova i slogova.

Afatična agrafija se javlja sa afazijom, a uzrok je oštećenje fonemskog sluha i slušno - govorne memorije. Praktična agrafija se javlja uz idejnu afaziju, a konstruktivna sa konstruktivnom afazijom. Važno je napomenuti da agrafija nije povezana sa drugim sindromima, a vezano za leziju zadnjih delova drugog frontalnog girusa dominantne hemisfere.

Akalkulia (od grčke reči „a-„ bez ili ne, i reči „calculatio„ - brojanje, računanje) je gubitak sposobnosti bilo kakvih računskih radnji, uzrokovana je lezijom polja 39 i 40 po Brodmanu. Prvi je opisao S.E.Henschen 1919.godine. Primarna akalkulija nastaje lezijom parijeto - okcipitalno - temporalnog korteksa dominantne hemisfere, a kao simptom ne zavisi od drugih poremećaja viših mentalnih funkcija. Ona predstavlja poremećaj razumevanja prostornih odnosa, teškoće u izvođenju digitalnih operacija sa strukturom brojeva kao i nemogućnost razlikovanja aritmetičkih znakova. Sekundarna akalkulija nastaje oštećenjem temporalnih regija te nemogućnošću usmenog brojanja, zbog okcipitalne lezije nemogućnost razlikovanja između slično napisanih brojeva, prefrontalne lezije te gubitak svrsishodnih aktivnosti, planiranja i kontrole operacije brojanja.

Govorne sposobnosti i funkcije kod dece i razumevanje govora stižu se tokom prve tri godine života. U prvoj godini razvija se govor u vidu tzv. pevušenja do izgovaranja slogova ili jednostavnih reči. U drugoj godini se postepeno nagomilava vokabular, a sa 18 meseci prvi put dete izgovara kombinacije reči povezane po značenju. Ovo se smatra fiziološkim sledom u razvoju govora kao preteča složenih gramatičkih pravila kod dece. Po nekim lingvistima osnovna je karakteristika ljudskog jezika. Od treće godine detetov vokabular se povećava, a struktura rečenica postaje složenija. Do četvrte godine dete praktično savlada sve razvojne faze ekspresivnog govora, dok neznatno zaostaje još impresivni govor. Jasan govor svih fenomena se poboljšava tokom godina, a pojedine nepreciznosti u izgovoru nekih suglasnika koji uglavnom ne smanjuju razumljivost govora, se smatraju više znakom nezrelosti mozga nego govornim poremećajem. Ukoliko je dete sa normalnom inteligencijom i sluhom oštećeno u govornom polju moždanih hemisfera, kao posledica traume ili neke druge bolesti u prve tri godine života, razvija se alalia (odsustvo ili nerazvijenost govora). Kao afazija i alalija može biti motorna ili senzorna.

Functional Areas of the Cerebral Cortex

Visual Area:

- 1 Sight recognition
- 2 Image perception

Association Area:

- 3 Short-term memory
- 4 Equilibrium
- 5 Emotion

Motor Function Area:

- 6 Initiation of voluntary muscles

Broca's Area:

- 7 Muscles of speech

Auditory Area:

- 8 Hearing

Emotional Area:

- 9 Pain
- 10 Hunger
- 11 "Fight or flight" response

Sensory Association Area:

- 12 Smelling

Olfactory Area:

- 13 Sensation from muscles and skin

Somatosensory Association Area:

- 14 Evaluation of weight, texture, temperature, etc. for object recognition

Wernicke's Area:

- 15 Written and spoken language comprehension

Motor Function Area:

- 16 Eye movement and orientation

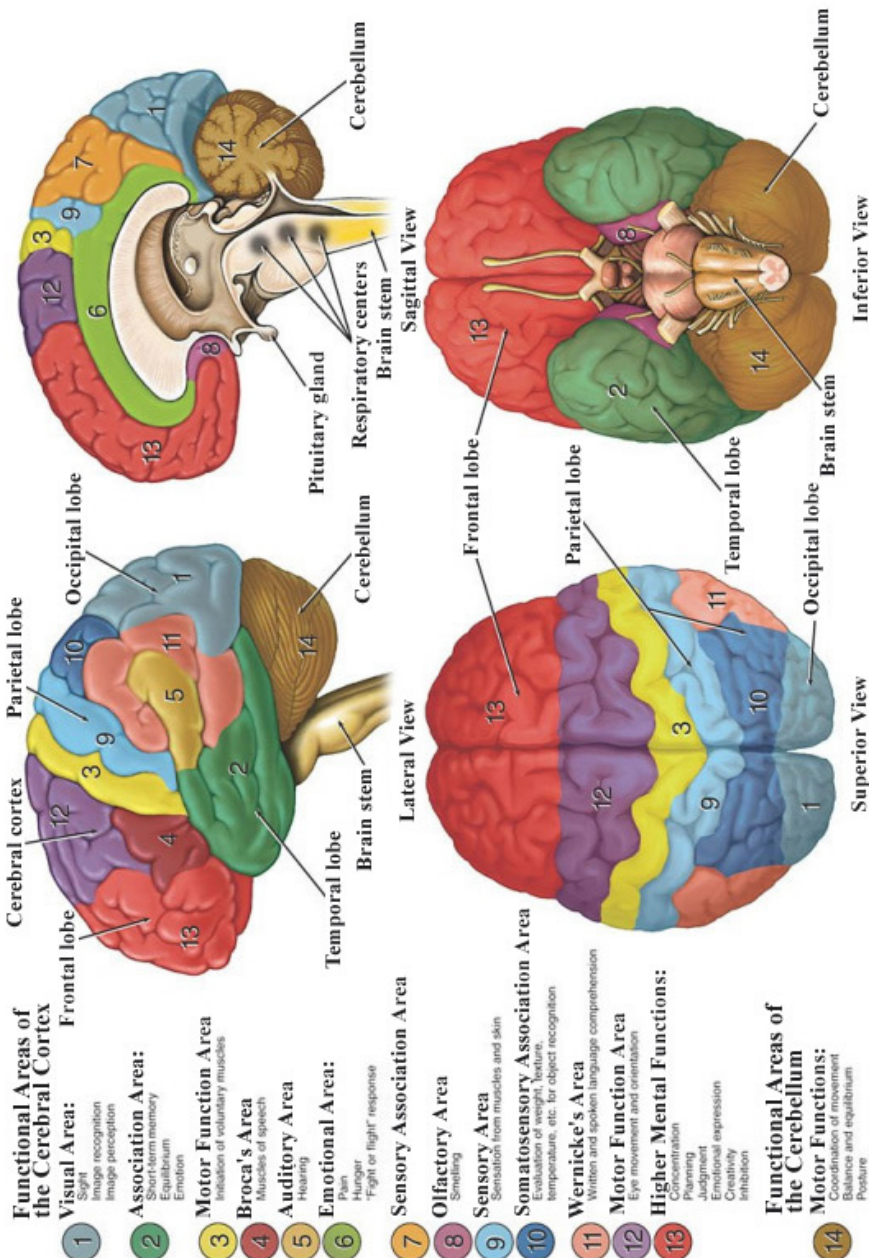
Higher Mental Functions:

- 17 Concentration
- 18 Memory
- 19 Judgment
- 20 Emotional expression
- 21 Creativity
- 22 Inhibition

Functional Areas of the Cerebellum

Motor Functions:

- 23 Coordination of movement
- 24 Balance and equilibrium
- 25 Posture



Takođe alalija može biti klinička manifestacija složenog oštećenja govorne funkcije, tzv. opšta nerazvijenost govora. Oblik je govorne patologije prisutne kod dece sa očuvanom inteligencijom i normalnim sluhom, kada je poremećeno formiranje svih elemenata govornog sistema.

Memorija podrazumeva sposobnost kodiranja, čuvanja, zadržavanja i naknadnog korišćenja informacije i prošlih iskustava u mozgu čoveka. Informacije se čuvaju trajno ili određeno vreme. Razlikuju se četiri faze memorijskog procesa: fiksiranje, pohranjivanje, čitanje i reprodukcija traga informacije.

Memorijski procesi se dele u tri kategorije:

1. Trenutna memorija koja podrazumeva kratkotrajno utiskivanje tragova u trajanju nekoliko sekundi.

2. Kratkotrajna memorija se definiše kao memorija za informacije koje su trenutno prisutne i ima ograničen kapacitet. Ova memorija se najčešće odnosi na verbalnu kratkotrajnu memoriju, vizuelno-prostorne informacije ili numeričke vrednosti i operacije. Radna memorija je nešto širi termin za kratkotrajnu memoriju. Ona pored privremenog skladištenja informacija uključuje i aktivnu manipulaciju sadržajem. Lokacija ove memorije u neurološkom smislu je prefrontalni korteks.

3. Dugoročno pamćenje, vremenski moguće tokom života, čuvanje informacija kao engrama koji se lageruju u sećanju (datum, događaja, imena i sl.), a koji se koriste po potrebi.

Pored navedenog memorijski procesi se mogu deliti i prema vrsti sistema analizatora kao npr. taktilni, slušni, vizuelni, motorni, olfaktorni i sl. Takođe postoji i afektivno i emocionalno pamćenje ili pamćenje za određene emocionalno sumirane događaje. Područja u mozgu odgovorna za jednu ili drugu vrstu pamćenja su hipokampus, kompleks amigdale, hipotalamus. Mora se naglasiti da je pamćenje veoma složen proces povezan sa radom celoga mozga. Zato se o memorijskim centrima može govoriti samo uslovno. Poremećaj pamćenja može biti hipomnezija (slabije pamćenje može biti urođeno, vezano za neke bolesti mozga ili za promene tokom života), amnezija (gubitak sposobnosti pamćenja tj. zadržavanja i reprodukcije stečenog znanja) i hipermnezija (patološko povećanje pamćenja).

Kod oštećenja limbičkog sistema tzv. Korsakovljev sindrom razvija

se demencija kada osobe nemaju pamćenje za aktuelne događaje npr. ne mogu se setiti šta su radili pre nekoliko minuta, ponavljaju radnje koje su neposredno pre izveli, a istovremeno postoji očuvana memorija za dugotrajno pamćenje, sećaju se događaja iz prošlosti. Slična stanja se mogu javiti kod prolazne hipoksije mozga, nekih intoksikacija (npr. trovanje ugljen monoksidom). Ovako oštećeno pamćenje se naziva fiksativna amnezija. Uz nemogućnost pamćenja novih informacija i okolnosti, amnestička dezorijentacija se razvija i u vremenu i u prostoru sopstvene ličnosti. Pored pomenutog postoji i globalna prolazna amnezija kao oblik privremenog gubitka svih oblika pamćenja. Uzrok globalne prolazne amnezije može biti prolazna vertebrobasilarna ishemija. Posebno se izdvaja grupa oštećenja pamćenja koja se nazivaju lažna sećanja tzv. pseudoamnezija. Ona je karakteristična za osobe sa masivnim lezijama frontalnog režnja mozga. U ovom slučaju je klinički značajno oštećenje svrsishodnog tj. realističkog pamćenja. Oštećen je proces formiranja namera, planova, programa, struktura svake svesne mentalne aktivnosti.

Sindromi lezije korteksa velikog mozga uključuju simptome gubitka funkcije ili iritacije kortikalnih centara različitih analizatora. (vidi raniji tekst)

Povreda HMF-a kod cerebelarnih lezija, lezija malog mozga objašnjava se gubitkom njegove koordinirajuće uloge u odnosu na različite delove malog mozga. Kao posledica se razvijaju poremećaji u vidu oštećenja radne memorije, pažnje, planiranja i kontrole radnji preciznije poremećaj redosleda radnji, vizuelno-prostorni poremećaji, akustičko-mnemička afazija, teškoće u brojanju, čitanju i pisanju, ne retko se može javiti facijalna agnozija.

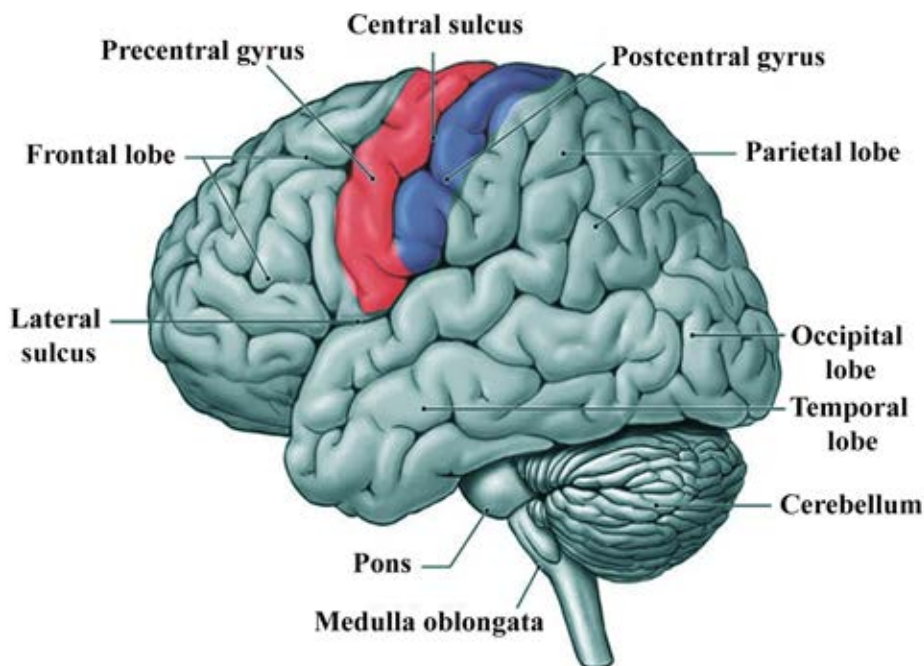
Corpus callosum sindrom je praćen psihičkim poremećajima u obliku konfuzije, progresivne demencije, često su prisutni amnezija i konfabulacije (lažna sećanja), osećaj „već viđenog”, kongestija, apraksija, akinezija, narušena je i orijentacija u prostoru.

Fronto-kalozni sindrom karakteriše akinezija, amimija, astazija (nesposobnost samostalnog održavanja uspravnog položaja tela), abrazija (nemogućnost hodanja ili nekoordinisano hodanje uz očuvanu pokretljivost donjih ekstremiteta), spontanost, refleksi oralnog automatizma, poremećaj pamćenja, nemanje uvida i kritičnosti u sopstveno stanje, refleksi hvatanja, apraksija, Korsakovljev sindrom, demencija.

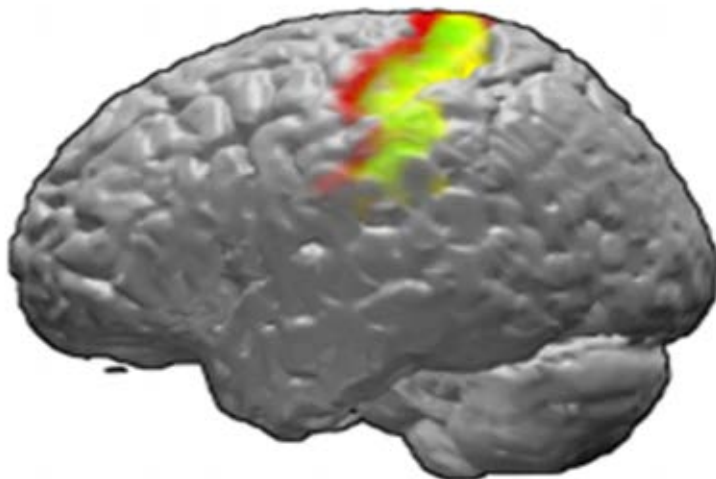
Na dalje da ukratko sumiramo lokalizaciju, funkciju i citoarhitektoniku pojedinih Brodmanovih polja:

Polje 3, 1 i 2 - Primarni somatosenzorni korteks, nalazi se u postcentralnom girusu (na šemama obeležen od napred prema nazad, prema leđima). U neuroanatomiji, postcentralni girus je istaknuti girus u bočnom parijetalnom režnju ljudskog mozga. To je lokacija primarnog somatosenzornog korteksa, glavnog senzornog receptivnog područja za čulo dodira, kao i druga senzorna područja. Na ovoj lokaciji postoji mapa senzornog prostora nazvana senzorni homunkulus.

Primarni somatosenzorni korteks je prvobitno definisan studijama površinske stimulacije Wilder Penfielda i paralelnim studijama površinskog potencijala Barda, Woolseya i Marshalla. Iako je prvobitno definisano da je otprilike isto kao Brodmanove oblasti 3, 1 i 2, noviji Karasov rad je sugerisao da za homogenost sa drugim senzornim poljima samo oblast 3 treba nazvati „primarni somatosenzorni korteks”, pošto prima najveći deo talamokortikalnih projekcija iz senzornih ulaznih polja.



Postcentralni girus je ograničen: medijalnom uzdužnom fisurom do sredine, rostralno centralnom brazdom ispred, kaudalno postcentralnom brazdom ispod. Brodmanovo polje 1 se nalazi na vrhu postcentralnog girusa, a u njemu su još i polja 2 i 3.

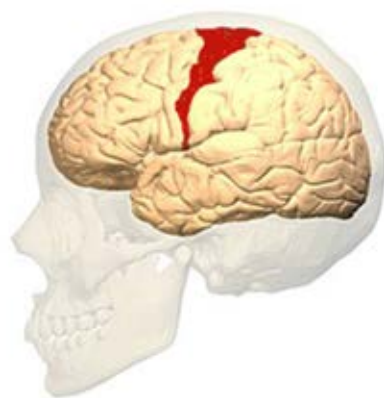


Brodmanova područja 3, 1 i 2 ljudskog mozga. Brodmanovo područje 3 je obeleženo crvenom bojom, područje 1 zelenom, a područje 2 žutom bojom.

Polje 4 je primarni motorni korteks nalazi se u dorzalnom delu frontalnog režnja, unutar precentralnog girusa. Funkcionalno istovremeno je vezan za druge motoričke oblasti uključujući i premotorni korteks, dopunsko motorno područje, zadnji parijetalni korteks i nekoliko subkortikalnih regiona mozga, čija je zajednička funkcija planiranje i izvođenje motornih pokreta. Primarni motorni korteks anatomske posmatrano, sadži velike neurone tzv. Betzove ćelije koje zajedno sa drugim kortikalnim neuronima, šalju dugačke aksone niz kičmenu moždinu do sinapse na interneuronsko kolo kičmene moždine i takođe direktno na alfa motorne neurone kičmene moždine koji se povezuju sa mišićima.



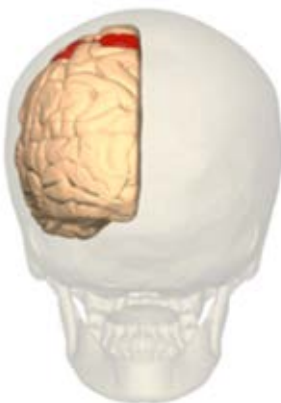
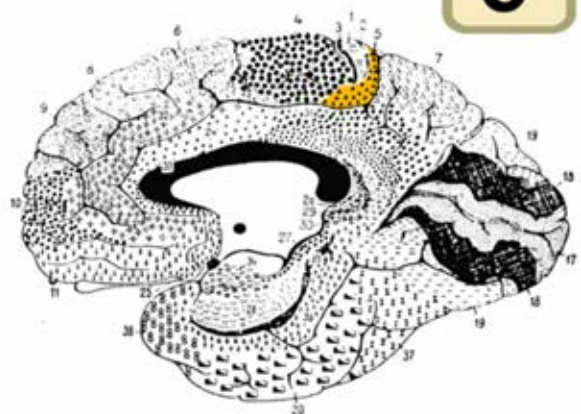
4



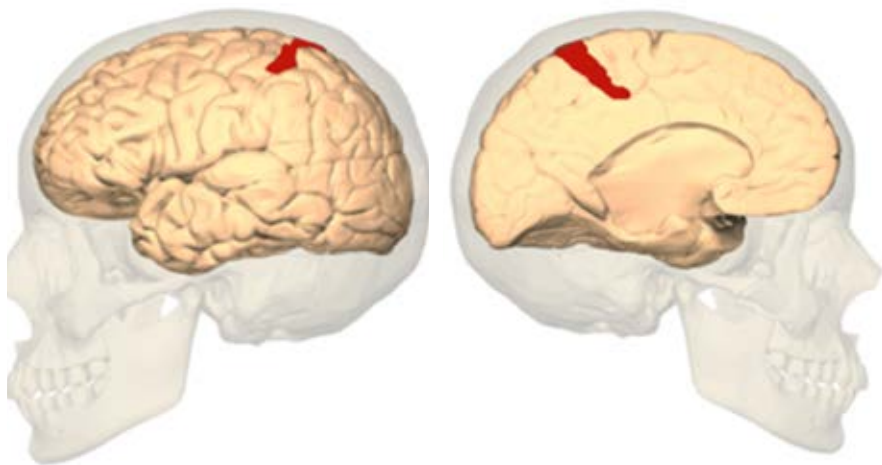
Polje 5 je sekundarna somatosenzorna zona. Nalazi se unutar gornjeg parijetalnog režnja. Gornji parijetalni lobus spreda je ograničen gornjim delom postcentralnog sulkusa, obično povezan sa postcentralnim girusom iznad kraja brazde. Gornji parijetalni lobus sadrži 5 i 7 polje po Brodmanu. Iznad njega je bočni deo parieto-okcipitalne brazde na čijem kraju je spojen sa potiljačnim režnjem zakrivljenim girusom, arcus parieto-occipitalis. Ispod je odvojen od donjeg parijetalnog lobusa horizontalnim delom intraparijetalne brazde. Gornji parijetalni lobus je zadužen za prostornu orijentaciju (Williams S.M., 2009.), prima veliki deo vizuelnog i senzornog impulsa iz ruke (Gamberini M. et al., 2021.).



5



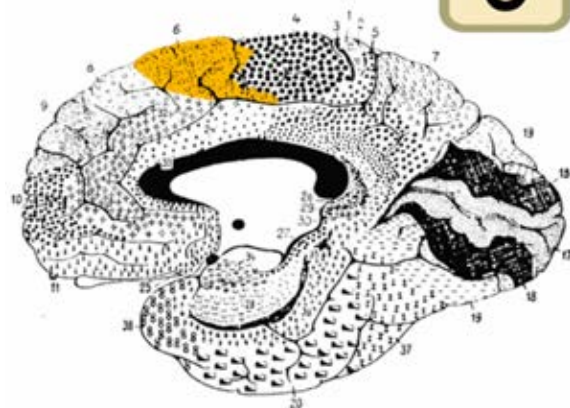
Pored navedene prostorne i vizuelne percepcije povezan je i sa rasuđivanjem, radnom memorijom i pažnjom (Wang J. et al., 2015.) kao i nekim drugim funkcijama parijetalnog režnja. Potrebno je navesti da postoje glavne veze puteva bele mase sa gornjim parijetalnim lobusom kao npr. Cingulum, SLF 1, veze gornjeg parijetalnog lobusa sa medijalnim longitudinalnim fascikulusom (Kamali A. et al., 2014.). Lezija gornjeg parijetalnog lobusa klinički se prepoznaje po kontralateralnoj astereognoziji i hemiprostornoj dezorijentaciji. Osobe sa ovom lezijom imaju oštećenje radne memorije koje se odnosi na manipulaciju i preuređenje informacija (Koenigs M. et al., 2009.).



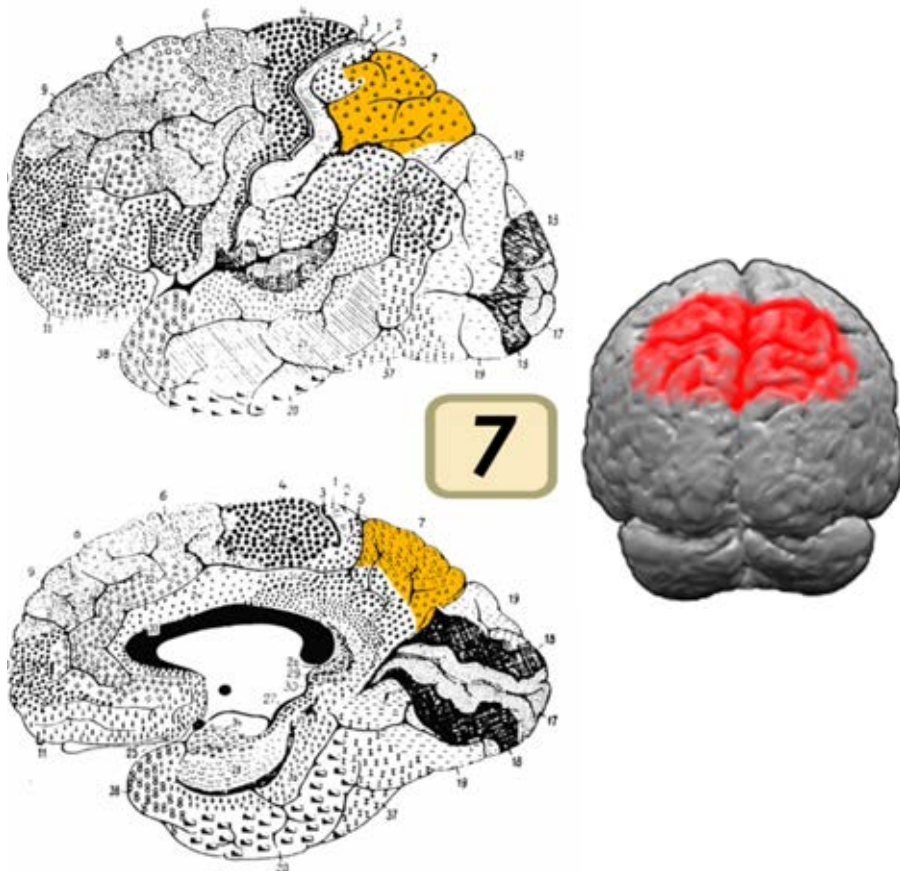
Polje 6 po Brodmanu je lokalizacija premotornog korteksa i sekundarne motorne zone. Premotorni korteks je deo motornog korteksa koji leži unutar frontalnog režnja neposredno ispred primarnog motornog korteksa, preciznije u prednjem delu precentralnog korteksa i zadnjeg dela gornje i srednje frontalne vijuge. Funkcija premotornog korteksa je različita i još nije u potpunosti definisana. Njena uloga je kontrola pokreta mišića trupa i tela, igra ulogu u planiranju pokreta i izvođenju pokreta u prostoru kao i njenoj senzornoj projekciji. U podregionima premotornog korteksa generišu se detaljniji obrasci kretanja od onih koji se generišu u primarnom motornom korteksu (Muhammad R. et al., 2006).



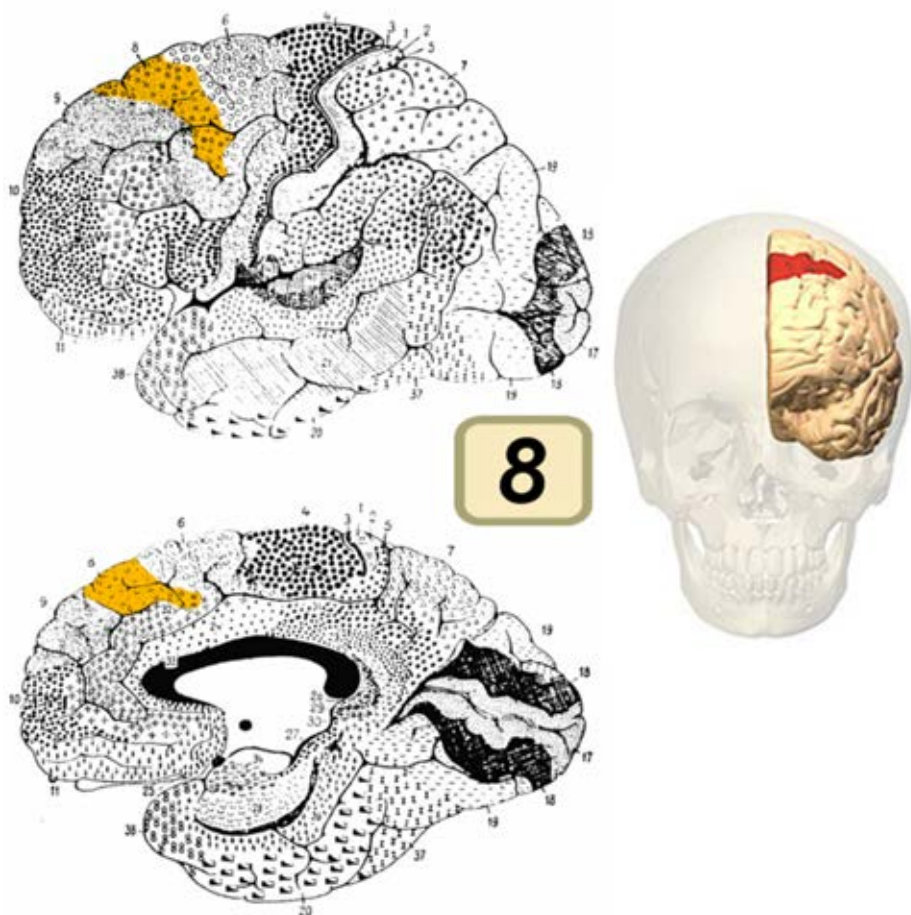
6

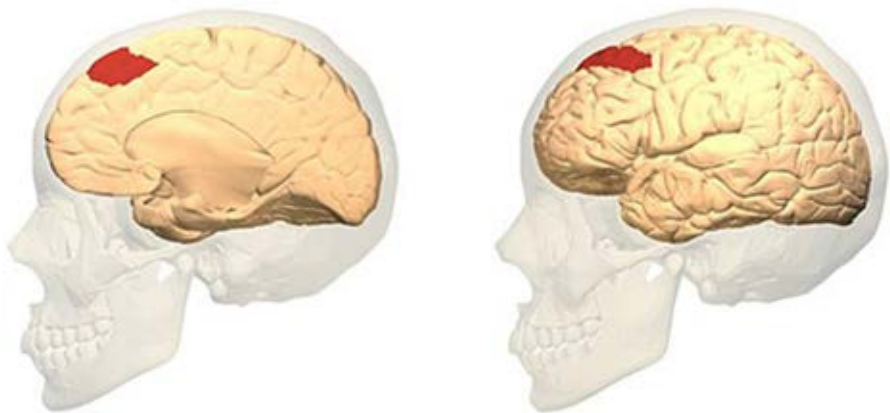


Polje 7 po Brodmanu je tercijerna zona, nalazi se u gornjem parijetalnom režnju između postcentralnog girusa i okcipitalnog režnja. Obuhvata medijalni i lateralni zid parijetalnog girusa u polju intraparijetalnog sulkusa ispod kojeg je donji parijetalni lobus koji se deli na Brodmanovo polje 39 (ugaoni girus) i 40 (supramarginalni girus). Ova zona odgovara prekuneusu i superioriornom parijetalnom lobusu. Nalazi se odmah iza primarnog somatosenzornog korteksa (polja 3, 1 i 2), a superioriornije od potijačnog režnja. Ovo polje je uključeno u lociranje objekta u prostoru putem konvergencije između vida i propriocepcije kako bi se odredilo gde se objekti nalaze u odnosu na delove tela (Williams S.M., 2011.). Preciznije igra ulogu u vizuelno-motornoj koordinaciji kao npr. kod organizacije pokreta pri hvatanju nekog predmeta. Takođe, ova zona igra ulogu u obradi zadataka uključujući aktivaciju u vezi sa upotrebom jezika (Marley J., 2011.)



Polje 8 po Brodmanu leži u preseku srednjeg frontalnog girusa sa precentralnim girusom koji se sastoji od frontalnog i parijetalnog dela (Vernet M. et al., 2014.). Odgovoran je za sakadične pokrete tj. brze pokrete očiju u cilju promene tačke fiksacije, a u svrhu percepcije i svesti o vidnom polju, vizuelne pažnje, kao i za voljne pokrete očiju. Ovo polje se još zove i frontalno očno polje (Schall J.D., 2004.). Polje 8 po Brodmanu ima topografsku strukturu i predstavlja sakadne mete u retinotopskim koordinatama (Bruce C.J. et al., 1985.). Takođe komunicira sa ekstraokularnim mišićima indirektno preko paramedijalne retikularne formacije ponsa. Lezija ovoga polja za posledicu ima devijaciju očiju na ipsilateralnu stranu.



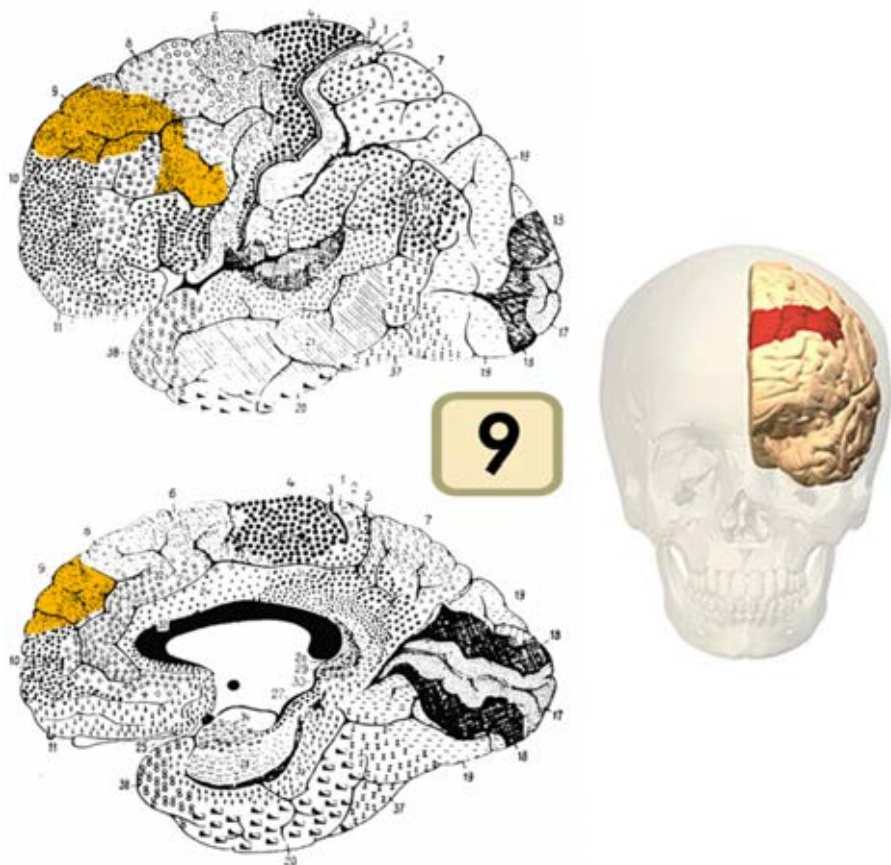


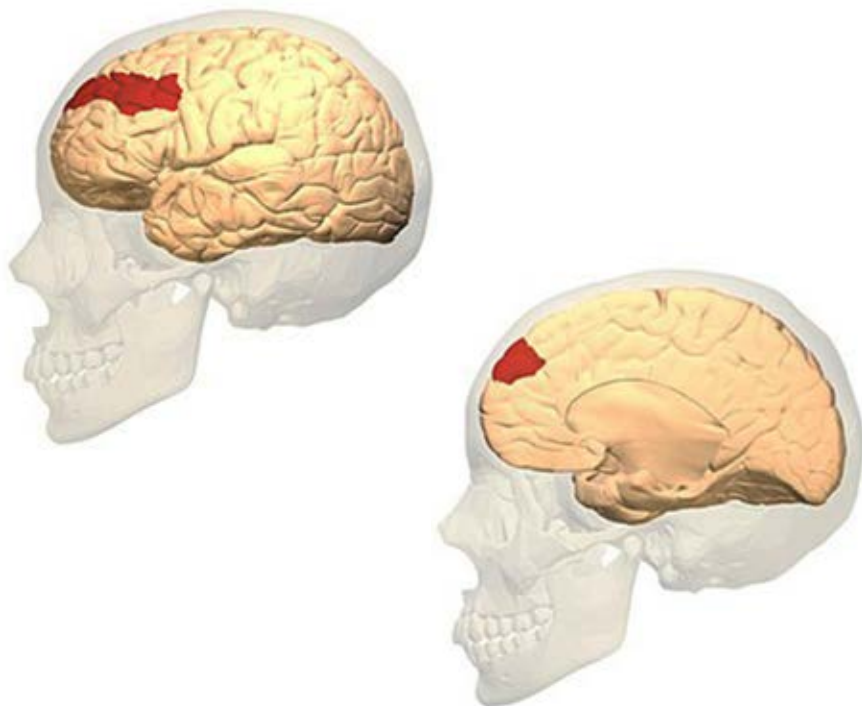
Pored pokreta očiju igra ulogu, kao što je već navedeno, u senzornoj obradi kao i što pripada sistemu tzv. „brzog mozga” kroz gornji kolikulus - medijalno dorzalno jedro kao ulazni put (Volz K.G. et al., 2005.). Brzi ulazni put obezbeđuje aktivaciju vizuelnih stimulansa na 45ms sa aktivacijama koje se odnose na promene vizuelnih stimulusa unutra 45ms. do 60ms. što odgovara primarnom vizuelnom korteksu. Ovaj put obezbeđuje i slušni unos u još kraćem vremenu počevši od 24ms, a na njega utiču slušne karakteristike od 30ms. do 60ms. Polje 8 čini zajedno sa dodatnim očnim poljima, intraparijetalnom brazdom i gornjim kolikulusom jedno od najvažnijih područja mozga zaduženih za stvaranje i kontrolu pokreta očiju, posebno u smeru kontralateralno od lokacije frontalnih očnih polja. Takođe, polje 8 ima kroz svoju recipročnu povezanost sa vizuelnim korteksom, važnu ulogu u prikrivenoj lokaciji prostorne pažnje (Bedini M. et al., 2021.).

Polje 9 po Brodmanu se nalazi u području dorzolateralnog i medijalnog prefrontalnog korteksa. Zbog koncentracije zrnastih ćelija u IV sloju citoarhitektura ovoga polja je granularna (Vasković J., 2023.). Polje 9 po Brodmanu postoji i u prednjem režnju genona. Brodman je smatrao u celini topografski i citoarhitektonski homolognim granularnoj frontalnoj oblasti 9 i frontopolarnoj oblasti 10 kod čoveka. Za razliku od polja 6, polje 9 po Brodmanu ima poseban unutrašnji granularni sloj (IV), takođe za razliku od polja 6 ili 8 njen unutrašnji piramidni sloj (V) je deljiv na dva podsloja. Spoljašnji (5a) su gusto raspoređene ganglijske ćelije srednje veličine koji se delimično spaja u jednom delu sa slojem IV. Unutrašnji tzv. 5b sloj je jasniji sloj siromašnih ćelija. Piramidne ćelije podsloja 3b spoljašnjeg piramidnog sloja (III) su manje i ređe u

distribuciji, dok je spoljašnji granularni sloj (II) uzan sa malim brojem retko raspoređenih zrnastih ćelija (Azari N.P. et al., 2001., „Braininfo”, 2013.).

Polje 9 je uključeno u kratkoročno pamćenje (Babiloni C., 2005.), zatim u procenu validnosti (Zorrilla L.T. et al., 1996.), prevladavanje automatskih odgovora (Kübler A., 2006.), verbalnu fluentnost (Abrahams S., 2003.), otkrivanje grešaka (Chevrier A.D., 2007.), na dalje za slušnu verbalnu pažnju (Nakai T., 2005.), tzv. zaključavanje namere drugih (Goel V., 1995.), kao i prostornih slika (Knauff M., 2002.), induktivno rezonovanje i pripisivanje pažnje (Goel V., 1997.), u ovom polju su uključeni i slušni stimulusi (Shallice T., 2008.), a dokazano je da polje 9 pokazuje niže nivoe potrošnje energije kod osoba sa bipolarnim poremećajem (Brooks J.O., 2010.).



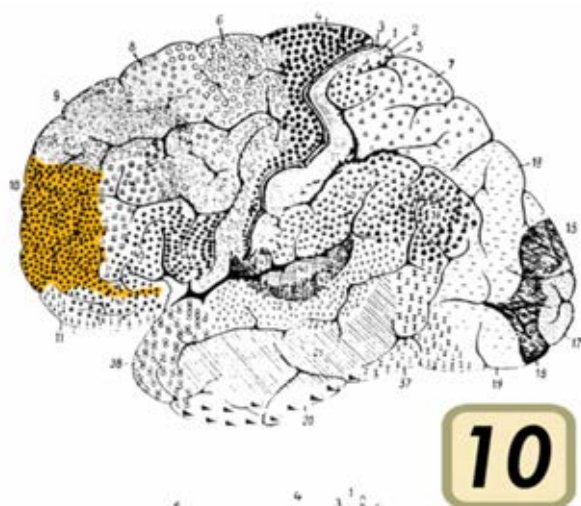


Pored navedenog polje koje se nalazi na levoj hemisferi je delimično odgovorno za radno pamćenje i empatiju (Farrow T.F., 2001.), idiome (Maddock R.J., 1997., Lauro L.J., 2008.), obradu priyatnih i neprijatnih emocionalnih doživljaja (Lane R.D., 1997.), samokritiku (Longe O., 2010.) i pažnju na negativne emocije (Kerestes R. et al., 2012.). Na desnoj hemisferi ovo polje je uključeno u pripisivanje namere (Brunet E. et al., 2000.), teorije uma (Gallagher H.L. et al., 2002.), potiskivanje tuge (Kaur S. et al., 2005.), radne memorije (Zhang J.X. et al., 2003., Pochon J.B. et al., 2002., Raye C.L. et al., 2002.), prostorne memorije (Slotnick S.D. et al., 2006., Leung H.C. et al., 2002.), prepoznavanje (Ranganath C. et al., 2003., Rugg M.D. et al., 1996., Tulving E. et al., 1999.), prisećanje i sećanje (Rugg M.D. et al., 1996., Tulving E. et al., 1994., Düzel E. et al., 2001.), planiranje (Fincham J.M., 2002.), proračun (Xie S. et al., 2003., Rickard T.C. et al., 2000.), semantičku i perceptivnu obradu mirisa (Royet J.P. et al., 1999.), religioznost (Azari N.P. et al., 2001.) i na kraju pažnju na pozitivne emocije (Kerestes R. et al., 2012.).

Polje 10 po Brodmanu (prednji prefrontalni korteks, frontopolarni prefrontalni korteks, rostralateralni prefrontalni korteks) zauzima najveći prednji deo prefrontalnog korteksa u mozgu čoveka (Knowlton B. et al., 2012.). Opisan je kao „jedan od najmanje razumljivih regija ljudskog mozga” (Ramnani N. et al., 2004.). Prvobitno je na obdukcionim nalazima ovo polje bilo široko definisano. Funkcionalnim snimanjima u današnjem dobu se ne mogu precizno definisati granice polja 10 te se pod time podrazumeva područje prednjeg poklopca korteksa što je približno polju 10. Time se naglašava činjenica da ovo polje ne uključuje sve delove prefrontalnog korteksa. Novija istraživanja naglašavaju da je ovo polje uključeno u strateške procese u pamćenju i raznim izvršnim funkcijama koje su doživele ekspanziju rezultata u odnosu na druge delove mozga (Semendeferi K. et al., 2001.). Polje 10 po Brodmanu čini otprilike 1.2% ukupne zapremine mozga što je oko 14cm³. Preciznije lokalizacija ovog polja zauzima većinu rostralnih delova gornjeg i srednjeg frontalnog girusa. Kod čoveka je ventralno ograničeno rostralnom brazdom. Citoarhitektonski polje 10 je ograničeno dorzalno granularnom frontalnom površinom 9, kaudalno srednjim frontalnim poljem 46, a ventralno orbitalnim poljem 47 i rostralnom zonom 12 ili kako je navedeno u ranoj verziji Brodmanove mape (Brodmann-1909), prefrontalnom oblašću Brodmana 9 (Soon B.H. et al., 2008.). Ova oblast leži ispod prednjeg sinusa lobanje koji je ispunjen vazduhom i koji ima ograničena elektrofiziološka istraživanja 2009.godine (Wallis J.D., 2010.). Kod čoveka oblast frontalnog pola prefrontalnog korteksa obuhvata ne samo polje 10 već i polje 9. Takođe se polje 10 proteže i izvan oblasti polja u njegovu ventromedijalnu stranu. Istraživanja su utvrdila da kod Guenon majmuna, oblast polja je ispunjena poljem 12, a polje 10 se nalazi u orbitalnom prefrontalnom regionu (Ramnani N. et al., 2004.).

Što se tiče funkcije ovaj region je kod čoveka još uvek nedovoljno istražen (Semendeferi K. et al., 2001.). Na dalje Koechlin & Hyafil su dali predlog da se obrada tzv. koordinacija višestrukih zadataka „kognitivnog grananja” predloži za osnovnu funkciju frontopolarnog korteksa (Koechlin E. et al., 2007.). Kognitivno grananje omogućava da se prethodno pokrenuti zadatak zadrži na čekanju kako bi se naknadno preuzeo po završetku tekućeg. Mnogi od naših složenih mentalnih aktivnosti i ponašanja zahtevaju istovremeno angažovanje višestrukih zadataka. Pomenuti autori smatraju da prednji prefrontalni korteks može biti polje koje je zaduženo za obavljanje opšte funkcije u ovim

operacijama planiranja. Znači, frontalni korteks deli karakteristike sa centralnim izvršnim organom u Badelijeve modelu radne memorije (Baddeley's model of working memory). Istovremeno su predložene i druge hipoteze koje još nisu precizirane, kao npr. Burgess et al. (Burgess P.W. et al., 2007.). Predložene hipoteze takođe uzimaju u obzir uticaj limbičkog sistema sa kojim je frontopolarni korteks povezan preko ventromedijalnog prefrontalnog korteksa. Meta-analiza iz 2006. godine, je otkrila da je rostralni prefrontalni korteks uključen u radnu memoriju, epizodično pamćenje i koordinaciju više zadataka (Gilbert S.J., 2006.). Takođe ova oblast je bila uključena i u donošenje odluka pre nego što one budu dostupne svesti (Soon B.H. et al., 2008.). Poznato je da je oblast pola ispunjena poljem 12, a njeno polje 10 se nalazi u orbitalnom prefrontalnom regionu (Ramnani N. et al., 2004.).



Polje 11 po Brodmanu olfaktorna regija, nalazi se u orbitofrontalnom korteksu koji pokriva medijalni deo ventralne površine frontalnog režnja. Citološki je definisana kao regija uključena u donošenje odluka (Rogers R.D. et al., 1999.), obradu nagrada (Kringelbach M., 2004.) i kodiranje novih informacija u dugoročnu memoriju (Frey S., 2000.). Prvobitno je polje 11 definisao i ilustrovao Brodmann - 1909, a uključivalo je oblasti koje su kasnije ilustrovane u polju 10 po Brodmanu kao prefrontalno područje 11 i rostralno područje 12, kao što Brodmanovo polje 10, čini većinu orbitalnih vijuga, girus rektusa i najveći rostralni deo gornje frontalne vijuge. Polje 11 je medijalno omeđeno inferiornom rostralnom brazdom, a bočno približno frontomarginalnom brazdom. Citoarhitektonski ovo polje je ograničeno na rostralni i bočni aspekt hemisfere frontopolarnom površinom 10, orbitalnom površinom 47 i trouglastom površinom 45. Na medijalnoj površini je ograničena dorzalno rostralnom površinom 12, a kaudalno subgenualnou površinom 25. Na karti definisanoj po Brodmannu-1909, polje 11 je bilo veće, obuhvatalo je i područje koje je sada označeno kao rostralno područje 12 („BrainInfo”, 2013.). Brodmanovo polje 11 je zapravo podela frontalnog režnja kod majmuna *guenon*, a definisano je na osnovu citoarhitekture po Brodmannu - 1909. U polju 11 nedostaje unutrašnji zrnasti sloj (IV), veće piramidalne ćelije podsloja 3b spoljašnjeg piramidnog sloja (III), ova masa se spaja u gušću samostalnu kolekciju ćelija u unutrašnjem piramidnom sloju (V). Na dalje slično poplju 10 Brodmanna-1909, registrovano je prisustvo u multiformnom sloju (VI) niza ćelija koje su postavljene paralelno sa kortikalnom površinom odvojenih snopova acelularnih vlakana. Vidi se debeo molekularni sloj (I), relativno je uska ukupna debljina korteksa i postepen prelazak iz multiformnog sloja (VI) u subkortikalnu belu masu („BrainInfo”, 2013.).

Da sumiramo, orbitofrontalni korteks je prefrontalna regija korteksa u frontalnim režnjevima mozga. Ime je dobio po svom položaju neposredno iznad orbita, a uključen je u kognitivni proces donošenja odluka. Kod čoveka ovo polje čine Brodmanova polja 10, 11 i 47. (Kringelbach M.L., 2005.). Orbitofrontalni korteks je funkcionalno povezan sa ventromedijalnim prefrontalnim korteksom (Philips L.H. et al., 2002.). Zbog svega navedenog ovaj region se razlikuje po neuronskim vezama i različitim funkcijama koje obavlja (Barbas H. et al., 2002.). Ovaj region je definisan kao deo prefrontalnog korteksa koji prima projekcije iz medijalnog dela dorzalnog jedra talamusa i smatra se da je zadužen za emocije, ukus, miris i pozitivno donošenje odluka (Gottfried J.A. et

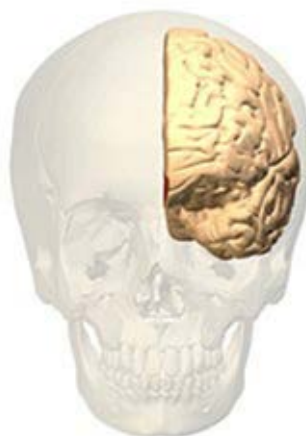
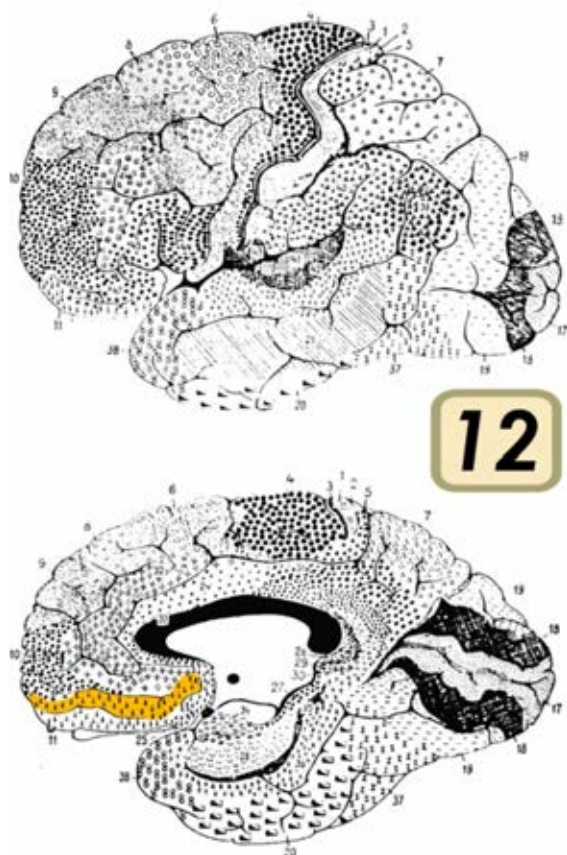
al., 2005., Rolls E.T., 2004., Rushworth M.F.S. et al., 2007., Dixon M.L. et al., 2017., Kringelbach M.L. et al., 2004., Damasio A.R., 1994., Fuster J.M., 1997.). U ovom polju je uočena velika individualna raznolikost kod ljudi (Isamah N. et al., 2010.) kao i što je uočeno da postoji srodno područje kod glodara (Uylings H.B. et al., 2003.).



11

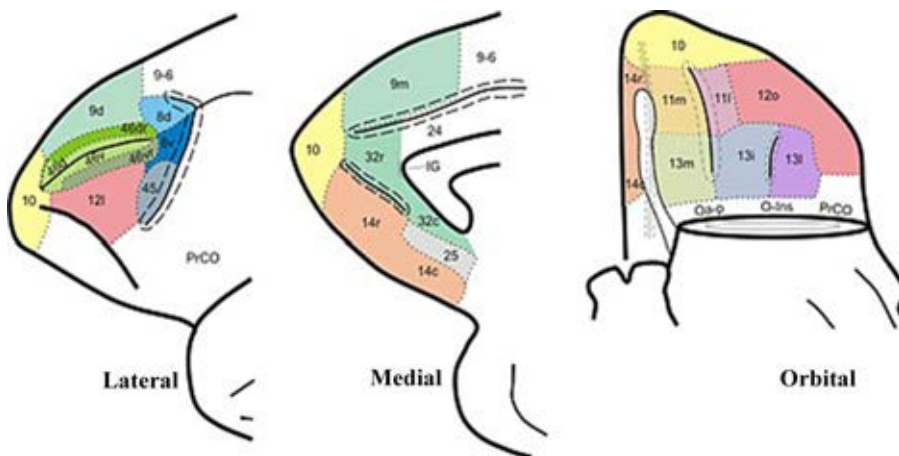


Polje 12 je definisano na osnovu citoarhitekture. Ono zauzima najveći rostralni deo frontalnog režnja. Brodmann-1909 nije ga smatrao homolognim ni topografski, a ni citoarhitektonski sa rostralnom oblasti, tj. poljem 12 kod čoveka. Brodmann-1905. je dao citološke karakteristike čije su ćelije izuzetno male, a po kojima je sasvim jasan unutrašnji granularni sloj (IV) koji razdvaja izdužene piramidalne ćelije spoljašnjeg piramidnog sloja (III) i unutrašnjeg piramidnog sloja (V), zatim multiformni sloj (VI) koji je proširen i sadrži široko disperzne vretenaste ćelije i postepeno se stapa sa ispod prisutnom kortikalnom belom masom. Unutrašnji piramidni sloj (V) takođe čine vretenaste ćelije koje su grupisane (dve do pet) nalaze se blizu njegove granice sa unutrašnjim granularnim slojem (IV) (Kawamura M. et al., 2011., Kawamura M., 2017.).



Zahvaljujući eferentnim vlaknima striatuma ovo polje je indirektno vezano za globus pallidus i substantiu nigru (crna supstanca). Glutaminergički ulaz se ovde pretvara u GABAergički ulaz, što frontalnim režnjevima omogućava da pokažu određeni stepen kontrole nad aktivnošću bazalnih ganglija.

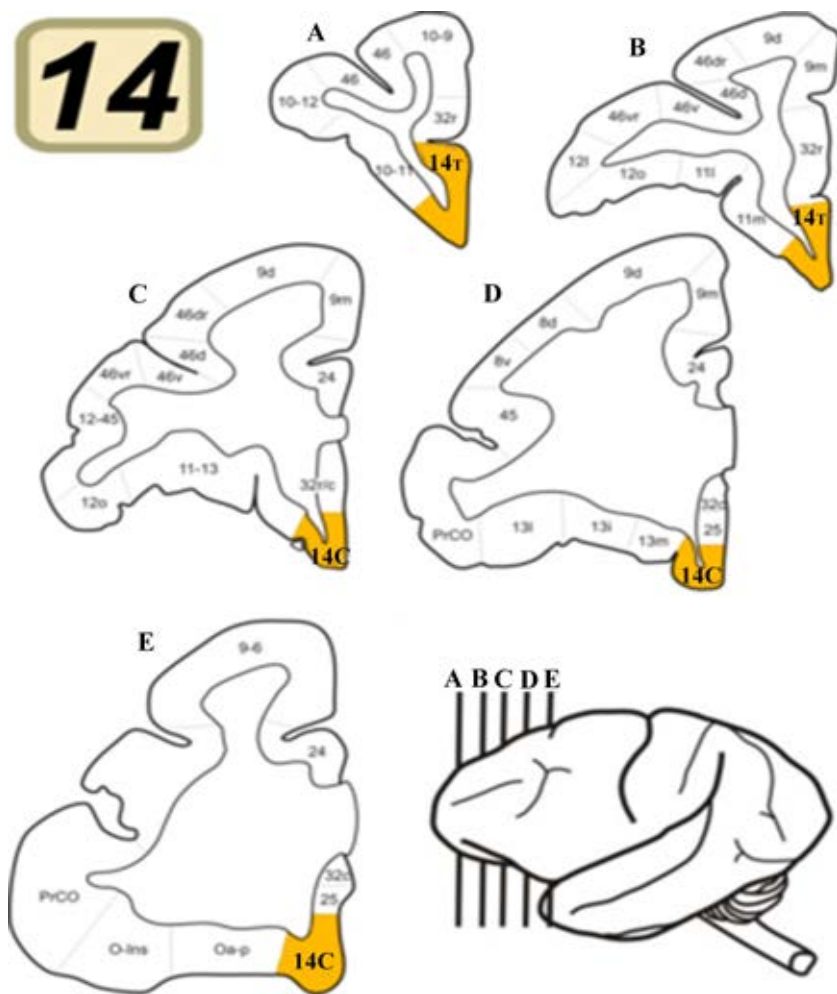
Polje 13 se nalazi u zadnjem delu orbitofrontalnog korteksa i može se podeliti u četiri podoblasti: 13a (ispred spoja olfaktornog trakta), 13b (region neposredno ispred 13a duž mirisne brazde), 13m (nalazi se na medijalnom delu srednjeg orbitalnog girusa) i 13l (u bočnom delu girusa) (Murray E.A. et al., 2018., Öngür D. et al., 2003.). Ovo polje se od polja 11 razlikuje po nedostatku kontinuiranog granularnog sloja (Öngür D. et al., 2003.) i zadnjeg agranularnog insularnog korteksa (Carmichael S.T. et al., 1994.). Oblast 13a ima agranularnu strukturu, a 13b je tanka disgranularna kortikalna oblast koju karakteriše ukrštanje pruga u slojevima III i V. Polje 13 se kao što je rečeno nalazi u zadnjem delu insule, a citoarhitektonski se deli sa drugim delovima ostrvskog korteksa, široki molekularni sloj moždane kore (I) i takođe široki multiformni sloj (VI). Na dalje nalazi se spoljašnji granularni sloj (II) koji je relativno gust, spoljašnji piramidni sloj manje je gustine koji ima centralnu traku koja razdvaja IIIa i IIIb podslojeve. Unutrašnji granularni sloj (IV) je takođe gust i jasno odvaja IIIb od sloja V. Granicu između slojeva V i VI čine veće ganglijske ćelije, pretežno piramidnog oblika. U V sloju se nalaze ćelije vretenastog oblika koje postaju gušće homogenije strukture idući dublje ka VI sloju. Često su ćelije vretena raspoređene horizontalno kao u klastrumu, što je Brodman smatrao proširenjem sloja VI izvan ekstremne kapsule (Brodman-1905). Brodmanovo polje 13 nije povezano sa poljem 13 Vokera i poljem 13 (makak), koja se nalaze u orbitalnim vijugama. Ono je više ekvivalentno granularnom delu insule opisano kasnije u citoarhitektonskoj segmentaciji.



Brodmanovo polje frontalnog korteksa majmunskeg mozga (*Cebus apella*), frontalni korteks *Sapajus* sp. Brodmanovo polje 13 je prikazano na dijagramu desno (orbitalna površina).

Polje 14 je Brodmanovo polje koje je u prvim istraživanjima Brodmana dokazano kod majmuna, a kasnije da homologno polje postoji i kod čoveka. Ono je lokalizovano u ventromedijalnom prefrontalnom korteksu (Ongur D., 2000.). Citoarhitektonski se ova oblast razlikuje od Brodmanovog polja 13 - 1905. po tome što nedostaje unutrašnji granularni sloj (IV). Razlike u ostalim slojevima su manje izražene. Istraživanja veruju da je polje 14 asocijativni korteks za visceralna čula i miris zajedno sa poljem 51. Anatomske aferentne ulaze naglašavaju takođe da ovo polje pomaže u agregaciji autonomnih informacija.

14



Frontalni korteks *Sapajus sp.* Brodmanovo polje 14 prikazano na dijagramu u centru i desno (medijalna orbitalna površina).

Prefrontalni korteks *Sapajusa*, Brodmanovo polje 14 je prikazano narandžastom bojom kroz koronalni presek.

Polje 15 se nalazi u delu insule koji je najbliži temporalnom režnju tj. delu prednjeg temporalnog režnja koji je okrenut ka insuli. Ovo polje je najdublje postavljeno u Silvijevoj pukotini te nije vidljivo na površini mozga bez disekcije (Brain Info Brodmann Area

15 Archived October 5. 2008.). I ovo polje je kao i sva druga definisano na osnovu citoarhitektonike ovog dela korteksa koji je u polju 15 tanji nego u ostatku insule i temporalnog režnja. Molekularni sloj (I) je veoma širok, spoljašnji granularni sloj (II) i spoljašnji piramidni sloj (III) su manje gusti, a unutrašnji zrnasti sloj (IV) je potpuno odsutan. Piramidne ćelije srednje veličine sloja III i unutrašnjeg piramidnog sloja (V) se spajaju sa nekoliko zrnastih ćelija rasutih po njihovoj granici. U nekim naučnim krugovima se još uvek vodi polemika da li je ovaj sloj homolog onom koji je nađen kod majmuna, ali je područje na približno tačnoj anatomskej lokaciji sa sličnim funkcijama (Fischer H. et al., 1998.). VI sloj je multififormni i deli se na VIa koji je gušći spoljašnji podsloj i VIb manje gust unutrašnji podsloj. Kao i u Brodmanovom polju 14 podsloj VIb se spaja sa susednim klaustromom. U sloju VI ćelije formiraju tangencione redove slične formaciji kao u polju 10 i 11 (Brain Info Brodmann Area 15 Archived October 5. 2008.). Polje 15 po Brodmanu je meta informacija koje dolaze kroz Heringove nerve (Tubbs R. S. et al., 2002.). Informacije koje iz karotidnog sinusa dobija od baroreceptora i hemoreceptora, lokalizovanih u karotidnoj arteriji, o krvnom pritisku i hemiji krvi iz karotidnog sinusa prenosi u mozak. Takođe se potvrdilo da je polje 15 aktivno tokom napada panike (Tubbs R. S. et al., 2002.).

Polje 16 je još nedovoljno definisana oblast koju je Brodman smatrao delom insule zbog odnosa njenog unutrašnjeg multififormnog sloja (VI) sa klaustromom (tanak vertikalni naboran listić subkortikalne sive mase u središtu mozga čija uloga još nije definisana). Laminarna organizacija korteksa skoro potpuno nedostaje. Molekularni sloj (I) je širok kao i u polju 15 po Brodmann-1905, prostor između sloja I i VI se sastoji od piramidnih i vretenastih ćelija sa vrlo malim brojem granularnih ćelija. U ovom polju piramidne ćelije se skupljaju u spoljašnjem delu gde formiraju glomerule slične onima koji se mogu videti u nekim od primarnih olfaktornih oblasti (Brodmann-1905). Ovaj termin se takođe odnosi na područje poznato kao peripaleo kortikalni klaustal. Citoarhitektonski ovo polje (agranularni deo) je definisano kao deo insule na njegovom rostralnom delu gde se najviše približava klaustromu i prepiriformnom području (Stephan-76).

Polje 17 je primarno vidno polje (nuklearno polje vizuelnog analizatora) ili vizuelni korteks. Vizuelni korteks mozga se nalazi u okcipitalnom režnju, zadužen je za obradu vizuelnih informacija od

receptora tj. senzornog unosa u očima preko lateralnog genikularnog jedra u talamusu do vizuelnog korteksa. Područje vizuelnog korteksa koje prima senzorne impulse od nucleus geniculatum laterale je primarni vizuelni korteks. Naziva se još i vizuelna oblast 1 tj. V1, Brodmanovo polje 17 ili prugasti korteks. Ekstrastrijiska polja se sastoje od vizuelnih polja 2,3,4 i 5 (poznate još i kao V2, V3, V4 i V5 ili Brodmanovo polje 18 i 19) (Mather G., 2017.). Obe hemisfere mozga uključuju vizuelni korteks tako što vizuelni korteks u levoj hemisferi prima signale iz desnog vidnog polja, a vizuelni korteks u desnoj hemisferi prima signale iz levog vidnog polja. Primarni vidni korteks tzv. V1 se nalazi i oko fissure calcarine u potiljačnom režnju. V1 svake hemisfere prima informacije direktno od svog ipsilateralnog nucleus geniculatum laterale koje prima signale iz kontralateralnog vizuelnog hemipolja. Raspored receptivnih polja u V1 je retinopatski. To znači da susedne ćelije u V1 imaju receptivna polja koja odgovaraju susednim delovima vidnog polja. Ovakva prostorna organizacija omogućava sistematsko predstavljanje vizuelnog sveta unutar V1. Studije u skorije vreme su dokazale složenu mogućnost obrade stimulusa u oblikovanju naših vizuelnih iskustava u V1, zato što stimulus utiče i na okolni korteks (Fisek M. et al., 2023.). Vaskularizacija vizuelnog korteksa se obavlja pretežno preko kalkarinske grane zadnje cerebralne arterije (arteria cerebri posterior).

Veličina vizuelnog korteksa može da varira trostruko, što se tumači kao razlika koja se delimično nasleđuje (Benson N.C. et al., 2022.). V1 polje prenosi informacije u dva primarna puta tzv. ventralni i dorzalni put (Braz J. et al., 2016.).

Ventralni put počinje od V1, prolazi kroz V2, a potom kroz V4 do inferiornog temporalnog korteksa. Ventralni put koji neki autori nazivaju i „what pathway” zadužen je za prepoznavanje i predstavljanje objekata, kao i skladištenje dugotrajne memorije.

Dorzalni put počinje u V1, prolazi kroz V2 do dorzomedijalnog polja V6 i srednjeg temporalnog polja V5, a potom do zadnjeg parijetalnog korteksa. Neki autori dorzalni put nazivaju još i „where pathway” ili „how pathway” zadužen je za funkciju kretanja i predstavljanje lokacije objekata kontrolom očiju i ruku, posebno kada se vizuelne informacije koriste za vođenje sakada ili dosezanje. Nedavno su Gudejl i Milner zaključili da je ventralni tok važan za vizuelnu percepciju, a da dorzalni posreduje u vizuelnoj kontroli preciznijih radnji. Takođe se pokazalo

da vizuelne iluzije kao npr. Ebbinghausove iluzije (Iluziju je izumeo nemački psiholog Herman Ebbinghaus), iskrivljuju linije perceptivne prirode, ali u slučaju kada subjekat reaguje radnjom, npr. hvatanjem, ne dolazi do izobličavanja (Goodale M.A. et al., 1992., Aglioti S. et al., 1995.). Takođe autori sugerišu da je disocijacija akcija/percepcija koristan način da se okarakterise funkcionalna podela rada između dorzalnih i ventralnih vizuelnih puteva u moždanoj kori (Goodale M.A., 2011.).

Primarni vizuelni korteks je najjednostavnije polje koje je proteklih godina najviše proučavano polje u mozgu. Kod sisara se nalazi u zadnjem polu potiljačnog režnja. Ovo polje je zaduženo za obradu informacija o statičkim i pokretnim objektima i odlično je za prepoznavanje obrazaca. V1 karakterise laminarna organizacija koju čine šest slojeva od kojih svaki igra jedinstvenu ulogu u vizuelnoj obradi. Neuroni površinskih slojeva (II i III) često su uključeni u lokalnu obradu i komunikaciju unutar korteksa, dok neuroni u dubljim slojevima (V i VI) često šalju informacije drugim regionima koji su uključeni u vizuelnu obradu višeg reda i donošenju odluka. Istraživanja su takođe dokazala prisustvo orijentaciono selektivnih ćelija koje periferno reaguju na stimulse sa specifičnom orijentacijom. Ove ćelije time doprinose percepciji ivica i kontura, što je fundamentalno saznanje u razumevanju kako V1 polje obrađuje vizuelne informacije. Takođe V1 polje svojom dinamičkom prirodom doprinosi vizuelnoj obradi tj. odgovoru na čulno iskustvo.

Primarni vizuelni korteks, Brodmanovo polje 17, približno je ekvivalentan prugastom korteksu. Naziv „prugasti korteks” potiče od Genarijeve linije (line of Gennari, also called the „band” or „stria” of Gennari), karakteristične pruge vidljive golim okom. Ona predstavlja pojas bogat mijelinizovanim aksonima nervnih vlakana sa bočnog kolenastog tela koji završavaju u sloju IV sive mase, pružajući tako jasan marker za primarni region vizuelne obrade. Pored navedenog funkcionalni značaj prugastog korteksa prevazilazi njegovu ulogu primarnog vizuelnog korteksa. On je ključno čvorište za početnu obradu vizuelnih informacija tj. analizu osnovnih karakteristika (npr. orijentacija, boja, prostorna frekvencija i sl.). Integracija ovih funkcija u prugasti korteks predstavlja osnovu za složeniju vizuelnu obradu koja se sprovodi u vizuelnim oblastima višeg reda. Nedavna istraživanja u okviru neuroimadžinga doprinela su boljem razumevanju dinamičkih interakcija unutar prugastog korteksa i njegovih veza sa drugim vizuelnim i nevizuelnim regionima mozga, posebno naglašavajući

značaj zamršenih neuronskih kola koja leže u osnovi vizuelne percepcije (Glickstein M. et al., 1984.).

Primarni vizuelni korteks je podeljen na šest međusobno različitih funkcionalnih slojeva. Sloj 4 ima najviše vizuelnih inputa od lateralnog genikularnog jedra, a podeljen je na svoja 4 podsloja (4A, 4B, 4C i 4Cb). Lamina 4Cb prima pretežno magnocelularni ulaz od lateralnog genikularnog jedra, a sloj 4B od parvocelularnih puteva (Hubel D.H. et al., 1972., Churchland P.S. et al., 1992.). Prosečan broj neurona u primarnom vizuelnom korteksu odraslog čoveka na svakoj hemisferi procenjen je na 140 miliona. Zapremina svake V1 oblasti kod odraslog čoveka je oko 5400mm³ (Leuba G. et al., 1994.).

Funkcija V1 oblasti igra fundamentalnu ulogu u oblikovanju naše percepcije vizuelnog sveta. Ova oblast poseduje precizno definisanu tzv. retinopatsku mapu čiji je zadatak složena organizacija prostornih informacija iz vizuelnog polja. Kod čoveka gornja površina kalkarine brazde u potiljačnom režnju reaguje na donju polovinu vidnog polja, dok donja površina kalkarine brazde reaguje na gornju polovinu vidnog polja. Ovako mapirano polje retine konceptualno predstavlja projekciju vizuelne slike od mrežnjače do primarnog vizuelnog korteksa V1. Značaj ovakvog mapiranja u retini leži u njenoj sposobnosti da očuva prostorne odnose prisutne u spoljašnjem okruženju. Ovako mapiranje se proteže i horizontalno i vertikalno što obezbeđuje održavanje ovih odnosa unutar vizuelnog ulaza, a pri tom retinopatska mapa pokazuje izuzetan stepen prilagodljivosti u vizuelanom iskustvu. Ovo je posebno naglašeno kao sposobnost mozga da se reorganizuje u odgovoru na različite zahteve životne sredine što još više naglašava dinamičku prirodu vizuelne obrade. Pored navedenog, retinopatska mapa u V1 polju uspostavlja veze sa drugim vizuelnim oblastima, čak korespondencija doseže i mapiranje slepih tačaka mrežnjače (konusu mrežnjače, značajan deo V1 se mapira na mali centralni deo vidnog polja što je fenomen koji predstavlja kortikalno uvećanje). Posebno neuroni u V1 polju imaju najmanju veličinu receptivnog polja što označava najveću rezoluciju i sposobnost da registruju detalje i nijanse u vizuelnom korteksu u ranoj fazi obrade čime značajno doprinosi veoma složenoj vizuelnoj percepciji. Ovo je neophodno za oštrinu vida i obradu slike visoke rezolucije. Na taj način formira mrežu ključnu za integraciju različitih vizuelnih karakteristika i konstruisanje koherentne vizuelne percepcije. Ovo je neophodno za našu sposobnost efikasnog kretanja i interpretacije vizuelnog sveta

(Wu F. et al., 2023., Johannes K., 1604., as cited by A.Mark Smith, 2015.). Dokazi pokazuju da su povratne veze uglavnom modulatorne u svojim efektima. Tako da povratne informacije iz viših nivoa sa većim i složenijim receptivnim poljima mogu da modifikuju i oblikuju V1 odgovore, uzimajući pri tom u obzir kontekstualne i vanklasične efekte receptivnog polja (Murray S.O. et al., 2004., Huang J.Y. et al., 2007., Williams M.A. et al., 2008.). Neki autori ukazuju da bi razlike u veličini V1 mogle uticati na percepciju iluzija (Schwarzkopf D.S. et al., 2011.).

Vizuelna oblast V2 ili sekundarni vizuelni korteks, nazvan još i prestrijatni korteks (Gazzaniga M.S. et al., 2002.) prima veze od V1, direktno i preko pulvinara šalje dalje do V3, V4 i V5. Veze od V1 do V2 doprinose hijerarhijskoj obradi vizuelnih informacija. V2 nakon nadogradnje po osnovu karakteristika iz V1, zaduženi su za složene vizuelne atribute kao npr. tekstura, dubina, boja. Ova veza je neophodna za najfinije nijanse i detaljno predstavljanje vizuelne forme. Smatra se da povratna veza od V2 do V1 igra značajnu ulogu u modulaciji aktivnosti V1 neurona, kao i da je ova povratna sprega uključena u procese pažnje, perceptivno grupisanje i segregacije figure i tla. Na osnovu toga se zaključuje da je odnos V1 i V2 veoma složen i značajan za obradu informacija unutar vizuelnog sistem, odnosno igra ključnu ulogu u integraciji i obradi vizuelnih informacija. Veza V2 sa V3, V4 i V5 omogućava integraciju različitih vizuelnih karakteristika kao npr. kretanje u više faza vizuelne hijerarhije (Taylor K. et al., 2022.). V2 je podeljen na četiri kvadranta, dorzalni i ventralni prikaz u levoj i desnoj hemisferi, koja zajedno pružaju kompletnu mapu vizuelnog sveta. V2 neuroni su zaduženi za jednostavna svojstva kao npr. orijentacija, prostorna frekvencija i boja. V2 su modulisani i za složena svojstva kao npr. orijentacija iluzornih kontura (Anzai A. et al., 2007.), binokularni disparitet i da li je stimulus deo figure ili zemlje (Qiu F.T. et al., 2005., Maruko I. et al., 2008.). Pored navedenog V2 neuroni pokazuju malu količinu modulacije pažnje, više od V1, a manje od V4. Pomenuti naučnici tvrde da je ceo hipokampalni tok (vizuelni tok) važan za vizuelno pamćenje. Ova teorija predviđa da bi promene memorije za prepoznavanje objekata mogle biti rezultat aktivnosti V2. V2 je tesno međusobno povezana unutar ventralnog toka vizuelnog korteksa. Studije u oblasti anatomije ukazuju da sloj 3 u oblasti V2 impliciraju u vizuelno-informacijskoj obradi. Za razliku od ovoga, sloj 6 vizuelnog korteksa se sastoji od različitih tipova neurona čiji je odgovor na vizuelne stimuluse mnogo složeniji. Smatra se da sloj 6 korteksa V2

igra važnu ulogu u skladištenju memorije za prepoznavanje objekata i konverziji kratkoročnih u dugoročna sećanja na objekte (López-Aranda M.F. et al., 2009.).

Oblast V3 se nalazi neposredno ispred V2. Kod ljudi je još nedovoljno jasno definisana veličina V3 oblasti. Neki istraživači predlažu da se ovaj deo korteksa deli u dve ili tri funkcionalne jedinice. David Van Essen i drugi (1986.) su predložili postojanje „dorzalnog V3” u gornjem delu moždane hemisfere, koji se razlikuje od „ventralnog V3” ili ventralnog zadnjeg tj. posteriornog polja, a koji se nalazi u donjem delu mozga. Predlog ovih naučnika je potkrepljen tvrdnjom da ovi delovi izgledaju različito, u slučaju da su obojeni različitim metodama, i sadrže različite neurone koji reaguju na različite kombinacije vizuelnog stimulusa. Npr. neuroni selektivni po boji su češći u ventralnom V3. Takođe ova polja imaju različite veze sa drugim delovima mozga. Dodatno kod ljudi su dopunjeni sa V3A i V3B, a nalaze se u blizini dorzalnog V3, ali se ne graniče sa V2.

Dorzalna oblast V3 se najčešće smatra delom dorzalnog toka. On prima impulse od V2 i iz primarnog vizuelnog područja i projektuje se u zadnji parijetalni korteks. Anatomski se može nalaziti i u polju 19 po Brodmanu. Bradik je koristeći MR sugerisao da polje V3/V3A može igrati ulogu u obradi globalnog kretanja (Braddick O.J. et al., 2001.). Drugi naučnici češće proučavaju dorzalnu oblast V3 koja je veća, naziva se još i dorzomedijalna oblast, a koja sadrži reprezentaciju celog vidnog polja. Neuroni ove dorzomedijalne oblasti reaguju na koherentno kretanje velikih obrazaca koji pokrivaju velike delove vidnog polja (Lui L.L. et al., 2006.). Ventralni V3 ima mnogo slabije veze iz primarnog vidnog polja, a jače veze sa inferiornim temporalnim korteksom. Novija istraživanja ukazuju da je ovo polje mnogo veće nego što se ranije smatralo, i da kao i druga vizuelna područja, mogu imati potpunu vizuelnu predstavu. Ovako opisan ekstenzivniji ventralni V3 se naziva ventrolateralna zadnja oblast (Rosa M.G. et al., 2000.).

Vizuelno polje V4 je jedno od vizuelnih oblasti u ekstrastrijskom vizuelnom korteksu. Predmet novijih istraživanja je da li je ovo polje isto toliko ekspanzivno kao homolog makaka majmuna (Goddard E. et al., 2011.). V4 je treća kortikalna oblast koja prima snažan imput od V2 i šalje veze do PIT-a. Posebno za centralni prostor, ona istovremeno dobija direktan ulaz od V1. V4 ima slabije veze sa V5 i dorzalnim prelunatnim girusom. V4 je prva oblast u ventralnom toku koja pokazuje snažnu

modulaciju pažnje. Osnovni rad Morana i Desimonea koji opisuje da selektivna pažnja može promeniti stope okidanja u V4 za oko 20%, ujedno je i prvi rad koji je pronašao efekte pažnje bilo gde u vizuelnom korteksu (Moran J. et al., 1985.). Kao i V2, V4 je podešen za orijentaciju, prostornu frekvenciju i boju. V4 je podešen i za karakteristike objekta srednje složenosti, kao npr. jednostavnih geometrijskih oblika. Ovo polje nije podešeno za složene objekte kao što su lice i područja u inferotemporalnom korteksu. Ime polju V4 je prvi dao Semir Zeki, kasne 1970-te, koji je ujedno i prvi opisao svojstva V4 polja. Zeki je tvrdio da je uloga ovoga polja da obrađuje informacije o bojama. Ranije je polje V4 bilo poznato po svom anatomskom opisu, prelunarnom girusu. 1980-tih radovi su pokazali da je V4 polje direktno uključeno u prepoznavanje oblika kao i ranija kortikalna polja. Ovo istraživanje je podržalo hipotezu o dva toka, koji su prvi predstavili Ungerleider i Mushkin 1982. godine (Ungerleider, L.G. et al., 1982.). Novija istraživanja su pokazala da V4 polje ispoljava dugoročnu plastičnost i kodira naglašeni stimulus (Born R.T. et al., 2005.) da je zatvoren signalima koji dolaze iz prednjih očnih polja i pokazuje promene u prostornom profilu njegovih receptivnih polja sa pažnjom (Felleman D.J. et al., 1991.). Takođe je dokazano da je aktivacija V4 polja kod čoveka po percepciji i posmatrane boje uočena tokom percepcije boje (oblast V) predmeta ali ne i njihov oblik (Ungerleider L.G. et al., 1986., Sincich L.C. et al., 2004.).

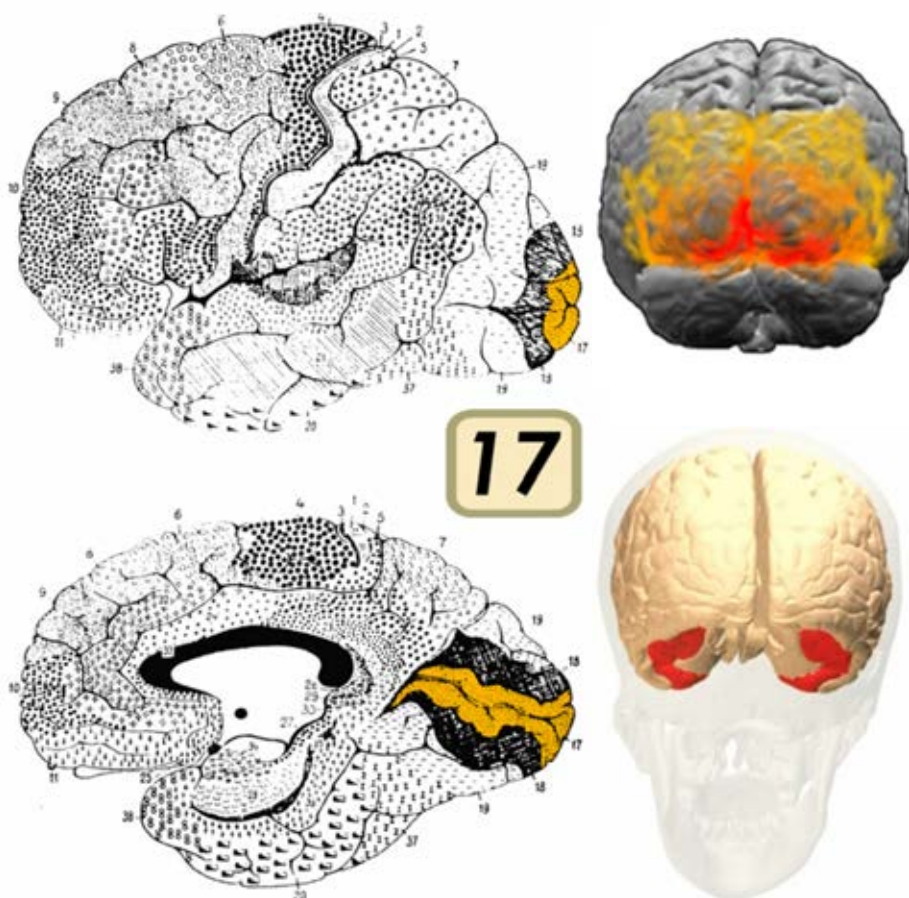
V5 je srednja temporalna vizuelna oblast i region ekstrasatriatnog vizuelnog korteksa. Ova oblast sadrži visoku koncentraciju neurona selektivnih za pravac. Smatra se da kod primata igra glavnu ulogu u percepciji kretanja, integraciji lokalnih signala pokreta i globalne percepcije i vođenju nekih pokreta očiju (Warner C.E. et al., 2010.). V5 dobija signale iz V1, V2 i V3 (dorzomedijalna oblast) (Palmer S.M. et al., 2006., Rodman H.R. et al., 1989.), koniocelularnih regiona (Koniocellular regions) tzv. K-cells (Dubner R., 1971.) i donjeg pulvinara (Maunsell J.H., 1983.). Obrazac projekcije u V5 se delimično menja između prikaza fovealnog i perifernog polja. Na ovoj relaciji on prima inpute iz oblasti koje se nalaze u srednjem korteksu i retrosplenijalnom regionu (Dürsteler M.R. et al., 1987.). Najčešće se pominje tvrdnja koja se smatra standardnom da V1 daje najvažnije ulazne informacije za V5 (Warner C.E. et al., 2010.). Svega nekoliko studija govori o tome da su neuroni ovog polja sposobni da reaguju vrlo selektivno na vizuelne informacije, čak i nakon što je V1 polje uništeno tj. inaktivirano (Hess R.H. et al., 1989.). Istraživanja Semira Zekija i njegovih saradnika ukazuju na to

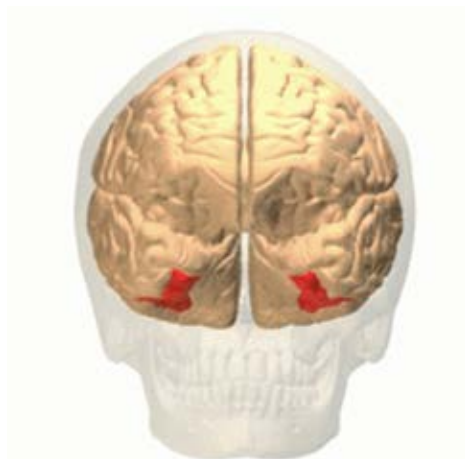
da određene vrste vizuelnih informacija mogu stići do V5 i pre nego što dođu do V1. V5 šalje svoje signale u oblasti koje ga neposredno okružuju, zatim u oblasti frontalnog i parijetalnog režnja povezanih sa pokretima očiju (frontalno očno polje i bočna intraparijetalna oblast). Rane studije o neurofiziološkim osobinama neurona u V5 su pokazale da su neuroni podešeni na brzinu i kretanje vizuelnih stimulusa, dok novija istraživanja ostavljaju otvoreno pitanje šta je to što V1 ne može da uradi u odnosu na V5 koji može. Mnoga istraživanja su usmerena na ovo polje jer se smatra da ono integriše lokalne vizuelne signale kretanja u globalno kretanje složenih objekata (Pack C.C. et al., 2003.). Npr. lezija V5 dovodi do deficita u opažanju pokreta i obradi složenih stimulusa. Ovo polje sadrži mnogo neurona selektivnih za kretanje složenih vizuelnih karakteristika npr. krajevi linija, uglovi i sl. Mikrostimulacija neurona u V5 utiče na percepciju pokreta (Albright T.D., 1984.). Što se tiče funkcionalne organizacije DeAngelis je tvrdio da su neuroni u V5 oblasti organizovani na osnovu njihovog podešavanja za binokularni dispartitet (Pitzalis S. et al., 2013.).

V6 se nalazi u dorzalnog delu ekstrastriatnog korteksa, blizu dubokog žleba kroz centar mozga tzv. medijalna longitudinalna pukotina, uključuje i delove medijalnog korteksa, kao što je parijeto-okcipitalni sulkus. Istraživanja ukazuju na to da V6 oblast reaguje na vizuelne stimuluse povezane sa sopstvenim kretanjem (Galletti C. et al., 2005.) i stimulacijom širokog polja (Galletti C. et al., 2003.). Postoje velike sličnosti V5 i V6 oblasti. Obe imaju direktne veze iz primarnog vizuelnog korteksa (Galletti C. et al., 2003.), kao i što obe imaju visok sadržaj mijelina, što je karakteristika oblasti koje su uključene u brzi prenos informacija (Lui L.L. et al., 2006.).

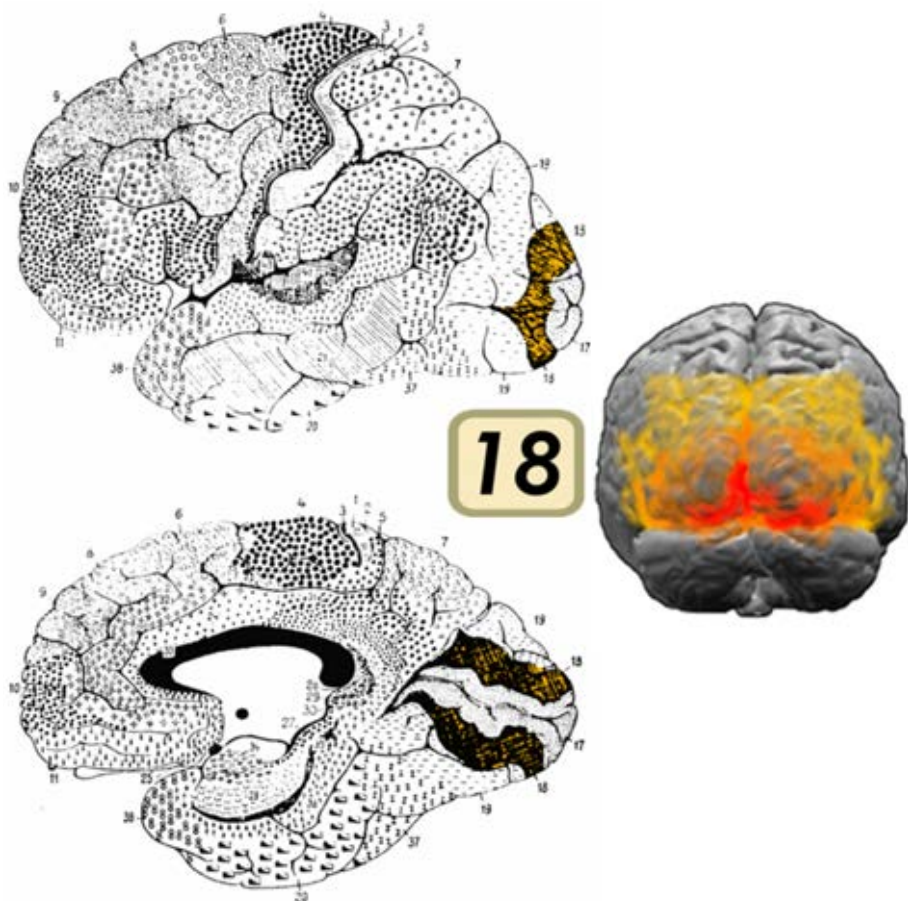
U odnosu na V5, mnogo manji deo V6 ćelija pokazuje selektivnost za smer kretanja vizuelnih obrazaca. Takođe postoji još jedna značajna razlika u površini. Naime ćelije V6 su podešene na komponente slike niske prostorne frekvencije i slabo reaguju na kretanje teksturiranih obrazaca kao što je npr. polje nasumičnih tačaka (Monaco S. et al., 2019.). Ova svojstva sugerisu da pomenuta dva polja mogu da rade paralelno s tim što V6 analizira sopstveno kretanje u odnosu na okolinu, a drugi analizira kretanje pojedinačnih objekata u odnosu na pozadinu (Monaco S. et al., 2019.). Kod ljudi je nedavno identifikovana oblast koja reaguje na široko ugaona polja strujanja i smatra se da je homolog V6 oblasti kod makaka (Pitzalis S. et al., 2010.). Veze i svojstva ćelija u V6 ukazuju na to da je

ovo područje ključni čvor u podskupu tzv. „dorzalnog toka”, koga neki autori nazivaju i „dorzomedijalni put”. Ovaj put je verovatno odgovoran za kontrolu skeletnomotorne aktivnosti, uključujući i posturalne reakcije i kretanje ka objektima (Galletti C. et al., 2003.). Glavna „feedforward” veza V6 je sa korteksom koji je neposredno rostralno u odnosu na njega, u interfejsu između okcipitalnog i parijetalnog režnja (V6A) (Fattori P. et al., 2010.). Ova oblast ima relativno direktne veze sa regionima frontalnog režnja koji kontrolišu pokrete ruku, uključujući i aktivnost premotornog korteksa (Fattori P. et al., 2010., Monaco S. et al., 2019.).





Polje 18 - Brodmanovo polje 18 čini najveći deo zapremine potiljačnog režnja. Polje 18 je deo okcipitalnog korteksa mozga čoveka, poznato i pod nazivom parastrijatno polje 18. Struka ga prepoznaje kao „oblast vizuelne asocijacije” ili V2, a ujedno je prva faza u obradi ili ekstrakciji retinopatskih slika iz V1. Kod čoveka se nalazi u delovima cuneusa, gyrus lingualisa (tzv. jezična vijuga) i lateral occipital gyrusa (lateralne potiljačne vijuge okcipitalnog režnja). Ovo polje se graniči sa jedne strane poljem 17 po Brodmanu, od kojeg se razlikuje po odsustvu Genarijeve trake (lat. Stria of Gennari), a sa druge strane peristrijatom 19 (Brodmann-1909). Topografski i citoarhitektonski je homologna parastrijatnoj oblasti 18 kod čoveka (Brodmann-1909). Njegove karakteristike su gust široki unutrašnji sloj zrnastih ćelija (IV), zatim poseban podsloj tzv. 3b blisko zbijenih velikih piramidnih ćelija lociranih u spoljašnjem piramidnom sloju (III) iznad sloja IV, na dalje uzan unutrašnji piramidni sloj (V) bez većih ganglijskih ćelija, veoma uzan gust multiformni sloj (VI) koji je sastavljen od malih polimorfni ćelija koje formiraju jasnu granicu sa subkortikalnom belom masom. Isto kao i polje 17 Brodmann-1905, polje 18 je relativno tanko jasnih granica između slojeva i ima mnoštvo granuliranih ćelija, uski sloj VI i oštru granicu između korteksa i subkortikalne bele mase.

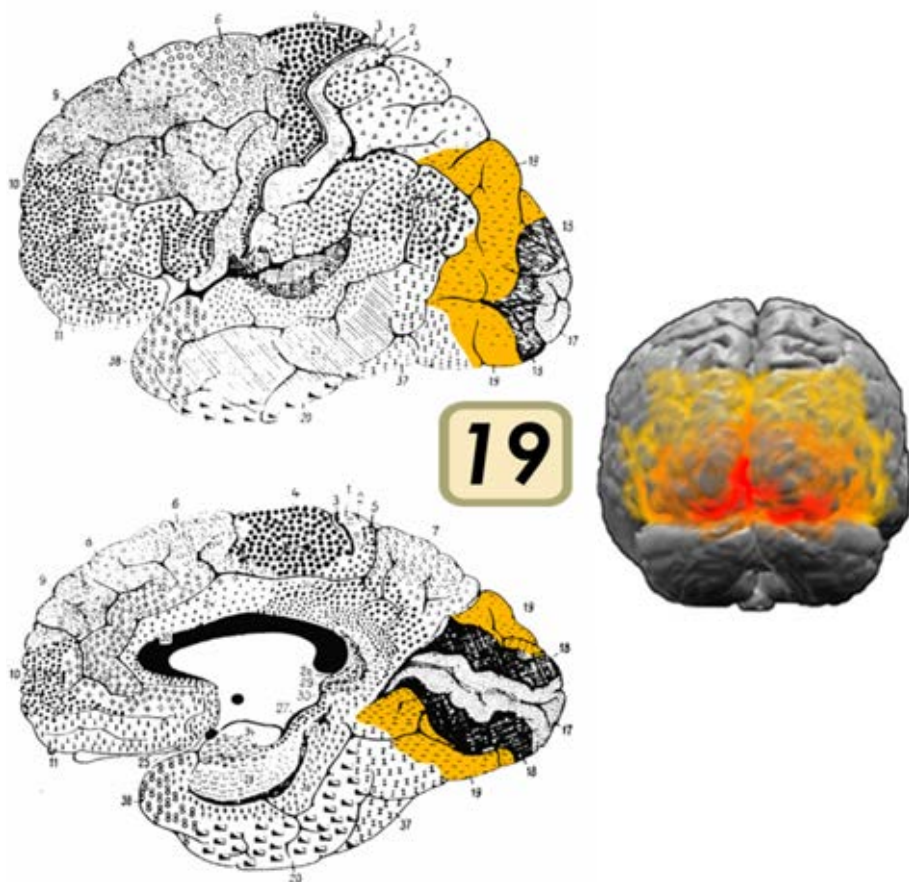


Brodmanova oblast 18 je prikazana narandžastom bojom na ovoj slici, a koja takođe prikazuje oblasti 17 (crvena) i 19 (žuta).

Polje 19 zajedno sa poljem 18 obuhvata ekstrastrijatni ili peristrijatni korteks okcipitalnog režnja u mozgu čoveka. Kod osoba sa očuvanim vidom ovo je oblast vizuelne asocijacije sa funkcijama ekstrakcije, prepoznavanja oblika, pažnje i multimodalne integracije. Kod čoveka se nalazi u delovima gyrus lingualisa (jezične vijuge), cuneusa, lateralne potiljačne vijuge i gornjeg okcipitalnog girusa potiljačnog režnja gde je približno ograničeno parijetookcipitalnom brazdom.

S jedne strane je ograničeno parastrijatom 18 koji ga okružuje,

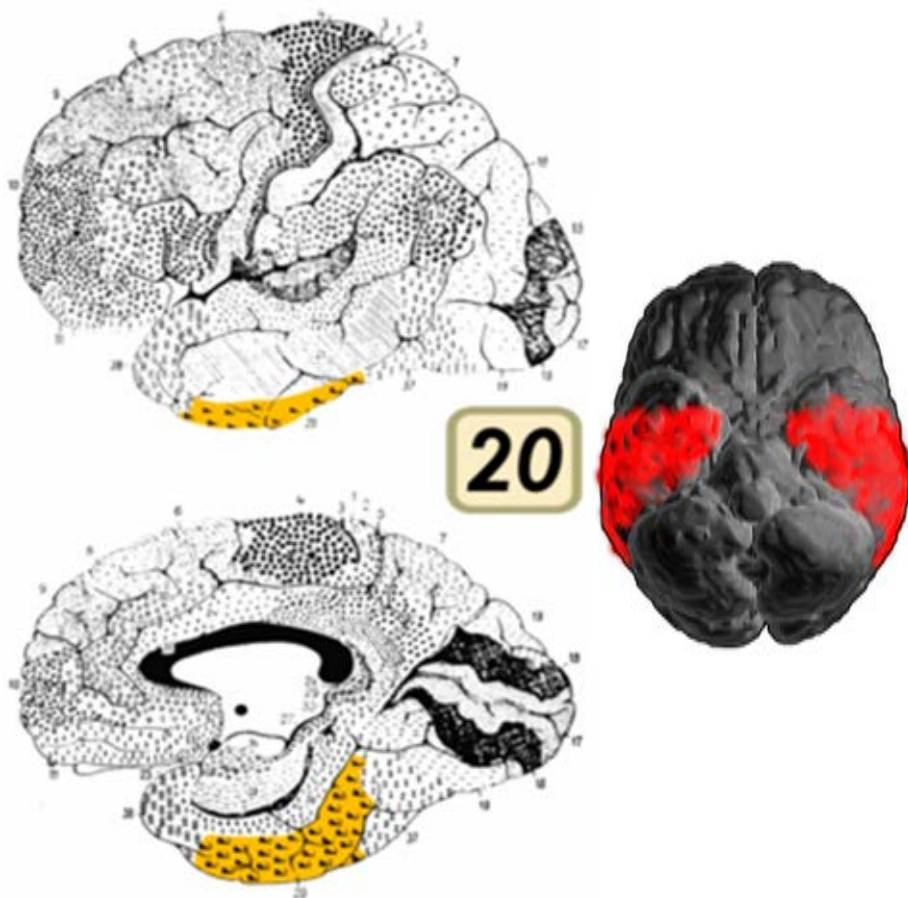
rostralno je omeđeno ugaonom površinom 39 i potiljačno-temporalnim poljem 37 (Brodmann-1909). Gledano citoarhitektonski u poređenju sa poljem 18 (Brodmann-1909), piramidne ćelije podsloja 3b spoljašnjeg piramidnog sloja (III) nisu tako gusto raspoređene, u ovom delu sloj nije tako uzan, a njegova granica sa unutrašnjim granularnim slojem (IV) je manje jasna. Na dalje ćelije u podsloju 3b su koncentrisane na njegovoj spoljašnjoj granici ostavljajući čistu zonu bez velikih piramidnih ćelija u 3b koje su koncentrisane na spoljašnjoj površini sloja IV. Granularne ćelije sloja IV su manje gusto raspoređene i pomešane su sa većim polimorfnim ćelijama tako da ovaj sloj ostaje prilično istaknut, malo proširen i nije samostalan. Unutrašnji piramidni sloj (V) čine piramidne ganglijske ćelije, većina grupisana u malim grupama što se u polju 18 ne vidi. Uopšteno gledano, polje 19 je nešto deblje i manje gusto od polja 18 (Kaas J.H., 1996.). Oblast 19 je histološki ocrтана traka koja se anterolateralno naslanja na vizuelnu oblast 18. Kod čoveka se smatra da ova traka sadrži regione vizuelnih oblasti V3, V4 i V5 poznate kao srednja temporalna oblast, i V6 poznate kao dorzomedijalna oblast kod primata. MR funkcionalno snimanje pokazuje postojanje različitih retinopatskih mapa unutar polja 19. Takođe različita polja koja ulaze u sastav polja 19 imaju recipročne veze sa poljima 17 i 18, kao i zadnjim parijetalnim i inferiornim temporalnim asocijativnim poljima. Zapaženo je da polje 19 prima signale iz mrežnjače preko gornjeg kolikula i pulvinara i može doprineti fenomenu slepog vida. Kod osoba slabovidih iz ranog detinjstva i mladosti otkriveno je da se ovo polje aktivira somatosenzornim stimulusima. Zbog ovih nalaza, smatra se da je oblast 19 tačka diferencijacije dva vizuelna toka tzv. vizuelnih puteva „šta” i „gde”. Po ovom saznanju dorzalni region može sadržati neurone osetljive na pokret, a ventralne oblasti mogu biti specijalizovane za prepoznavanje objekata (Hyvärinen J., 1981.).



Brodmanovo polje 19 prikazano žuto.

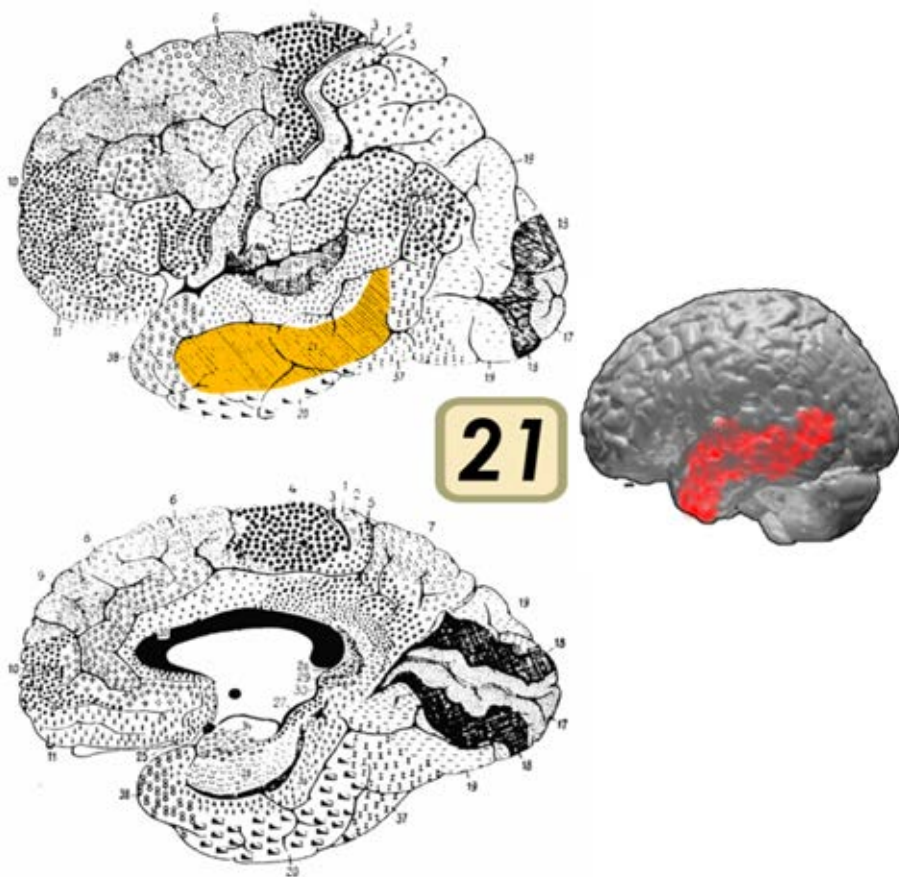
Polje 20 obuhvata veći deo ventralnog temporalnog korteksa za koji se veruje da igra ulogu u vizuelnoj obradi i memoriji prepoznavanja složenih obrazaca, kao i da je centar vestibularnog analizatora. Polje 20 je poznato i kao polje koje kod čoveka odgovara donjem temporalnom girusu. Citoarhitektonski je medijalno ograničeno ektorinalnim područjem 36, bočno srednjim temporalnim područjem 21, rostralno temporopolarnim područjem 38 i kaudalno okcipitotemporalnim područjem 37 (Brodmann-1909). Posebne karakteristike (Brodmann-1905) su te što je oblast 20 slična oblasti 19 po Brodmannu-1909 i relativnom mnoštvu malih tipova ćelija u odnosu na broj većih piramidnih ćelija, zatim ima veoma gust širok unutrašnji granularni sloj (IV) koji je sastavljen skoro

isključivo od zrnastih ćelija kao u polju 18. Na dalje sastoji se od širokog jasnog unutrašnjeg piramidnog sloja (V) sa nekoliko ćelija i posebnog multiformnog sloja (VI). Glavna razlika u odnosu na polje 18 i 19 je nešto manja gustina ćelija, odsustvo podele spoljašnjeg piramidnog sloja (III) na podslojeve 3a i 3b. Sloj V se više razlikuje od sloja VI jer u proseku ima veću gustinu piramidnih ganglijskih ćelija nego u drugim oblastima. Sloj VI je širi, difuzniji i ima manje ćelije koje su grupisane u spoljašnjem delu sloja da bi se proizveo gušći podsloj VIa i manje gust podsloj VIb.



Polje 21 je deo temporalnog korteksa u mozgu čoveka. Ovo polje obuhvata većinu lateralnog temporalnog korteksa, a poznato je i pod nazivom srednja temporalna oblast 21. Kod čoveka odgovara približno srednjem temporalnom girusu.

Polje 21 predstavlja vizuelni asocijativni korteks višeg reda sa srednjim sadržajem mijelina (Magnain C. et al., 2019.). Kao bočna temporalna regija, najverovatnije igra ulogu u slušnoj obradi i jeziku. Jezička funkcija je kod većine pojedinaca levo lateralizovana. Polje 21 je superiornije od polja 20, a inferiornije od polja 40 i 41.

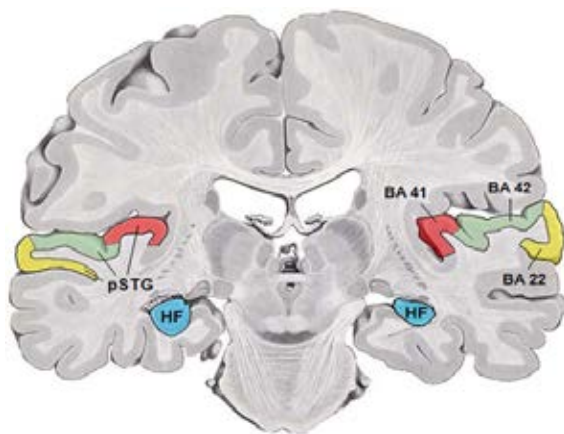


Rostralno je ovo polje ograničeno temporopolarnim područjem 38, ventralno donjim temporalnim poljem 20, kaudalno okcipito-temporalnim poljem 37, a dorzalno gornjim temporalnim poljem 22

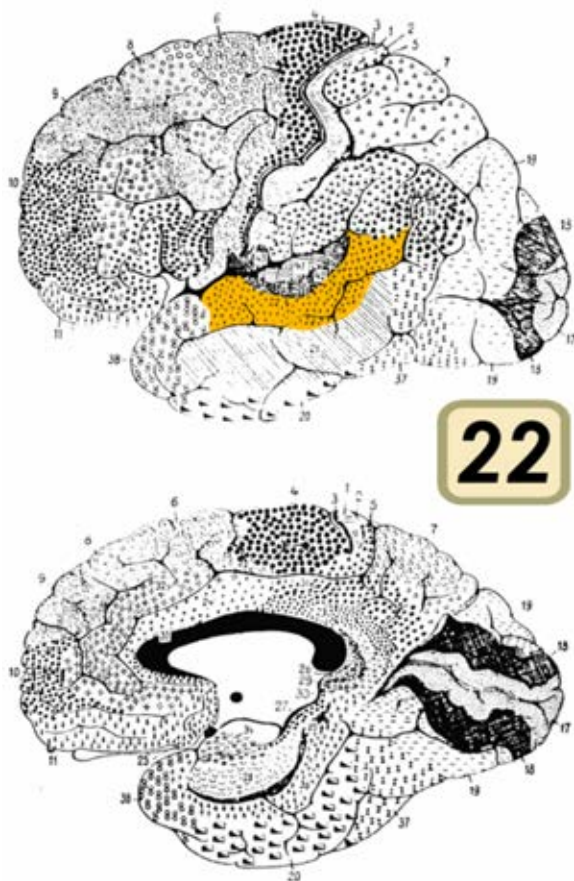
(Brodmann - 1909). Citoarhitektonski je homologno srednjoj temporalnoj oblasti 21 kod čoveka (Brodmann - 1909). U poređenju sa poljem 20, ukupna debljina kortikalne površine 21 je veća, granularne ćelije su manje bogate, a granica sa subkortikalnom belom masom je manje izražena. Takođe molekularni sloj (I) je širi, a piramidne ćelije podsloja 3b spoljašnjeg piramidnog sloja (III) su veće. Unutrašnji granularni sloj je manje razvijen i sadrži manje ćelija. Ganglijske ćelije unutrašnjeg piramidnog sloja (V) su veće, više okrugle i gusto raspoređene do sloja IV. Granica između sloja V i multiformnog sloja (VI) je nejasna, a sloj VI je širi i nema podslojeve (Magnain C. et al., 2019.).

Polje 22 po Brodmanu, citoarhitektonski je lokalizovano u zadnjoj gornjoj temporalnoj vijugi mozga. U levoj hemisferi je to deo Vernikeove oblasti (Binder J.R., 2015.). Ova zona je zapravo zona analizatora zvuka. Leva hemisfera pomaže u generisanju i razumevanju pojedinačnih reči, dok desna pomaže u razlikovanju visine tona i intenzitetu zvuka. Obe funkcije su neophodne za percepciju melodije i prozodiju (lingvistička disciplina koja se bavi proučavanjem onih elemenata govora koji su veći od vokala i konsonanata, deli se na intonaciju i akcentuaciju). Vernikeova oblast je aktivna oblast u obradi jezika i sastoji se od levog Brodmanovog polja 22 i 40, i supramarginalnog girusa. Rostralno je ograničena poljem 38, medijalno Brodmanovim poljem 42, ventrokaudalno Brodmanovim poljem 21, a dorzokaudalno Brodmanovim poljem 49 i 39. Pomenuti regioni korteksa okružuju donju zadnju Silvijevu fisuru (Sylvian fissure) (Binder J.R., 2015.). Brodmanovo polje relevantno za jezik obuhvata Brokino polje 44 i 45, kao i Vernikeovo polje 42 i 22. Brokino polje je odgovorno za tzv. proizvodnju jezika, a Vernikeovo za razumevanje jezika (Friederici A.D., 2017.). Brodmanovo polje 22 u kombinaciji sa Brodmanovim poljem 42 formiraju Vernikeovu oblast u gornjem temporalnom girusu temporalnog režnja. Citoarhitektonski posmatrano, polje 22 se nalazi u gornjem temporalnom girusu koji ga odvaja od primarnog i sekundarnog slušnog korteksa (Friederici A.D., 2017.). Brodmanovo polje 22 je povezano sa neverbalnom obradom zvuka u desnoj hemisferi mozga povezanom sa aktivacijom u slušnom korteksu. Više funkcije povezane sa jezikom u polju 22 podrazumevaju i proizvodnju rečenica, semantičku obradu kao i semantičku obradu složenih zvukova (Trans Cranial Technologies Ltd., 2012). Ova oblast podržava leksičko-semantičku obradu i odgovorna je za razumevanje i proizvodnju jezika. Pomenuto je i dokazano jer lezije Vernikeove oblasti koja podržava razumevanje jezika u temporalnom režanju, lezije levog

slušnog korteksa, posebno polja 22 se klinički prepoznaju po teškoćama u razumevanju izgovorenih reči tj. jeziku tzv. Vernikeova afazija ili receptivna afazija (Wernickeova /receptivna/ afazija). Prognostički posledica ove lezije zavisi od težine oštećenja na ovoj lokaciji, a najčešće je posledica moždanog udara (Friederici A.D., 2017.). Za osobe koje imaju Vernikeovu afaziju je karakteristično da imaju očuvanu intonaciju i brzinu govora ali ne razumeju izgovorene reči, tako da ove osobe nemaju ni svest da prave greške u odabiru reči i razumevanju govora te on poprima salatu od reči (Acharya A.B., 2019.). Dijagnoza se utvrđuje uglavnom MR mozga uz funkcionalnu MR (neuroimaging tehnika koja se koristi da bi se razumelo kako se jezik obrađuje u Brodmanovom polju 22) (Ardila A. et al., 2016.). MR je tehnika koja se koristi za proučavanje zapremine sive i bele mase u Brodmanovom polju 22 kako bi se detektovali deficiti u strukturnoj zapremini (Mitelman S.A. et al., 2003.). Brodmanovo polje 22 je odvojeno od primarnog i sekundarnog slušnog korteksa citoarhitektonskom parcelacijom (svako polje je povezano sa različitim lokacijama u mozgu u okviru citoarhitektonske parcelacije kako bi se mogla ilustrovati njegova funkcionalna aktivnost) (Friederici A.D., 2017.). Korišćenje parcelacija međusobno povezanih uključuje veze između belih vlakana sa različitim oblastima u mozgu. Ovako povezana citoarhitektonska parcelacija i parcelacije zasnovane na povezanosti su dva oblika deljenja u mozgu na strukturu i konekciona vlakna u Brodmanovom polju 22.

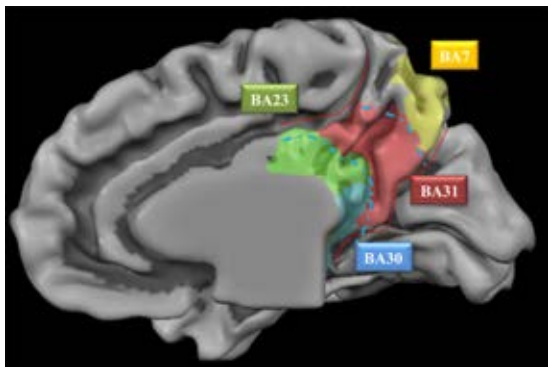


Koronarni presek ljudskog mozga Brodmanovo polje 22, na slici prikazano žutom bojom.



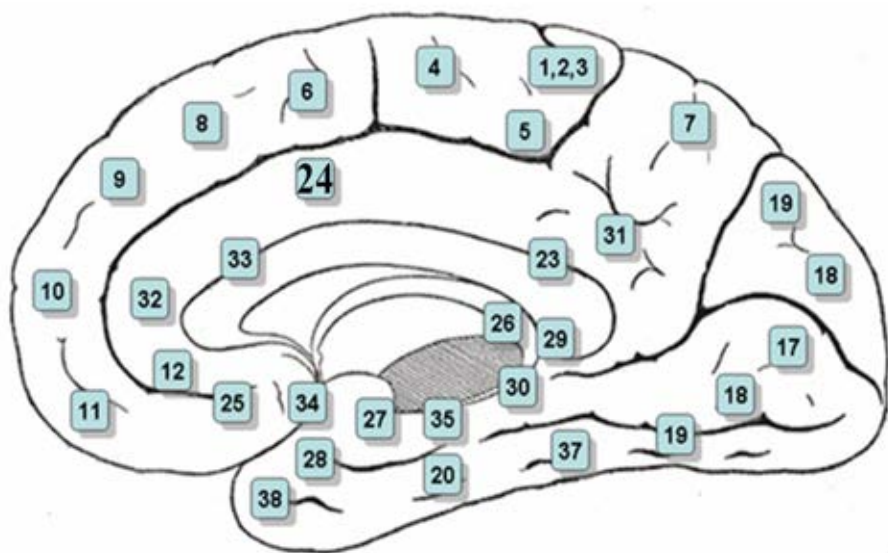
Polje 23 je poznato i kao ventralna zadnja cingularna oblast 23. Brodmanovo polje 23 se nalazi unutar zadnjeg cingularnog korteksa, između polja 30 i 31 i na medijalnom zidu cingularnog girusa između kalozalnog sulkusa i cingularnog sulkusa. Kod čoveka zauzima veći deo zadnjeg cingularnog girusa pored corpus callosuma. Na najudaljenijem kaudalnom delu ovo polje je ograničeno približno parijetookcipitalnom brazdom, dozalno zadnjim cingularnim područjem 31, rostralno ventralnim cingularnim područjem 24, a ventrorostralno u svojoj kaudalnoj polovini retrosplenijalnom regijom (Brodmann-1909). Neke od karakteristika polja 23 (Brodmann-1905) su: relativno tanak korteks, preovlađuju manje ćelije, gustina multiformnog sloja (VI) je velika, stvara jasnu granicu sa subkortikalnom belom masom, unutrašnji granularni sloj (IV) je dobro razvijen, unutrašnji piramidni sloj (V) je sloj gusto

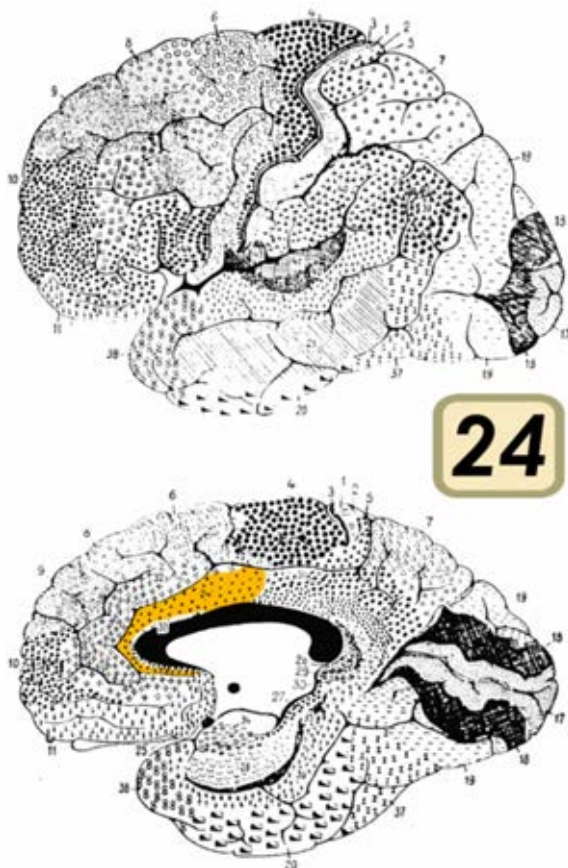
zbijenih okruglih srednjih ganglijskih ćelija koncentrisanih na granici sa slojem IV, slojevi V i VI su uski jasno međusobno odvojeni (Vogt B.A. et al., 1987.).



Na slici je prikazan medijalni presek ljudskog mozga, markirano polje 23.

Polje 24 je kod čoveka poznato kao ventralna prednja cingularna oblast 24 (odnosi se na podpodelu citoarhitektonski definisanog regiona cingularnog korteksa moždane kore, area cingularis anterior ventralis). Ovo polje zauzima veći deo prednje cingularne vijuge u luku oko genua corpus callosuma. Njegova spoljna granica približno odgovara cingularnoj brazdi. Citoarhitektonski polje 24 je iznutra ograničeno pregenualnim područjem 33, spolja dorzalnom prednjom cingularnom površinom 32, a kaudalno sa ventralnom zadnjom cingularnom površinom 23 i dorzalnom zadnjom cingularnom površinom 31. Polje 24 uključuje i delove cingularne vijuge i frontalnog režnja. U ovom polju je korteks tanak, nedostaje mu unutrašnji granularni sloj (IV) tako da su debele piramidne ćelije gusto raspoređene. Podsloj 3b spoljašnjeg piramidnog sloja (III) spajaju sa sličnim ćelijama unutrašnjeg piramidnog sloja (V). Polje 24 ima multiformni sloj (VI) koji je veoma tanak (Brodman-1905). Brodman je ovu oblast kasnije podelio na dve oblasti, oblast 24 od Brodmanna-1909 i oblast 25 od Brodmanna-1909 (Brodmann-1909). Na dalje Vogt et. al., su ovu oblast podelili na tri oblasti kod rezus majmuna (*Macaca mulatta*): 24a „pored kalozalne brazde”, 24b „ima jasnije definisane slojeve II,III i VI” i 24c „donja linija prednje cingularne brazde” (Vogt B.A. et al., 1987.).





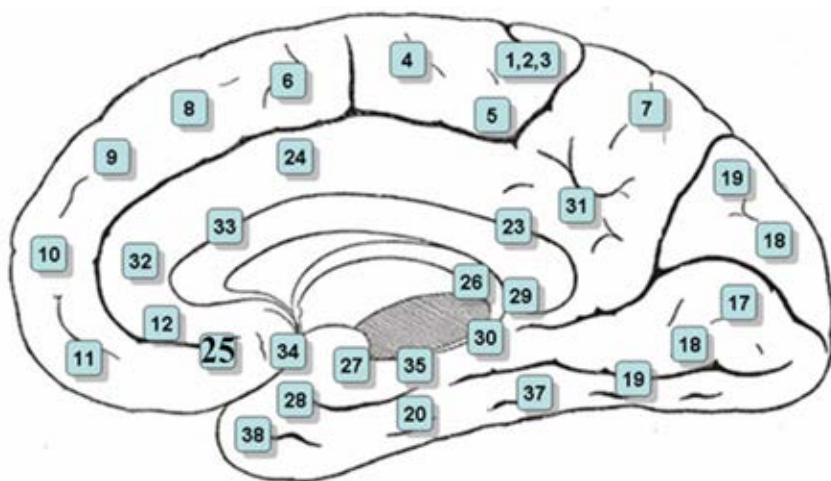
Polje 25 po Brodmanu je definisao sam Korbinian Brodmann. Kao subgenualna cingularna oblast u moždanoj kori nalazi se u predelu cingula kao uska traka u kaudalnom delu subkaloalnog polja (ispod corpus callosuma) pored paraterminalnog girusa (nucleus septi medialis). Anatomski je postavljeno tako da zadnji parolfaktorni sulkus (parolfactory sulcus) odvaja paraterminalni girus od polja 25, dok se rostralno graniči sa prefrontalnim poljem 11 po Brodmanu. Prvobitno, Brodman je ovu oblast označio kao deo oblasti 24, a iste 1909.godine je označena kao sada, s tim što je podelio na polja 24 i 25 (Archived January 21, 2007, at the Wayback Machine braininfo.rprc.washington.edu).

Ovo polje je izuzetno bogato transporterima serotonina i smatra se guvernerom za veliku mrežu koja objedinjuje oblasti kao što su

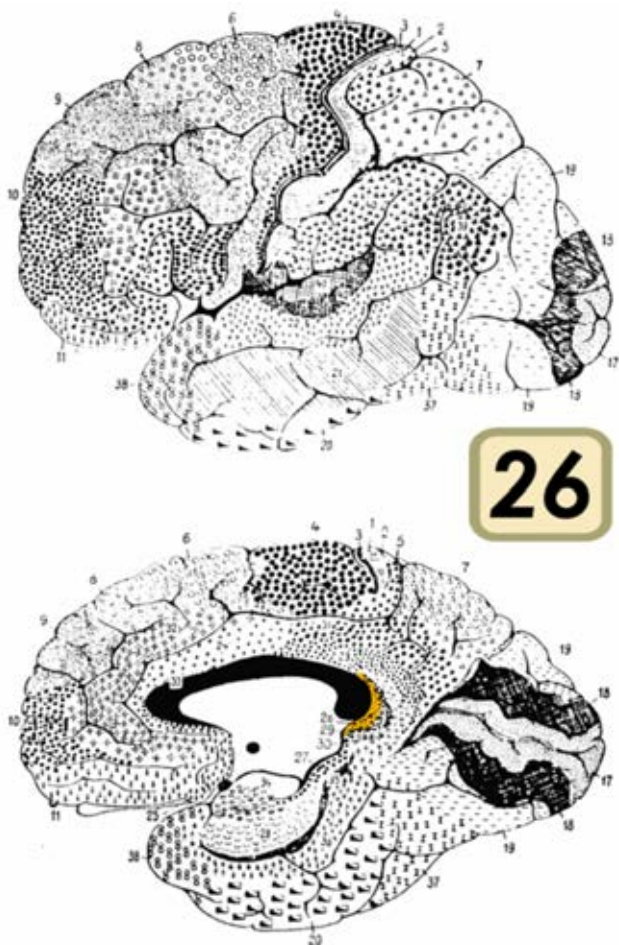
hipotalamus i moždano stablo, a što utiče na promene u apetitu i spavanju. Zatim amigdala i insula koji utiču na raspoloženje i anksioznost, potom hipokampus koji igra važnu ulogu u formiranju memorije. Neki delovi frontalnog korteksa su odgovorni za samopoštovanje („Faulty Circuits”, 2010.), a ovaj region je posebno važan za obradu tuge (Mayberg H.S. et al., 1999., Phan K.L. et al., 2002.). Takođe je značajno napomenuti da subkalosalni cingularni girus, kojeg čini polje 25 i delovi polja 24 i 32, igra važnu ulogu kod depresije. Kao takvo je važno područje za stimulaciju i lečenje ovoga poremećaja (Hamani C. et al., 2011.). Postoje brojne studije rađene na ovu temu, jedna je otkrila da je polje 25 previše aktivno kod oblika depresije otporne na lekove (Deep Brain Stimulation for Treatment-Resistant Depression neuron.org, 2005.). Druga teorija je utvrdila da je metabolička hiperaktivnost ove oblasti povezana sa lošim terapijskim odgovorom osoba sa velikim depresivnim poremećajem na kognitivno-bihejvioralnu terapiju i Venlafaksin ili Velafax lek za depresiju (Konarski J.Z. et al., 2009.). 2005.godine Helen S. Maiberg i saradnici su opisali u radu uspeh lečenja kod teškog oblika depresije kod osoba koje su pored dugogodišnje terapije razgovorom i lekovima tretirane i elektrokonvulzivnom terapijom, dubokom moždanom stimulacijom pomoću elektroda poput pejsmekera (Lozano A.M. et al., 2011.). Potom su 2013. godine Walker i Lawson sprovedli istraživanje neurofeedbacka na 183 osobe obolele od depresije rezistentne na lekove. Neurofeedback je posebno bio usmeren na polje 25 po Brodmanu. Tretman se sastojao od 6 neurofeedback sesija u trajanju od 20 minuta tokom tri nedelje. 84% obolelih je nakon godinu dana imalo smanjenje simptoma depresije za više od 50%. Svega 9% obolelih je imalo umanjeње simptoma depresije za oko 20 do 50%, a svega 7% je prijavilo znatno manje poboljšanje 0 do 20%. Svega 1% obolelih je u početnoj fazi lečenja imalo pozitivne efekte na terapiju, ali je kod njih zabeležen recidiv simptoma depresije pre nego što je završena godina praćenje. U ovoj studiji nisu primećeni neželjeni efekti ili komplikacije tokom lečenja (Walker J., 2013.). Studija je otkrila da je transkranijalna magnetna stimulacija klinički efikasnija u lečenju depresije kada je usmerena direktno na polje 46 po Brodmanu. Razlog tome je što ovo polje ima intrinzičnu funkcionalnu povezanost (negativna korelacija) sa poljem 25 (Fox M.D. et al., 2012.). Druga studija je otkrila da kortizol utiče na reakcije u polju 25 na gledanje tužnih stimulansa (Sudheimer K.D. et al., 2013.). Navedeno sugerise da promene aktivnosti u polju 25 povezane sa depresijom mogu biti posledica disregulacije na nivou osovine hipotalamus-hipofiza-nadbubrežne žlezde.

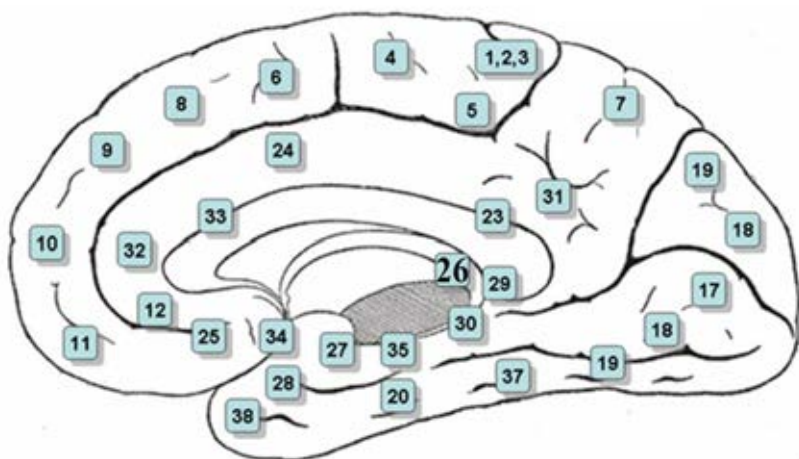


25



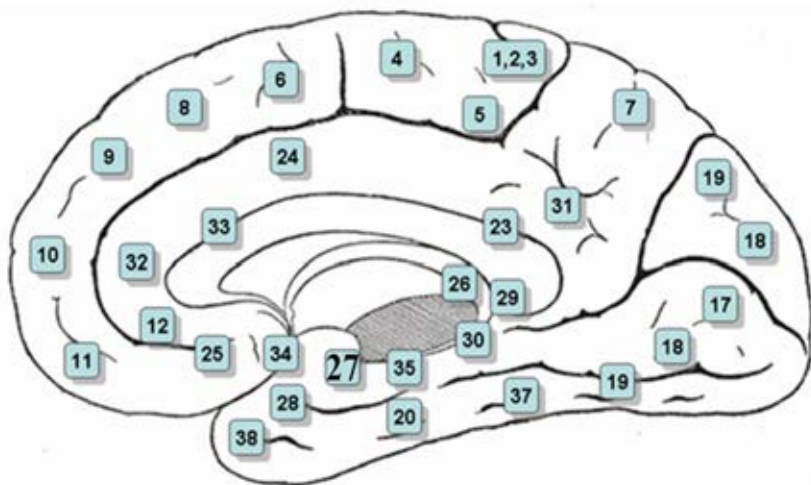
Polje 26 je naziv za ektosplenijalno polje 26, a čini mali deo mozga čoveka. To je citoarhitektonski definisani deo retrosplenijalne regije korteksa velikog mozga. Ovo polje podrazumeva usku traku koja se nalazi u isthmusu cingularne vijuge pored fasciolarnog girusa iznutra. Spolja je ograničeno granularnom retrolimbičkom površinom 29 (Brodmann -1909). Polje 26 je najmanje kod majmuna, a predstavlja korteks manje diferenciran i manji kod majmuna i čoveka nego kod drugih vrsta. Brodman ga je smatrao topografski i citoarhitektonski homolognim kombinovanom ljudskom ektosplenijalnom polju 26, granularnom retrolimbičkom polju 29 i angularnom retrolimbičkom polju 30 (Brodmann -1909). Posebne karakteristike (Brodmann-1905) su tanak korteks i veoma naglašeni ali uski slojevi.





Medijalna površina mozga sa Brodmanovim poljima označenim brojevima.

Polje 27 po Brodmanu je citoarhitektonski definisana kortikalna oblast koja predstavlja rostralni deo parahipokampalnog girusa. Obično se smatra sinonimom za presubiculum (presubikulum je anatomski važan region koji leži između entorinalnog korteksa (entorhinal cortex je oblast alokorteksa mozga i CA1, ulaznog i izlaznog regiona hipokampalnog kola) (Kobayashi Y., 2017.). Dorzalni deo presubikuluma je poznatiji kao postsubikulum (Swanson L.W. et al., 1977.) i interesantan je jer sadrži ćelije koje reaguju na smer okretanja glave (Taube J.S. et al., 1990.).





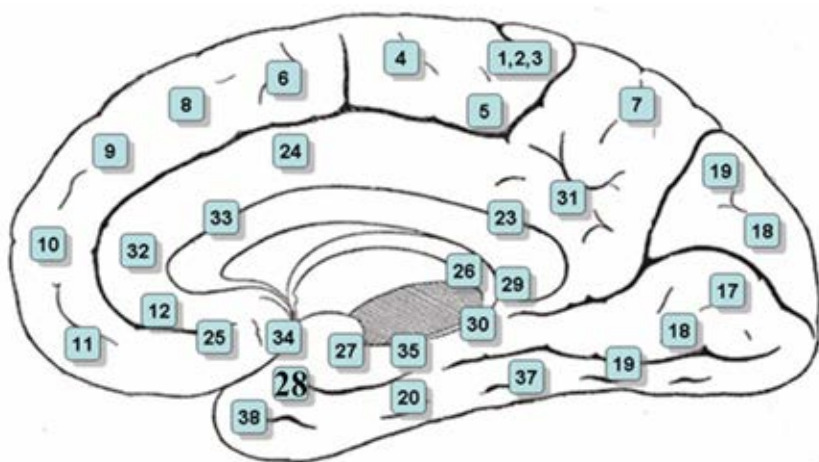
Polje 28 po Brodmanu se nalazi na medijalnom delu temporalnog režnja i u delu entorinalnog kompleksa (Brodmann K., 1909.). Molekularni sloj (I) je neobično širok, a spoljašnji zrnasti sloj (II) sadrži gnezda uglavnom multipolarnih ćelija. Zatim, spoljašnji piramidni sloj (III) sadrži piramidalne ćelije srednje veličine koje se spajaju sa ćelijama unutrašnjeg piramidnog sloja (V), čista zona bez ćelija predstavlja sloj Vb sloja V, dok je mutiformni sloj širok i ima manje jasnu dvoslojnu strukturu, a unutrašnji granularni sloj (IV) je potpuno odsutan.

Kod čoveka polje 28 i 34 po Brodmanu zajedno čine približno entorinalni korteks (Albert T. et al., 2018.).

Entorinalni korteks, kao što je već napomenuto, je oblast alokorteksa mozga, smešten u medijalnom temporalnom režnju. Funkcija entorinalnog korteksa je široko rasprostranjeno mrežno čvorište koje igra ulogu u pamćenju, navigaciji i percepciji vremena. On je glavna veza između hipokampusa i neokorteksa. Relacija entorinalni korteks - hipokampus igra važnu ulogu u autobiografskim, epizodičnim i semantičkim sećanjima, posebno u prostornom sećanju i funkcionisanju uključujući memoriju za tu funkciju, konsolidaciju memorije i optimizaciju memorije u snu. Entorinalni korteks je pored navedenog odgovoran i za prethodnu obradu (tzv. familijarnost) ulaznih signala u odgovoru membranske ekscitacije u klasičnom kondicioniranju tragova. U ovom delu korteksa nastaje i asocijacija impulsa iz oka i uva. Ono što je najbitnije u ovim navodima je činjenica da ova oblast biva prva zahvaćena u slučaju Alchajmerove bolesti. Ovu konstataciju je utvrdila studija funkcionalne MR koja je lokalizovala ovo polje na lateralnom entorinalnom korteksu (Khan U.A. et al., 2014.). Lopez i saradnici su u multimodalnoj studiji pokazali da postoje razlike zapremine levog entorinalnog korteksa kod osoba sa znacima progresne Alchajmerove bolesti i pacijenata sa stabilnim blagim kognitivnim oštećenjem. Isti autori su dokazali da zapremina levog entorinalnog korteksa inverzno korelira sa nivoom sinhronizacije faze alfa opsega između desnog prednjeg cingularnog i temporo - okcipitalnog predela (López M.E. et al., 2014.). 2012.godine su u neuronauci rađena istraživanja koristeći virtuelnu taksi igru povezanu sa sedam pacijenata sa dijagnozom epilepsije i sa već unapred ugrađenim elektrodama, pri tom omogućavajući istraživačima da prate aktivnost neurona kad god se formiraju uspomene. Stimulišući neurone entorinalnog korteksa ispitanika dok su učili, zaključili su da se bolje kreći kroz različite rute i da brže prepoznaju zadate orijentire. Ovo je ukazivalo na poboljšanje prostorne memorije (Suthana N. et al., 2012.). Studija je pokazala da bez obzira na pol, mladi odrasli koji imaju veću aerobnu kondiciju takođe imaju i veći volumen entorinalnog korteksa. Ovo ukazuje da aerobne vežbe (vežbe disanja) i vežbanje uopšte mogu imati pozitivan efekat na mozak posebno sistem memorije medijalnog temporalnog režnja koji uključuje i entorinalni korteks kod zdravih mladih odraslih osoba (Center, Boston University Medical, 2022.).



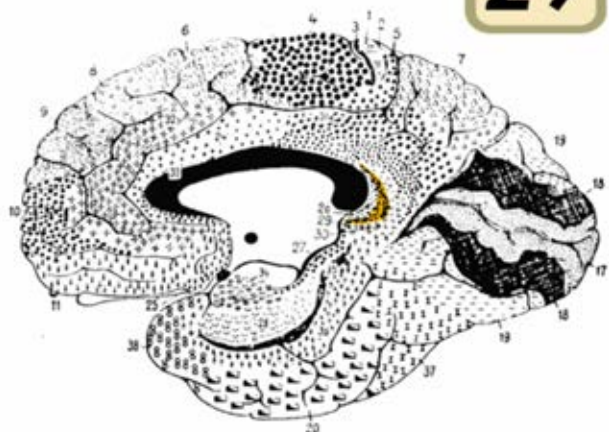
28

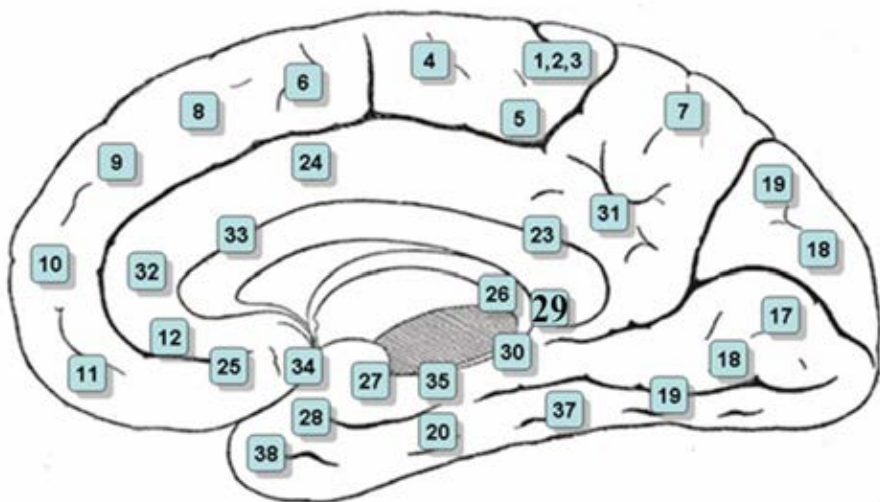


Polje 29 po Brodmanu poznato je i kao granularna retrolimbička oblast 29 ili granularni retrosplenialni korteks (gRSC). Ovo polje je cito-arhitektonski definisano kao deo retrosplenialnog regiona cerebralnog korteksa. Polje 29 podrazumeva usku traku koja se nalazi u isthmusu cingularne vijuge. Iznutra je ograničeno ektosplenialnom površinom 26, a spolja agranularnom retrolimbičkom zonom 30 (Brodman-1909). Brodman je o ovoj oblasti rekao sledeće: „Neuobičajena regresija sloja II zajedno sa slojem III nalazi se u granularnom retrosplenialnom korteksu, ilustrovano od 38 do 41 za četiri različite životinje. Ovde, pored regresije slojeva II i III, postoji fuzija originalnih slojeva V i VI i istovremeno izolovano masivno povećanje unutrašnjeg granularnog sloja, koji je posebno granuliran 38min sloj 39,...” (Brodman K., 2005. [1909]).



29

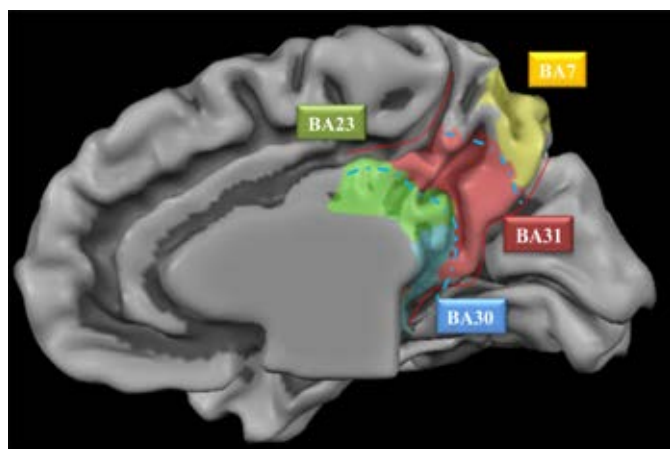




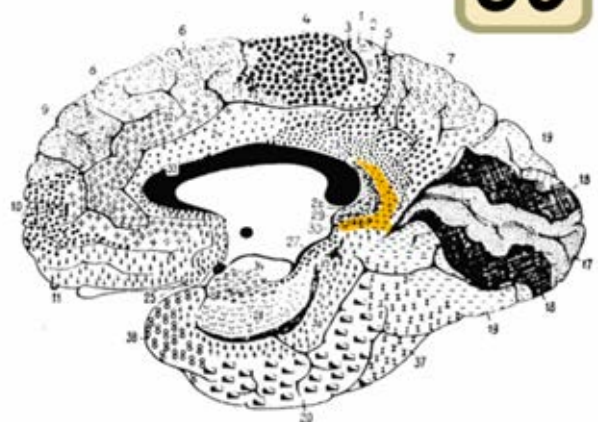
Na medijalnoj površini mozga prikazano polje 29.

Polje 30 po Brodmanu je poznato i po imenu agranularna retrolimbička oblast 30. Ovo polje je zapravo podpodela citoarhitektonski definisanog retrosplenalnog regiona cerebralnog korteksa. Kod čoveka je smešteno u isthmusu cingularne vijuge. Gledano citoarhitektonski, iznutra je ograničeno granularnom retrolimbičkom površinom 29, dorzalno ventralnom zadnjom cingularnom površinom 23 i ventrolateralno ektorinalnom površinom 36 (Brodmann - 1909). Brodmanova oblast 30 kod primata, pokazuje projekcije na srednji dorzolateralni prefrontalni korteks (Brodmanove oblasti 9 i 46) (Morris R. et al., 1999.) i talamus (Robertson R.T. et al., 1981.). Pored svega navedenog oko 20% kortikalnih ulaza u entorinalni korteks potiče od retrosplenalnog korteksa (Insausti R. et al., 1987.). Osobe sa lezijom polja 30 po Brodmanu, tj. lezijom retrosplenalnog korteksa, klinički pokazuju disfunkciju u svojoj topografskoj orijentaciji (Maguire E., 2001.) uključujući i moguće greške u topografiji ovoga polja i okruženju.

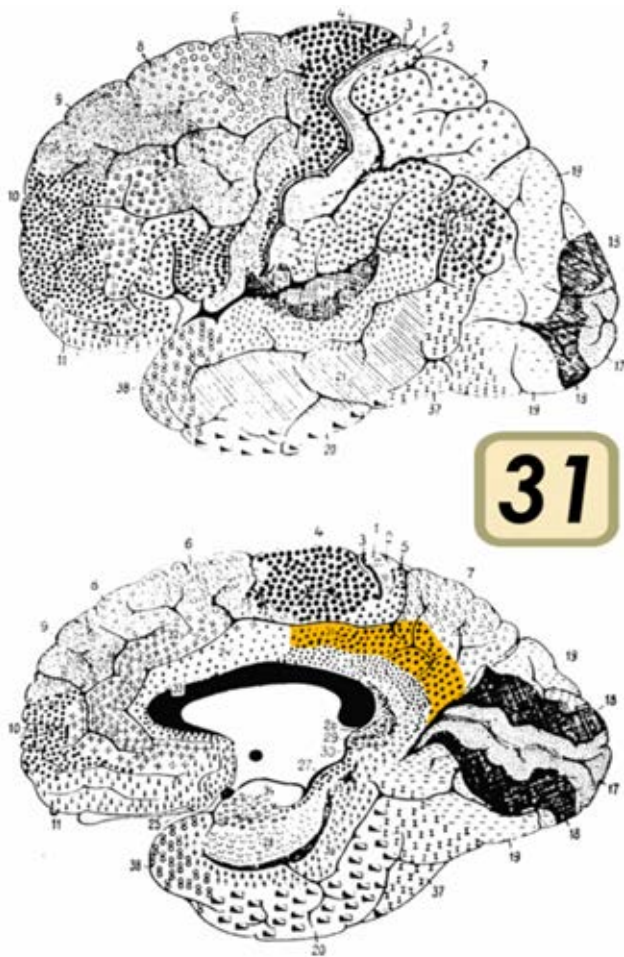
Medijalna površina ljudskog mozga, Brodmanovo polje 30 na slici je prikazano plavom bojom.



30

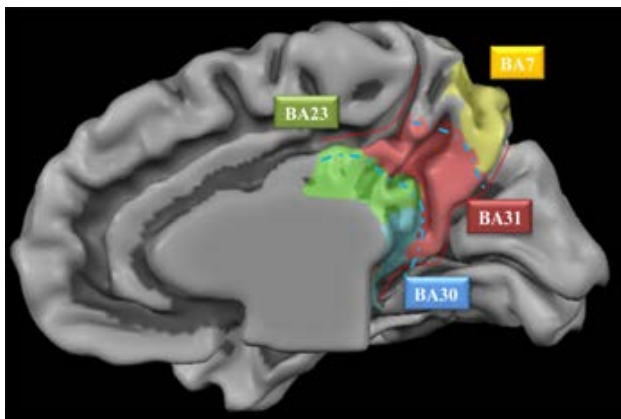


Polje 31 po Brodmanu, poznato je i pod nazivom dorzalna zadnja cingularna oblast 31. Ovo polje je pododeljenje citoarhitektonski definisanog cingularnog regiona moždane kore (Stoitsis J. et al., 2008.). Polje 31 kod čoveka zauzima delove zadnje cingularne vijuge i medijalni aspekt parijetalnog režnja. Približno granice ovoga polja su dorzalno cingularna brazda i kaudalno parijeto - okcipitalna brazda. Ovo polje delimično okružuje subparijetalnu brazdu, ventralni nastavak cingularne brazde u parijetalnom režnju.



Polje 31 je rostralno ograničeno ventralnim prednjim cingularnim poljem 24, ventralno ventralnim zadnjim cingularnim poljem 23, dorzalno gigantopiramidalnim poljem 4 i preparijetalnim poljem 5, a

kaudalno gornjim parijetalnim poljem 7 (Brodmann - 1909).



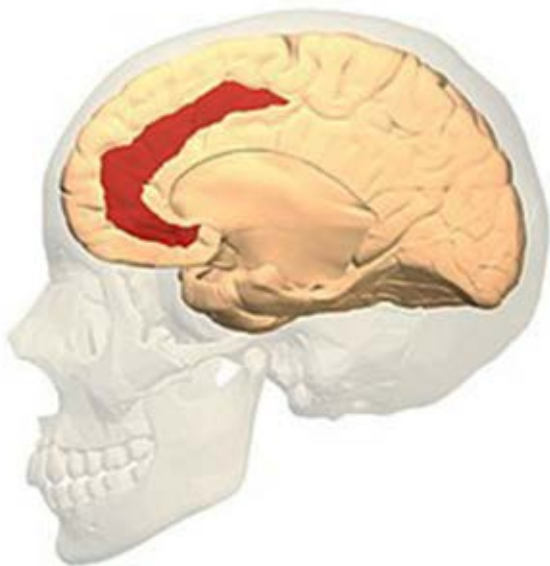
Medijalna površina ljudskog mozga, Brodmanovo polje prikazano crvenom bojom.

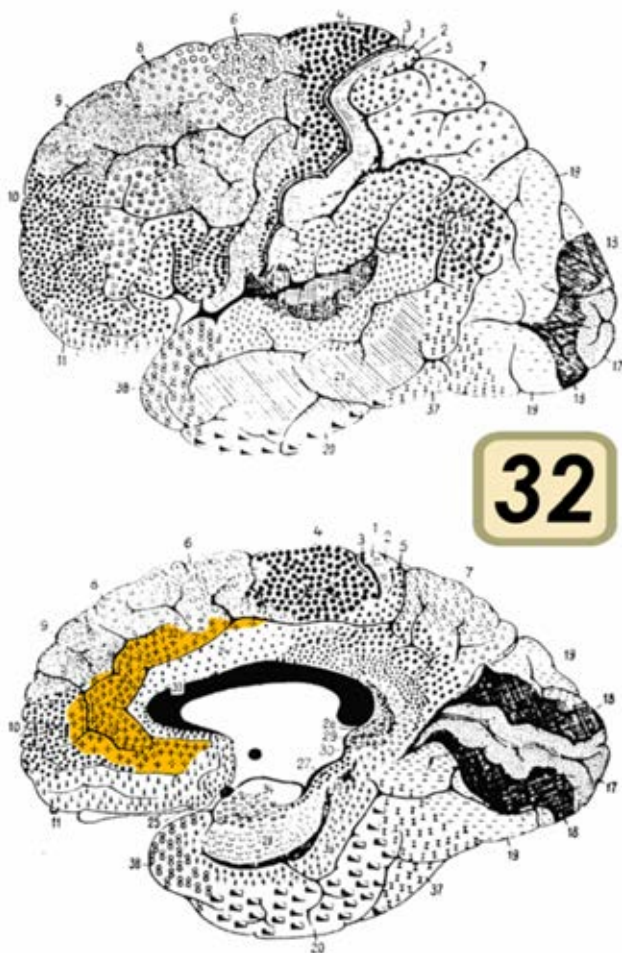
Polje 32 po Brodmanu naziva se još i dorzalna zona prednjeg cingularnog korteksa i odnosi se na podelu citoarhitektonski definisanog cingularnog korteksa. Kod čoveka ova oblast formira spoljašnji luk oko prednjeg cingularnog girusa. Unutrašnju granicu definiše otprilike cingularna brazda, a njegovu ventralnu granicu gornja rostralna brazda. Rostralno se ova oblast prostire skoro do ivice frontalnog režnja. Citoarhitektonski je iznutra ograničena ventralnom prednjom cingularnom površinom 24, spolja medijalnim marginama agranularne frontalne oblasti 6, intermedijalnom frontalnom površinom 8, granularnom frontalnom površinom 9, zatim frontopolarnom površinom 10 i na kraju prefrontalnim poljem 11 (Brodmann - 1909).

Dorzalna regija prednjeg cingularnog girusa povezana je sa racionalnim misaonim procesima, koji su posebno aktivni tokom Strupovog testa. Strupov efekat u psihologiji predstavlja kašnjenje u vremenu reakcije između neutralnog i nekongruentnog stimulusa. Ovaj efekat je iskorišćen za kreiranje testa (Strupov test) koji se primenjuje vrlo često u kliničkoj praksi i istraživanju. Ovaj test demonstrira efekat koji se javlja kada postoji nesklad između reči za boju (npr. plava, zelena ili crvena) i boje fonta u kojoj je štampana (npr. reč crveno štampana plavim fontom). Klinički se prepoznaje kada se od osobe traži da imenuje boju fonta za svaku reč u nizu reči, potrebno joj je više vremena i sklona je greškama kada su reči za boje štampane neskladnim bojama fonta (npr. potrebno je duže da se kaže „plavo” kao odgovor na reč crvena u

plavom fontu, nego kao odgovor na neutralnu reč iste dužine, kao kod reči plavi font) (Scarpina T., 2017.).

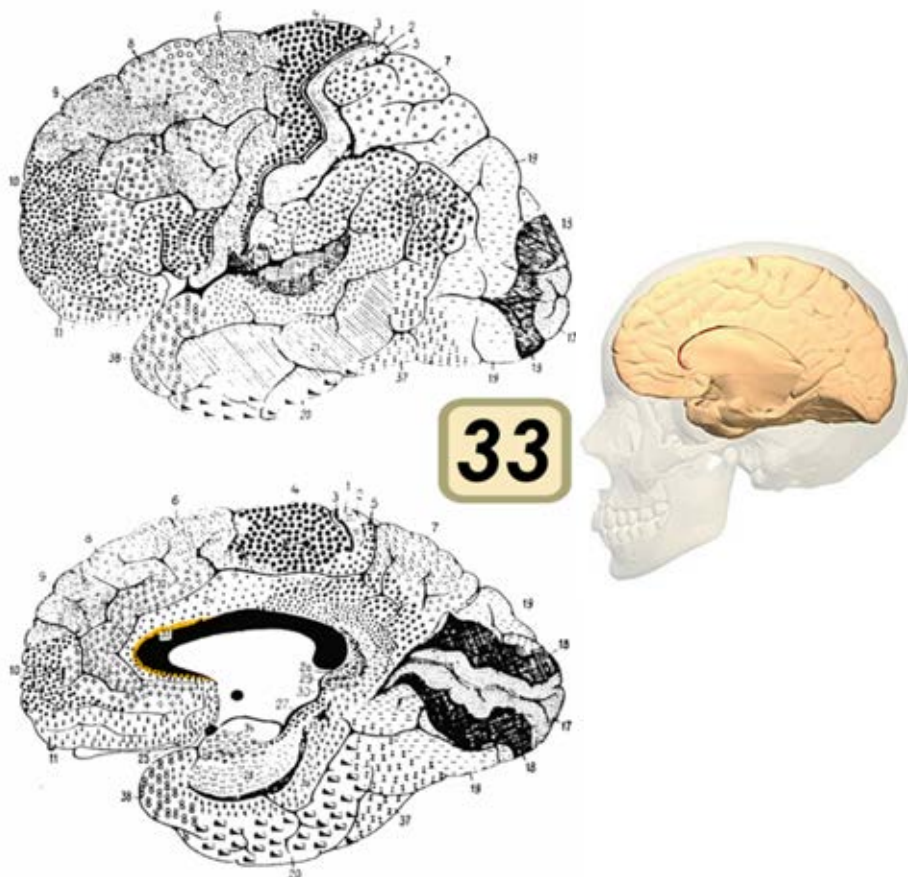
U genonu, Brodmanovo polje 32 je pododeljenje citoarhitektonski cingularnog regiona moždane kore. Ranije je ova oblast nazvana polje 25 u Brodmannu-1905. i označena je sa 25 na slici koju je dao Brodmann u Maussu - 1908. Međutim, ova oblast je označena brojem 32, a naziv „oblast 25” je vezana za polje koje je tada prihvaćeno kao polje 25 u Brodmannu - 1909 (Vogt-87). Karakteristike prema Brodmannu - 1905, su za razliku od polja 6 u Brodmann-1909, oblast korteksa 32 je reaktivno deblja, prelaz iz korteksa u belu masu je postepeniji, raspodela ćelija je manje gusta i ne postoji jasna razlika između unutrašnjeg piramidnog sloja (V) i multiformnog sloja (VI). Ovo polje je slično polju 6 po opštem odsustvu različitih slojeva, posebno unutrašnjeg granularnog sloja (IV). Razlikuje se po tome što su ćelije manje i postoji povećana gustina piramidnih ćelija srednje veličine na nivou sloja IV. Na ovakav način definisane ćelije u oblasti 32 čine je sličnom susednoj oblasti 24 po Brodmannu - 1909. Od oblasti 24 se razlikuje po većoj debljini i posebno debelom sloju VI koji se postepeno stapa sa subkortikalnom belom masom. Brodmann - 1909 smatra da je oblast 32 topografski, ali ne i citoarhitektonski, homologna dorzalnoj prednjoj cingularnoj oblasti 32 kod čoveka, oblast 25 Vokera - 1940, je topografski homologna oblasti 32.





Brodmanova oblast 32 je prikazana narandžastom bojom.

Polje 33 po Brodmanu poznato je kao pregenualna oblast 33 i podpodela je citoarhitektonski definisanog cingularnog regiona moždane kore. Ovo polje je uska traka koja se nalazi u prednjem cingularnom girusu pored suprakalosalnog girusa u dubini kaloznog sulkusa, blizu kolena corpus callosuma (Nicolae L. et al., 2010.). Citoarhitektonski je ograničeno ventralnim prednjim cingularnim poljem 24 i suprakalosalnim girusom (Brodmann - 1909). Pregenualna oblast 33 je u velikoj meri uključena u emocije, posebno one koje se odnose na sreću (Vogt B.A., 2005., Gasquoine Ph.G., 2013.).

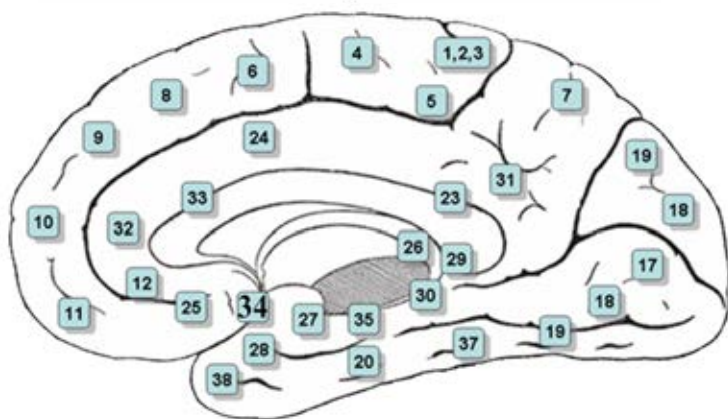
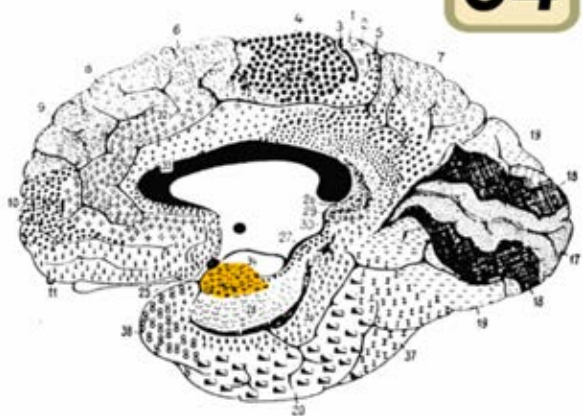


Brodmanova oblast 33 prikazana narandžastom bojom.

Polje 34 po Brodmanu opisano je kao deo entorinalnog polja (Insausti R. et al., 2019.) i gornje temporalne vijuge (Lanius R.A. et al., 2005.). Entorinalno polje je glavni transfer između hipokampusa i neokorteksa, a uključeno je u proces pamćenja, navigaciju i percepciju vremena (Tsao A. et al., 2018.). Lezija Brodmanovog polja 34 dovodi do ipsilateralne anosmije.



34



Polje 34 prikazano na medijalnoj površini mozga.

Polje 35 i 36 po Brodmanu čine zajedno peririnalni korteks. Citoarhitektonski su definisani u temporalni region moždane kore.

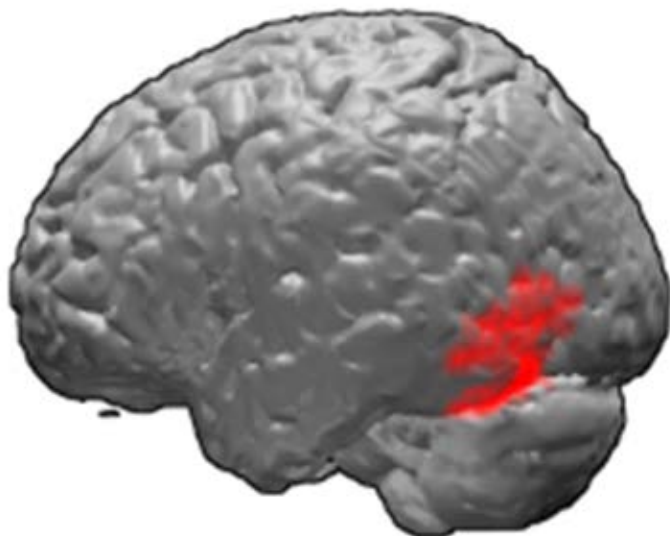
Polje 35 po Brodmanu, poznato je i kao peririnalna oblast 35. Ono predstavlja pododeljenje citoarhitektonski definisano u hipokampalnoj zoni moždane kore. Kod čoveka se nalazi duž rinalne brazde. Medijalno je ograničeno entorinalnim poljem 28, a bočno entorinalnim poljem 36. Tokom svog rada Brodman je pronašao citoarhitektonski homologno polje kod majmuna (*Cercopithecus*) ali pošto je bilo jako slabo razvijeno izostavio ga je iz kortikalne karte (Brodman - 1909).

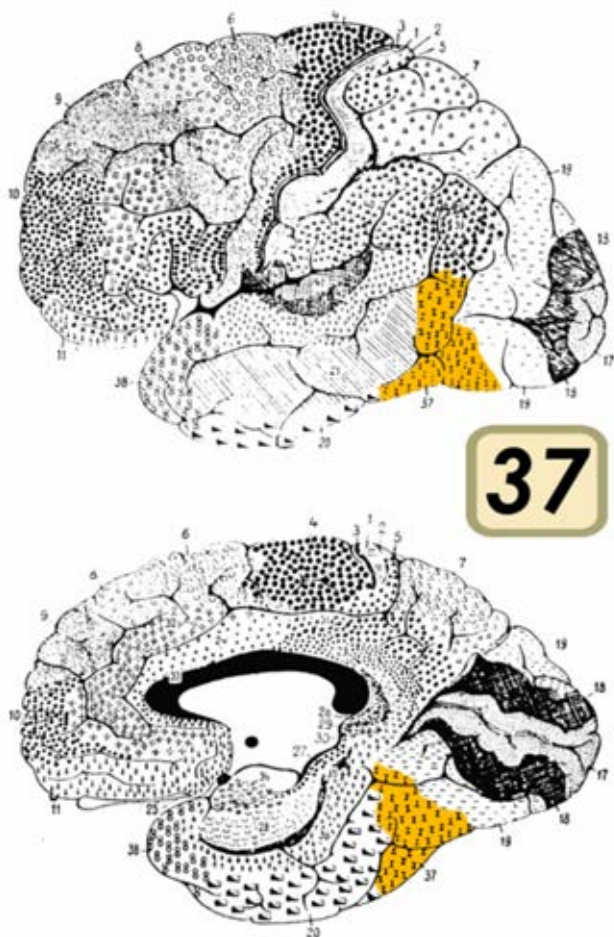


Polje 35 prikazano na medijalnoj površini mozga označena brojevima.

Brodmanovo polje 36 svojom medijalnom granicom odgovara približno rinalnom sulkusu, nalazi se prvenstveno u fusiformnom girusu. Bočno i kaudalno citoarhitektonski je ograničeno donjom temporalnom površinom 20, medijalno poljem 35 i rostralno tempopolarnim poljem 38 (Brodmann - 1909). Funkcija ovog polja je formiranje tj. konsolidacija i pronalaženje deklarativne odnosno hipokampalne memorije (Biella G. et al., 2001.), između ostalog za lica (Eifuku S., 2017.). Pored navedenog postoje dokazi da polje 36 može biti povezano sa regulacijom emocija (Kovtoniuk S. et al., 2020.).

Polje 37 po Brodmanu je deo temporalnog korteksa kod čoveka. Ovu oblast čini fusiformna vijuga čiji je sadržaj vretenasta oblast lica. Ova oblast je važna za prepoznavanje lica. Pored navedenog ovo polje je poznato i pod nazivom potiljačno - temporalno polje 37. Ono je deo citoarhitektonski definisanog temporalnog regiona cerebralnog korteksa. Nalazi se u kaudalnom delu fusiformne vijuge i inferiorne temporalne vijuge na mediobazalnim i bočnim površinama na krajnje kaudalnom delu temporalnog režnja. Polje 37 citoarhitektonski kaudalno se graniči peristriatnom Brodmanovom površinom 19, rostralno donjom temporalnom površinom 20 i srednjim temporalnim područjem 21, dok se dorzalno na bočnoj strani hemisfere graniči ugaonom površinom 39 (Brodmann - 1909) („BrainInfo”.braininfo.rprc.washington.edu.).

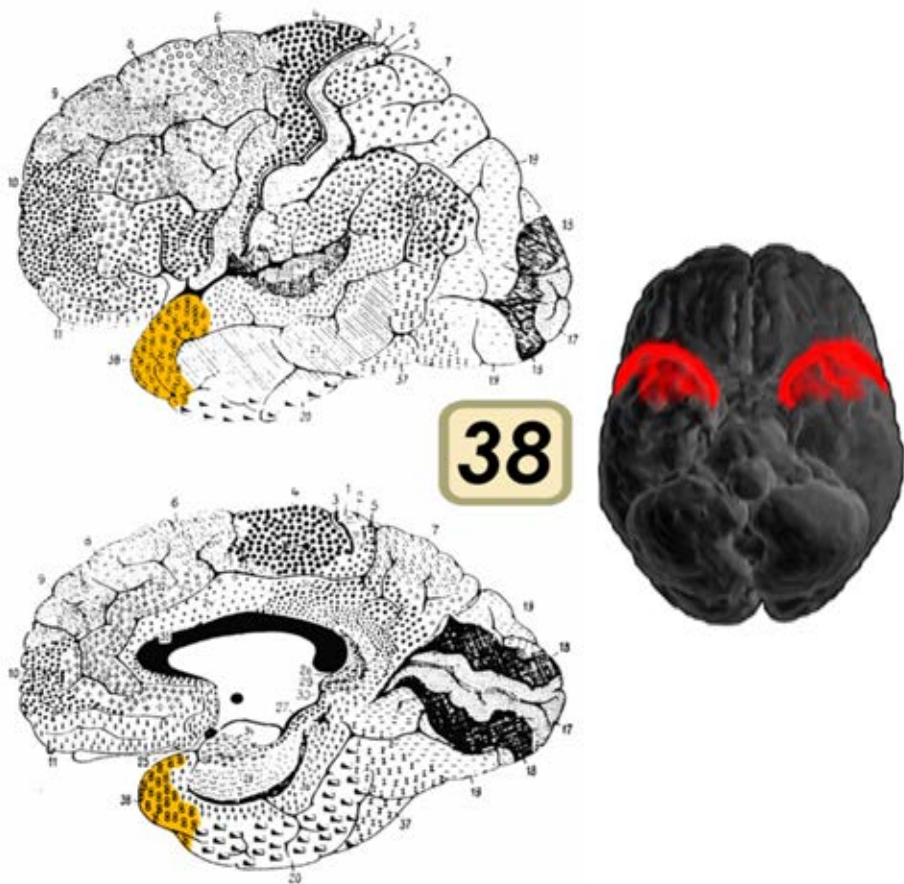




Polje 38 po Brodmanu ili temporalna oblast je takođe deo temporalnog korteksa u mozgu čoveka. Ovo polje se nalazi na prednjem kraju temporalnog režnja, koji je poznat još i pod nazivom temporalni pol. Polje 38 se nalazi prvenstveno u najrostralnijim delovima gornjeg i srednjeg temporalnog girusa. Citoarhitektonski posmatrano, kaudalno se graniči inferiornim temporalnim poljem 20, srednjim temporalnim poljem 21, gornjim temporalnim poljem 22 i ektorinalnim poljem 36 (Brodman K., 1909.).

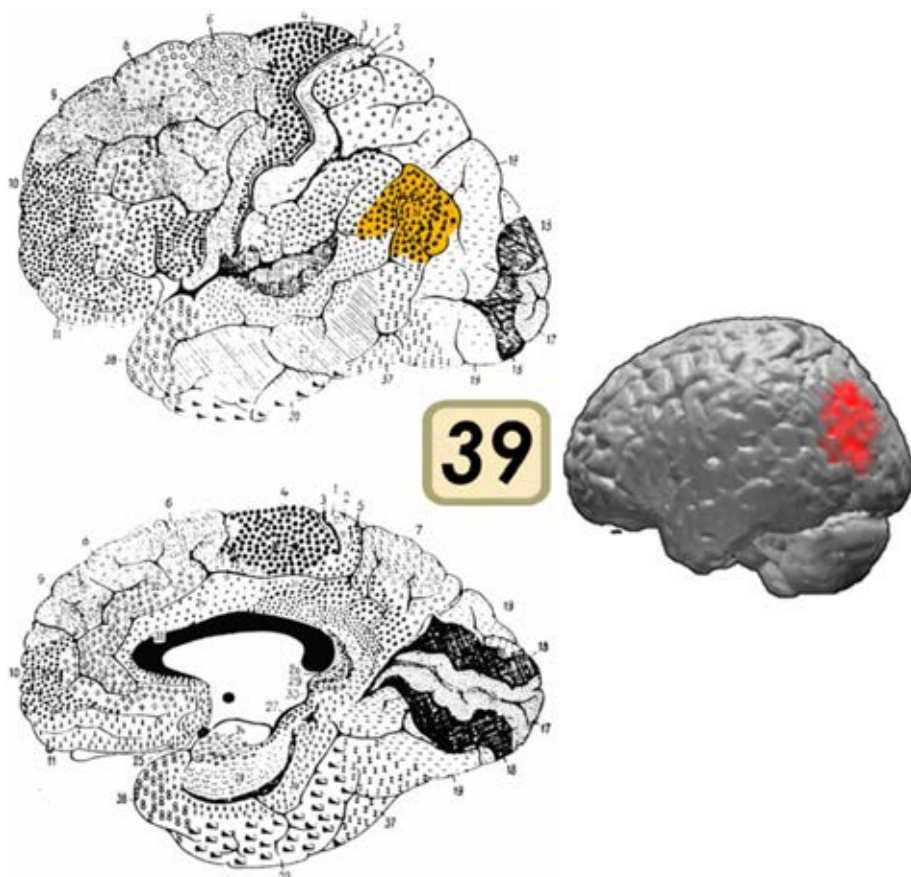
Temporalni pol je paralimbička regija uključena u semantičku reprezentaciju visokog nivoa i socio-emocionalnu obradu. Uncinatni fascikulus obezbeđuje direktan dvosmerni put do orbitofrontalnog

korteksa, pri tom omogućavajući mnemoničkim reprezentacijama, skladištenim u temporalnom polu, da se povežu sa prioriternim odlukama u frontalnom režnju. Pretpostavlja se da je temporalni pol zona konvergencije u kojoj su koncepti (poznati takođe kao semantička sećanja) uskladišteni u ventralnom prednjem temporalnom režnju prožeti emocionalnim i ličnim značenjem (Olson I.R. et al., 2007.). Pored toga, koncepti pojedinačnih osoba, apstrahovani od perceptivnih reprezentacija, smešteni su u tzv. „zakrpi ili flasteru lica” na temporalnom polu. Ova forma flastera se nalazi i kod neljudskih primata i kod čoveka.



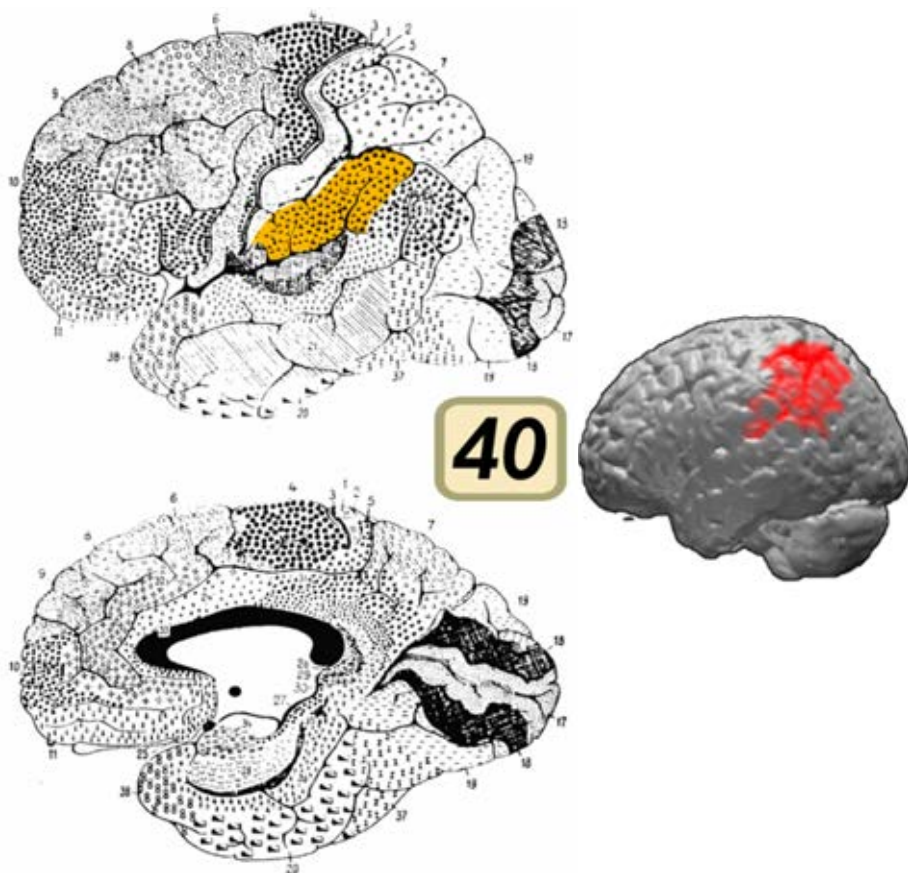
Pomenuto se odnosi na početna istraživanja koja su dokazala da oštećenje temporalnog pola može dati klinički amnestičku prozopagnoziju u kojoj se gubi prepoznavanje poznatih lica (Von der Heide R.J. et al., 2013.). Bilateralno oštećenje temporalnih polova, iako retko, može dati dramatične promene u ličnosti. Jedan od sindroma vezanih za oštećenje ovoga polja je i Kluver - Buci sindrom koji podrazumeva oštećenje većeg dela temporalnog pola, kao i amigdala (amigdala su bademasta grupa neurona smeštena u medijalnim temporalnim režnjevima mozga). Ovaj poremećaj kod čoveka ali i životinja klinički se prepoznaje po neustrašivosti, prisutna je i hiperseksualnost i hiperoralnost (Olson I.R. et al., 2007.). Ovo polje je među najranije pogođenim kod Alchajmerove bolesti, frontotemporalne demencije, frontotemporalne lobarne degeneracije i najčešće je uključeno u početnoj fazi epilepsije temporalnog režnja (Ding S.L. et al., 2009.). Studije u oblasti citoarhitektonike i hemoarhitektonike su otkrile da sadrži najmanje sedam podoblasti, od kojih je jedna tzv. „TG”, jedinstvena za čoveka (Ding S.L. et al., 2009.).

Polje 39 po Brodmanu je deo parijetalnog korteksa u mozgu čoveka. Deo je Wernickeove zone koja predstavlja centar vizuelnog analizatora pisanog govora. Ovo polje obuhvata ugaoni girus koji se nalazi blizu spoja temporalnog, okcipitalnog i parijetalnog režnja, okružuje kaudalni vrh gornje temporalne brazde. Dorzalno je ograničen približno intraparijetalnom brazdom. Citoarhitektonski gledano, rostralno je ograničen supramarginalnim poljem 40, dorzalno i kaudalno peristriatnim poljem 19, a ventralno okcipito - temporalnom zonom 37 (Brodmann - 1909). Polje 39 Aleksander Lurija je smatrao delom parijeto-temporalno-okcipitalnog područja, koje obuhvata Brodmanovo polje 40, 19 i 37. Lezija Brodmanovog polja 39 levo može dovesti do disleksije ili semantičke afazije (Kantha S.S., 1992.). Albert Ajnštajn je imao manje neurona (u odnosu na glijalne ćelije) u ovoj (levoj strani) oblasti nego normalno (Kantha S.S., 1992.). Izgleda da desna Brodmanova oblast 39 igra ulogu u slici tela jer električna stimulacija desne ugaone vijuge izaziva iskustvo tzv. „van tela” (Blanke O., 2002.).



Polje 40 po Brodmanu je deo parijetalnog korteksa mozga čoveka. Marginalni girus je deo Vernikeove zone gde je smešten motorički analizator složenih domaćih, radnih i profesionalnih veština. Donji deo se nalazi u predelu supramarginalnog girusa, koji leži na zadnjem kraju lateralne fisure, smeštene u donjem bočnom delu parijetalnog režnja. Približno gledano ograničen je intraparijetalnom brazdom, inferiornim postcentralnim sulkusom, zadnjom subcentralnom brazdom i lateralnom brazdom. Polje 40 kaudalno je ograničeno poljem 39, rostralno i dorzalno kaudalnim postcentralnim poljem 2, a ventralno subcentralnim poljem 43 i gornjim temporalnim poljem 22 (Brodmann - 1909). Citoarhitektonski definisani podregioni rostralnog dela polja 40 tj. supramarginalnog girusa su PF, PFcm, PFm, PFop i Pft. Polje PF je homolog PF oblasti kod majmuna makakija, deo je sistema neurona ogledala, i aktivan je kod čoveka tokom imitacije.

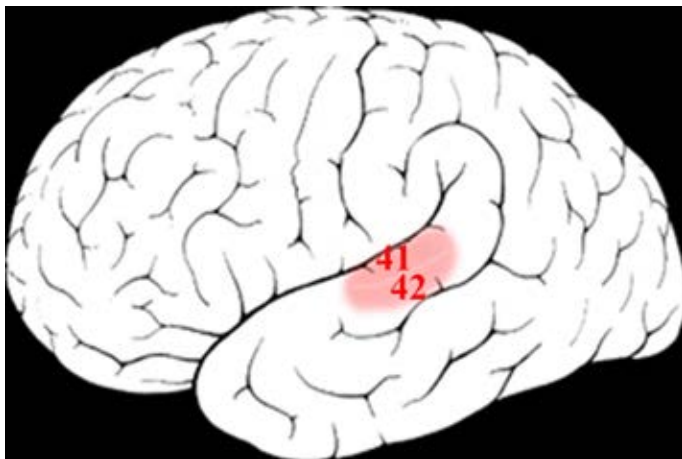
Supramarginalni girus kao deo Brodmanove oblasti 40 je region u inferiornom delu parijetalnog režnja zaduženog za čitanje u smislu značenja i fonologije (Stoeckel C. et al., 2009).



Polje 41 i 42 po Brodmanu (41 nuklearna zona analizatora zvuka - primarna zona, 42 nuklearna zona analizatora zvuka - sekundarna zona) su delovi primarnog slušnog korteksa mozga čoveka. Brodmanovo polje 41 je poznato još i pod nazivom prednja poprečna temporalna oblast 41. Ovo polje zauzima citoarhitektonski prednji poprečni temporalni girus u bazi lateralne brazde na dorzalnoj površini temporalnog režnja. Brodmanovo polje 41 se medijalno graniči parainsularnim poljem 52, a bočno zadnjim poprečnim temporalnim poljem 42 (Brodman -1909).

Brodmanovo polje 42 je takođe poznato pod nazivom zadnja poprečna temporalna oblast 42, a ujedno je i deo temporalnog režnja. Polje 42 se medijalno graniči prednjim poprečnim temporalnim poljem 41, a bočno gornjim temporalnim poljem 22 (Brodmann - 1909).

Funkcionalno posmatrano polja 41 i 42 po Brodmanu su delovi primarnog slušnog korteksa. Ovo je prva kortikalna destinacija slušnih informacija koje potiču iz talamusa. Neuralna aktivnost u ovom delu mozga najjače korespondira sa objektivnim fizičkim svojstvima zvuka.

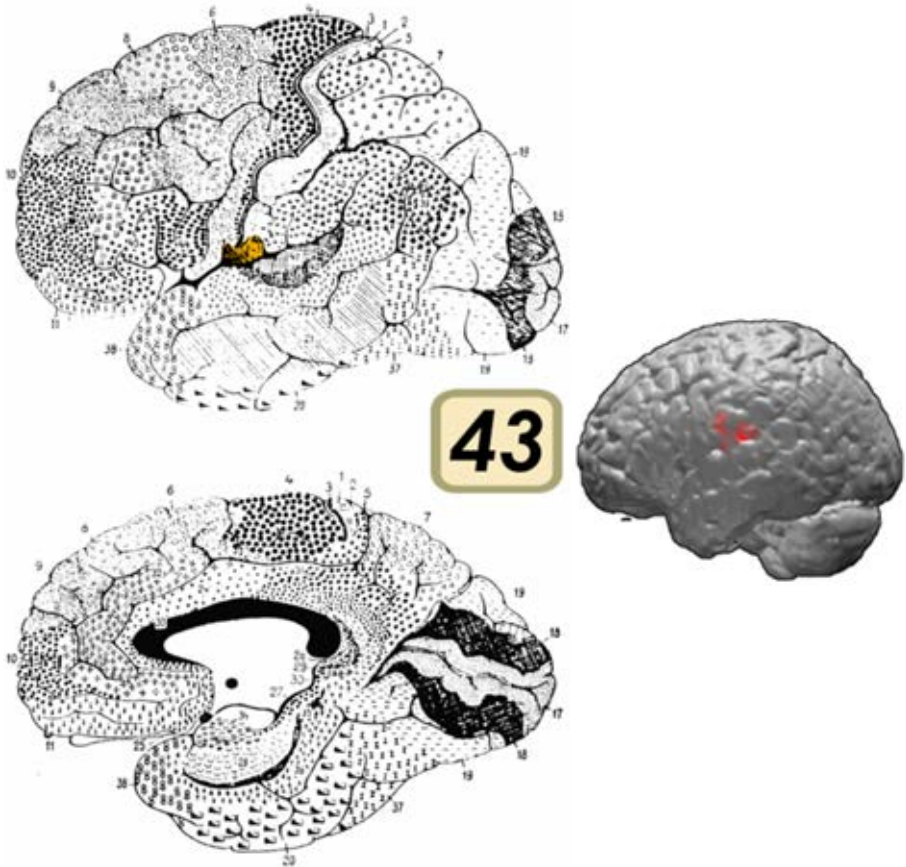


Na slici je prikazana lateralna strana ljudskog mozgas a markiranim poljima 41 i 42.

Polje 43 po Brodmanu je subcentralna oblast, koja je strukturno različita oblast moždane kore, definisana na osnovu svoje citoarhitekture. Postcentralni region mozga polje 43 deli sa poljem 1, 2 i 3 po Brodmanu, što ukazuje da je funkcija ove oblasti somatosenzorna (Garey LJ., 2006.). Prvobitno histološku strukturu ovoga polja je opisao Korbinian Brodmann, ali na njegovoj mapi kortikalnih oblasti nije bila označena (Brodmann K., 1909.). U subcentralnom polju 43, podoblast citoarhitektonski je definisana u postcentralnoj regiji moždane kore čoveka. Ona zauzima postcentralni girus koji se nalazi između ventrolateralnog ekstrema centralne brazde i dubine lateralne brazde na insuli. Njegove rostralne i kaudalne granice su određene prednjom i zadnjom subcentralnom brazdom, respektivno. Citoarhitektonski posmatrano, rostralno je ograničena angularnim frontalnim poljem 6, a kaudalno najvećim delom, kaudalnim postcentralnim poljem 2 i

supramarginalnim poljem 40 (Garey LJ., 2006.).

Brodmanovo polje 43 reaguje na pritisak na bubnu opnu kao i na oralni unos (uzimanje hrane, jelo i piće) (Job A., 2011.). S obzirom da unos jela i pića utiču na promenu pritiska u srednjem uvu i bubnoj opni, Brodmanovo polje 43 se može smatrati primarnim somatosenzornim korteksom bubne opne. Međutim, navodi ukazuju da polje 43 po Brodmanu reaguje i na taktilnu stimulaciju prstiju (McGlone K. et al., 2002.).

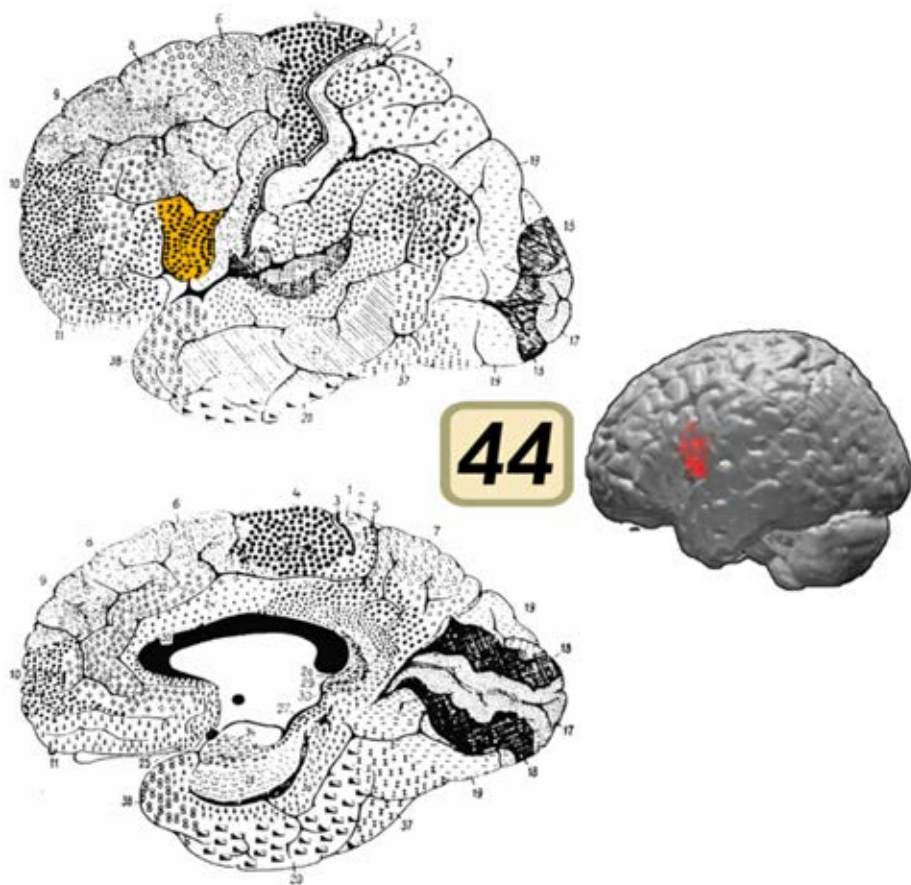


U studiji fMRI kod dece sa opsesivno-kompulsivnim poremećajem (n=11 naspram n=9) utvrđeno je da desna Brodmanova oblast 43 ima međusobno jaču zavisnost (Weber S., 2014.). Pored navedenog, otkriveno je da je polje 43 funkcionalno aktivno u studiji koja je razlikovala uloge

levo frontalnog i desno cerebelarnog regiona tokom semantičke analize. Polje 43 je pokazalo značajno povećanje funkcionalne aktivacije pomoću fMRI, kada je tokom studije od ispitanika zatraženo da završe zadatke koji su uključivali odabir verbalnog odgovora iz mnoštva ponuđenih mogućih verbalnih odgovora, a ne kontinuirano traganje za verbalnim odgovorom od nekoliko mogućih odgovora (Gabrieli J.D.E. et al., 1998.). Studija mijeloarhitekture regiona, koju je sproveo Theodor Mauss, utvrdila je da majmuni poseduju strukturno različitu oblast koja odgovara ljudskom subcentralnom području, za šta je u početnoj fazi istraživanja Brodman verovao da na karti majmuna, genona, nema posebne oblasti 43, smatralo se da je citoarhitektonski homologno polju 30 Maussa 1908 (Garey L.J., 2006.). Takođe istraživanja Sesil i Oskara Vogta nisu dokazala karakterističnu arhitektonsku oblast odgovarajuće lokacije u genomu (Vogt C. et al., 1919.).

Polje 44 po Brodmanu je deo frontalnog korteksa mozga čoveka. Topografski posmatrano nalazi se neposredno ispred premotornog korteksa (polja 6 po Brodmanu) i na bočnoj površini, inferiorno u odnosu na polje 9 po Brodmanu. Polje 44 je poznato i kao pars opercularis (donjeg frontalnog girusa), a odnosi se na podelu citoarhitektonski definisanog frontalnog regiona moždane kore. Kod čoveka približno odgovara operkularnom delu donjeg frontalnog girusa. Kaudalno se graniči sa inferiornom precentralnom brazdom, rostralno prednjim tzv. ulaznim delom lateralne brazde, tako okružuje dijagonalno brazdu. U dubini lateralne brazde graniči se sa insulom. Citoarhitektonski je kaudalno i dorzalno ograničeno agranularnom frontalnom površinom 6, dorzalno granularnom frontalnom površinom 9 i rostralno trouglastim delom donjeg frontalnog girusa (Brodmanovo polje 45). Zajedno u levoj hemisferi polje 45. i 44. obuhvataju Brokino područje koje je uključeno u semantičke zadatke (In 95.5% of right-handers and 61.4% of left-handers, therefore about 92% of the clinical population, speech is lateralised in the left hemisphere). Neki podaci istraživača ukazuju da je polje 44 po Brodmanu više uključeno u motorički aspekt govora. Novija istraživanja ukazuju na implikaciju ove regije u percepciji muzike (Brown S. et al., 2006.). Takođe, novije studije u oblasti neuroimidžinga ukazuju na učešće polja 44 u selektivnoj supresiji odgovara u zadacima „go/nego”. S toga se veruje da igra važnu ulogu u suzbijanju tendencije odgovora tj. reagovanja (Forstmann B.U. et al., 2008.). Pomenuto se može odnositi pretežno na desno polje 44 (Neef N.E. et al., 2016.).

Studije neuroimidžinga takođe pokazuju da je polje 44 povezano sa pokretima ruku (Rizzolatti G. et al., 2002.). Dokaz o prisustvu neurona u ogledalu u Brokinom području sugerise da je jezik evoluirao iz sistema imitacije pokreta (imitacije gestova). Brokino područje je pored navedenog uključeno je i u teoriju uma (ToM), koja podrazumeva sposobnost razumevanja mentalnog stanja drugih tokom posmatranja, zaključivanja i projektovanja (Rajmohan V., 2007.). Tokom skeniranja fMRI dok je obavljao složene proračune, Skott Flansburg iz Sant Dijega u Kaliforniji, kojeg su nazvali „ljudski kalkulator” jer je mogao da vrši iz glave složene aritmetike operacije, utvrdilo se da moždana aktivnost u ovoj regiji nije prisutna. Naime, umesto toga, postojala je aktivnost nešto veća od one u polju 44 i bliže motornom korteksu („Electro Man: Episode 101”. Stan Lee’s Superhumans. August 5, 2011.).



Polje 45 po Brodmanu je deo frontalnog korteksa u mozgu čoveka. Smatra se da je muzički motorni centar. On se nalazi na bočnoj površini ispod polja 9 i pored polja 46. Kod čoveka zauzima trouglasti deo donjeg frontalnog girusa okružujući prednji horizontalni deo lateralne brazde, deo orbitalnog dela inferiornog frontalnog girusa. Kaudalno se graniči prednjim uzlaznim delom lateralne brazde, a u dubini lateralne brazde sa insulom. Citoarhitektonski, kaudalno je ograničeno operkularnim delom donjeg frontalnog girusa (Brodmanovo polje 44), rostrodorzalno srednjim frontalnim delom polja 46, a ventralno orbitalnim delom donjeg frontalnog girusa (Brodmanovo polje 47). Brodmanovo polje 44 i 45 leve hemisfere čine Brokino područje. Ono je aktivno tokom semantičkih zadataka, kao npr. zadaci semantičkog odlučivanja (određivanje da li reč predstavlja apstraktan ili konkretan entitet) i zadataka generisanja (npr. generisanje glagola povezanog sa imenicom) (Yamada A. et al., 2017.). Po nekim istraživačima, uloga polja 45 je da učestvuje u procesima semantičkog pronalaženja ili semantičke radne memorije. Po ovome bi polja 45 i 46 zajedno učestvovala u oporavku semantičkih informacija i vršili bi procenu vraćene informacije u odnosu na kriterijum koji odgovara datom kontekstu (Gabrieli et al., 1998., Buckner R., 1996.). Nešto malo drugačije objašnjenje ovoga gledišta je da je aktivacija polja 45 potrebna samo pod kontrolisanim semantičkim pronalaženjem, kada su odsutne asocijacije stimulans-stimulus (Wagner A.D., 2002.). Drugi istraživači zastupaju mišljenje da uloga polja 45 nije ograničena na semantiku per se, već na sve aktivnosti koje zahtevaju reprezentacije relevantne za zadatak među konkurentskim reprezentacijama (Thompson-Schill et al., 1999.). Lezije polja 45 klinički daju kareakterističan nalaz Brokine afazije tj. ekspresivne afazije kod osoba kojima je leva hemisfera dominantna.

Asimetrija i jezička dominacija: tokom istraživanja pronađena je korelacija između govornog jezika i anatomske asimetričnog pars triangularis. Foundas i saradnici su pokazali da se jezička funkcija može lokalizovati u jednom delu mozga, što je učinio Pol Broka pre njih, ali su istovremeno podržali ideju da je jedna strana mozga više uključena u jezik od druge. Anatomske posmatrano deluje da su obe hemisfere mozga čoveka slične jedna drugoj, kao da je jedna hemisfera ogledalo druge. Međutim Foundas i saradnici su otkrili da je pars triangularis u Brokinoj oblasti veći od istog regiona na desnoj strani mozga. Ova tzv. „leva asimetrija” odgovarala je i po formi i po funkciji, što znači da je deo mozga koji je aktivan tokom obrade jezika veći.

Kod većine ispitanika ovo je bila leva strana. Takođe je ustanovljeno da je ispitanik koji je imao dominaciju desne hemisfere imao i desnu asimetriju pars triangularis (Foundas A.L. et al., 1996.). Kod nekih drugih istraživanja tokom vremena nisu pronađene volumetrijske asimetrije u pars triangularis. Oni su sugerisali da nedoslednosti u prethodnim istraživanjima mogu biti posledica velike varijabilnosti između individualne morfologije pars triangularis. Dokazano je da ovi regioni mogu imati mnogo veće varijacije u obliku i veličini nego bilo koje druge oblasti u mozgu. Dok su ovi istraživači otkrili statistički značajne asimetrije u pars opercularis i planum temporale (region mozga koji se nalazi u gornjem temporalnom režnju, iza Hešlove vijuge, i poznat je po tome što je uključen u obradu jezika), nisu našli nikakve korelacije između asimetrija ovih regiona mozga sa asimetrijama pars triangularis (Keller S.S. et al., 2007.).

Veze u inferiornom frontalnom girusu

Brojna istraživanja su pokazala visok stepen povezanosti između tri podregije inferiornog frontalnog girusa. Stimulacijom jednog regiona i dobijanjem različitih odgovora u drugim regionima dokazali su brojne puteve između pars triangularis i pars opercularis. Stimulacija jednog regiona pars triangularis izaziva različite odgovore u različitim delovima pars triangularis, ilustrujući tako prisustvo mreža unutar subgiralnog regiona (Jeremy D.W.G. et al., 2007.). Pored navedenog, pars triangularis je uključen i u senamtičku obradu jezika. Istraživanja u oblasti EEG su dokazala aktivnosti ove regije različitim reakcijama na različite tipove rečenica (sa i bez semantičkih grešaka). Takođe je ovom prilikom Maess et al., demonstrirao vremensko kašnjenje u razumevanju pogrešnih rečenica što se ogledalo u vremenskom intervalu da osoba obradi dobijenu informaciju. Taj obrazac je nazvao „N400”, a odnosi se na negativnost u pars triangularis oko 400ms nakon što je predstavljena sintaksična neusklađenost (Maess B. et al., 2006.). Pars triangularis će ovim biti samo deo mreže koja generiše odgovor N400 u EEG, pošto je magnetni pandam N400m meren korišćenjem MEG (MEG ili Magnetoencefalografija je funkcionalna neuroimadžing tehnika za mapiranje moždane aktivnosti snimanjem magnetnih polja proizvedenih električnim strujama koje se prirodno javljaju u mozgu, korišćenjem veoma osetljivih magnetometara) dosledno lokalizovan na gornji temporalni korteks (Vartiainen J. et al., 2009.).

Prefrontalni korteks i kognitivna kontrola pamćenja: istraživanja su dokazala da pars triangularis ima ulogu u kognitivnoj kontroli pamćenja. Postoji više načina da se nešto zapamti. Kada se osoba nečega seti, ona preuzima informacije iz skladišta u memorijskom centru mozga. Ova informacija će biti sekvenca mišićne kontrakcije za npr. vezivanje cipela, lice voljene osobe ili bilo šta drugo kada se neko nečega seti automatski, bez koncentrisanja na to i bez pokušaja. Pomenuto se zove obrada „odozdo nagore”. Nekada se osoba mora napregnuti i boriti da se nečega seti što je zapamćeno ranije. Učenik npr. pokazuje kognitivnu kontrolu nad svojim pamćenjem, kad polaže npr. neki test pokušava da zapamti odgovor na pitanje i koncentriše svoju pažnju na vraćanje sećanja. Ovu vrstu obrade delimično usmerava ventrolateralni prefrontalni korteks. U ovom regionu se nalazi i pars triangulatrīs (David B. et al., 2007.). Obrada teksta kada se čita naglas se odvija u Brokinom polju. Npr. pars triangularis se aktivira kada čovek čita reči sa netipičnim odnosom pravopisa i zvuka, što je slučaj kod reči „imati”. Ona se izgovara sa kratkim „a”, što je u suprotnosti sa gramatičkim pravilima izgovora. „e” na kraju reči treba da vodi do izgovora dugog „a” zvuka, kao u npr. „pećini”. Pošto smo se detaljno upoznali sa rečju „imati” ne moramo da razmišljamo svaki put o pravilima njenog izgovora kada je čitamo, u tome nam pomaže pars triangularis (Mechelli A. et al., 2005.). Kada čovek pokuša preuzimanje informacije odozgo nadole potreban je kontrolni mehanizam. Preuzimanje odozgo nadole zavisi od svesne kontrole, jer mora postojati neki način da se nerelevantni podaci izuzmu iz preuzimanja. Ukoliko se želi doći do potrebnih informacija, mora se prethodno izvršiti određena selekcija. Smatra se da se ova funkcija vrši u pars triangularis. Teorijski ovde informacije preuzimaju određeni regioni levog VLPFC-a, a zatim se biraju relevantni u drugom regionu. Ovo se naziva „dvodelni” model preuzimanja memorije (Badre D. et al., 2005.). Svaka osoba je u svom životu naučila bar jedan jezik, neke osobe i dva i više. Istraživači su utvrdili da se u mozgu aktiviraju različiti mehanizmi u zavisnosti od toga koji jezik su ispitanici obrađivali. Takođe, ustanovili su da se aktivacija pars triangularisa menja tokom obrade različitih jezika, i da se kod osoba koje koriste više jezika u odnosu na druge pars triangularis više koristi, što je i za očekivati s obzirom na ulogu pars angularisa (Jeong H. et al., 2007.).

Kortikalna dinamika prepoznavanja reči: postoji teorija koja tvrdi da je pars triangularis posebno uključen u semantičku obradu jezika za razliku od fonološke obrade.

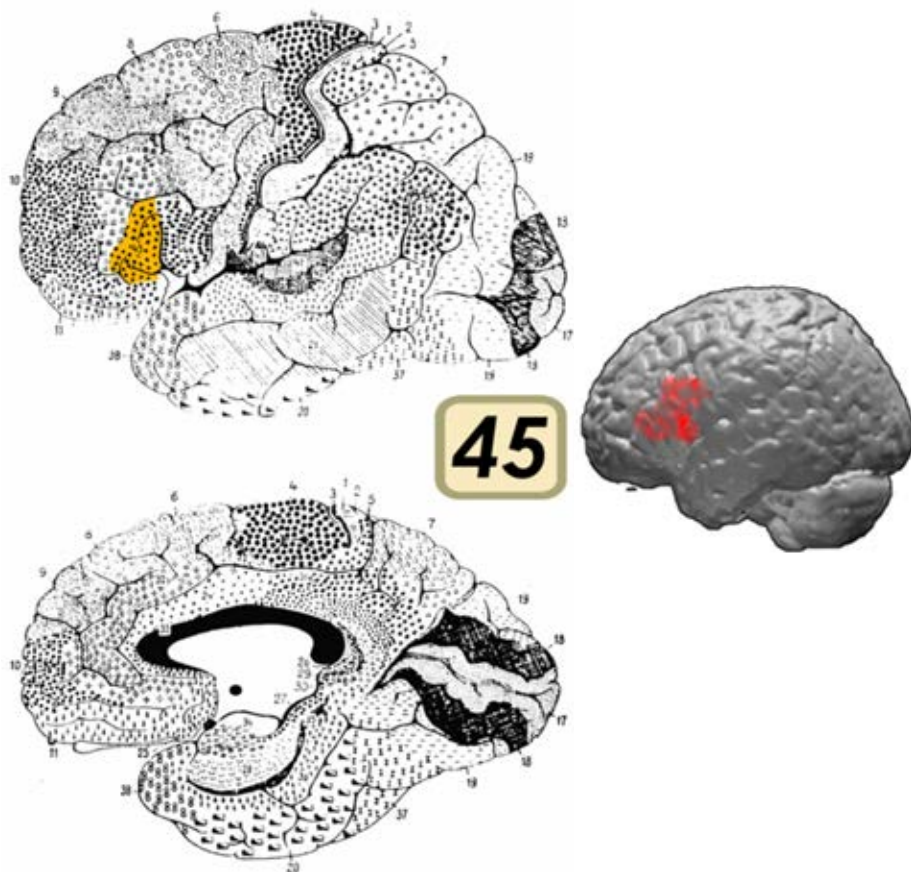
Smatra se da pars triangularis više učestvuje u dešifrovanju značenja nego što pokušava da odluči šta je reč na osnovu zvuka koji ulazi u uvo (Mainy N. et al., 2008.).

U studiji „Semantičko kodiranje i pronalaženje u levom inferiornom prefrontalnom korteksu: Funkcionalna magnetna rezonanca studija težine zadataka i specifičnosti procesa”, istraživači su otkrili da pars triangularis (kao i neki delovi njegove okoline) povećava svoju aktivnost tokom semantičkog kodiranja, bez obzira na poteškoću obrade reči. Ovo je u skladu sa teorijom koja tvrdi da je pars triangularis uključen u semantičku obradu više od fonološke obrade. Takođe, otkrili su da su ove odluke o semantičkom kodiranju dovele do manjeg uključivanja pars triangularis u ponavljanje korišćenih reči. Možda se čini intuitivnim da bi praksa učinila mozak boljim u prepoznavanju reči kako se ponovo pojavljuju, ali iz ovog rezultata takođe treba naučiti nešto drugo. Da je aktivnost pars triangularis izostala sa ponavljanjem, takođe označava kretanje zadatka, prepoznavanja reči od svesnog ka pasivnom. Ovo se naziva početnim ponavljanjem i dešava se nezavisno od namere. Ova ideja u teorijskom pojašnjenju o svesnom vraćanju memorije služi zapravo da ilustruje složenost moždane funkcije. Zanimljivo je i to da se smanjena aktivacija pars triangularis sa ponavljanjem nije desila sa ponavljanim predstavljanjem nesemantički obrađenih reči (Demb J. et al., 1995.).

Brokino polje je povezano sa mnogim regionima mozga, posebno onim u levoj frontalnoj jezičkoj mreži. Visok stepen povezanosti podržava ideju da se jezik može integrisati u mnoge naizgled nepovezane misaone procese koje mozak ima. Npr. pokušaj da se zapamti ime potpuno novog poznanika može biti izazovan i često zahteva pažnju osobe koja se seća. Osoba pokušava da shvati zvuk kao deo jezika, stavi reč koju je upravo čula u kategoriju „imena”, a pri tome je povezuje i kao oznaku za lice koje je upravo videla, istovremeno vezujući sve ove podatke u memoriju. U ovom pogledu, nemoguće je izostaviti povezanu ulogu pars triangularisa u obradi jezika, semantičkom razumevanju i svesnoj kontroli pamćenja. U stvari, malo je verovatno da pars triangularis nema višestruke uloge u mozgu, posebno imajući u vidu njegov visok stepen povezanosti, kako unutar levog frontalnog jezičkog centra, tako i sa drugim regionima (Hagoort P., 2005.).

U slučaju povezanosti Brokinog polja i shizofrenije rađena su mnogobrojna istraživanja. Predstavljeni su podaci koji pokazuju da

je pars triangularis, bio veoma izobličen kod shizofrenih pacijenata u poređenju sa demografski podudarnim normalnim subjektima. Utvrđeno je da je Brokino područje posebno plastičan region mozga po tome što se njegova morfologija može bitno promeniti od detinjstva do odraslog doba čoveka. Ova tvrdnja ima smisla kada se uzme u obzir da deca lakše uče jezik, ali takođe je utvrđeno da je uključenost brokinog polja ograničena u pogledu pamćenja i upamćivanja jer deca nisu u stanju da svesno pretražuju svoja sećanja.



Na slici je prikazan cerebralni korteks frontalnog režnja u ljudskom mozgu, polje 45.

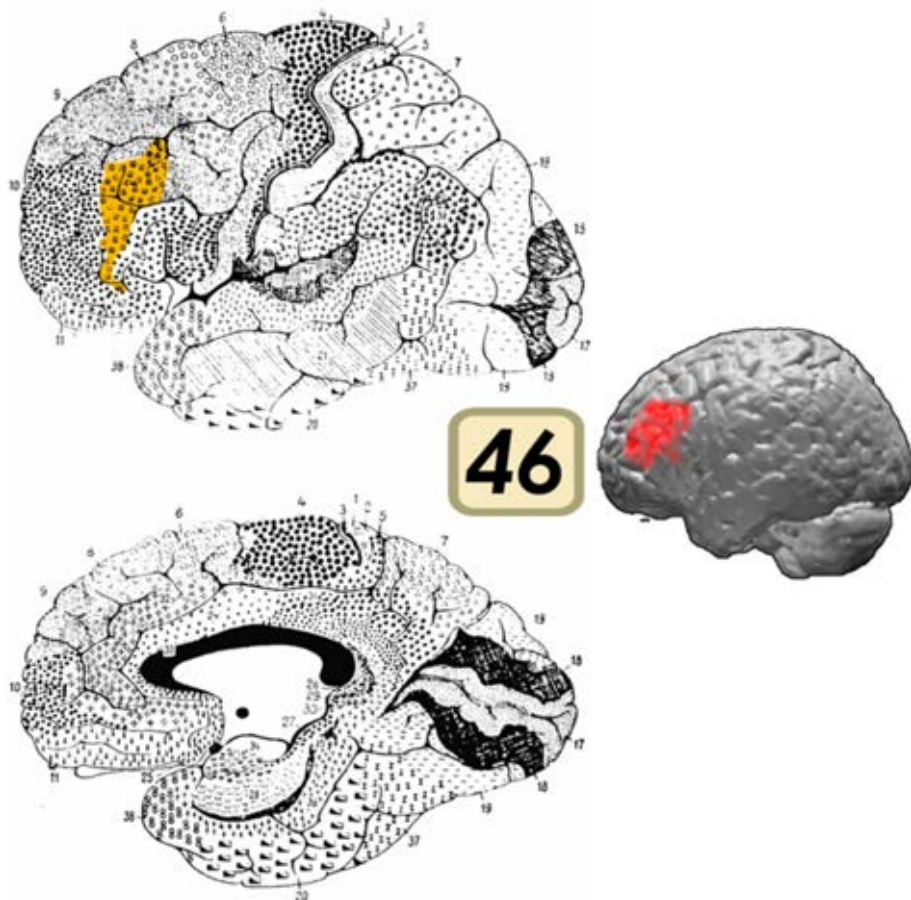
Istraživači su izvršili volumetrijska merenja sive i bele mase mozga svojih ispitanika i uporedili ta merenja sa njihovim normalnim kontrolnim subjektima.

Otkrili su da pacijenti sa shizofrenijom imaju bitno smanjenu belu masu. Istraživači su utvrdili, s obzirom da se povezanost regiona tokom razvoja mozga u životu bitno menja, da osobe sa shizofrenijom najčešće imaju odsustvo ekspanzije bele mase (Wisco J.J. et al., 2007.).

Heurističko i analitičko rezonovanje istraživano je transkranijalnom magnetnom stimulacijom polja 45. Heuristika obuhvata metode i tehnike rešavanja problema, učenja i otkrivanja koji su bazirani na iskustvu. Heurističke metode se koriste da ubrzaju proces pronalaženja dovoljno dobrog rešenja u situacijama kada sprovođenje detaljnog istraživanja nije praktično moguće. Ova metoda je olakšala nekongruentno rezonovanje i narušeno kongruentno rezonovanje, što ukazuje da je levo polje 45 komponenta heurističkog sistema zasnovana na verovanjima. Pravo učešće polja 45 u blokiranju heurističkog sistema zaključuje se iz blokiranja levog homologa i rezultirajućeg olakšavanja performansi logičko-analitičkog zaključivanja (Tsujii T. et al., 2010.)

Polje 46 po Brodmanu je deo frontalnog korteksa u mozgu čoveka koji se nalazi između polja 10 i polja 45, poznato i kao srednja frontalna oblast 46. Ovo polje je motorni analizator kombinovane rotacije glave i očiju u različitim smerovima. U mozgu čoveka zauzima približno srednju trećinu srednjeg frontalnog girusa i najveći rostralni deo donjeg frontalnog girusa. Brodmanovo polje 46 odgovara otprilike dorzolateralnom prefrontalnom korteksu, iako su granice oblasti 46 zasnovane na citoarhitekturi, a ne na funkciji. Ovo polje takođe obuhvata i deo granularnog frontalnog područja 9, direktno uz dorzalnu površinu korteksa. Citoarhitektonski posmatrano polje 46 po Brodmanu je dorzalno ograničeno granularnom frontalnom površinom 9, rostroventralno frontopolarom površinom 10 i kaudalno trouglastom površinom 45 (Brodmann-1909). Postoje izvesna neslaganja između obima polja 8 (Brodmann-1905) i iste oblasti koju je opisao Voker (1940.) (Petrides M. et al., 1999.). Dorzolateralni prefrontalni korteks igra centralnu ulogu u održavanju pažnje i upravljanju radnom memorijom, a od nedavno istraživanja su pokazala da reguliše samokontrolu. To je jedna od retkih kortikalnih oblasti čija se aktivnost smanjuje tokom REM sna.

Zbog svega navedenog, posebno velike povezanosti ove oblasti unutar prednjeg režnja kao i drugih delova mozga, klinički je od velikog značaja jer može imati širok spektar efekata. Lezije narušavaju kratkoročno pamćenje, uzrokuju poteškoće u inhibiciji odgovora, narušavaju sposobnost da se proceni relevantnost stimulusa i izazivaju probleme u organizaciji. U novije vreme istraživanja su ukazala na značaj mehanizma radne memorije i ulogu dorzolateralnog prefrontalnog korteksa. Koristeći transkranijalnu stimulaciju jednosmernom strujom registruju se promene u kortikalnoj aktivnosti usled bilo depolarizacije ili hiperpolarizacije osnovnih oblasti. Potom se meri efekat ovih izmena napona na aktivnost u drugim strukturama. Cilj ovih studija je bila da se identifikuje uloga dorzolateralnog prefrontalnog korteksa u modulaciji memorijskog kola i učenju.



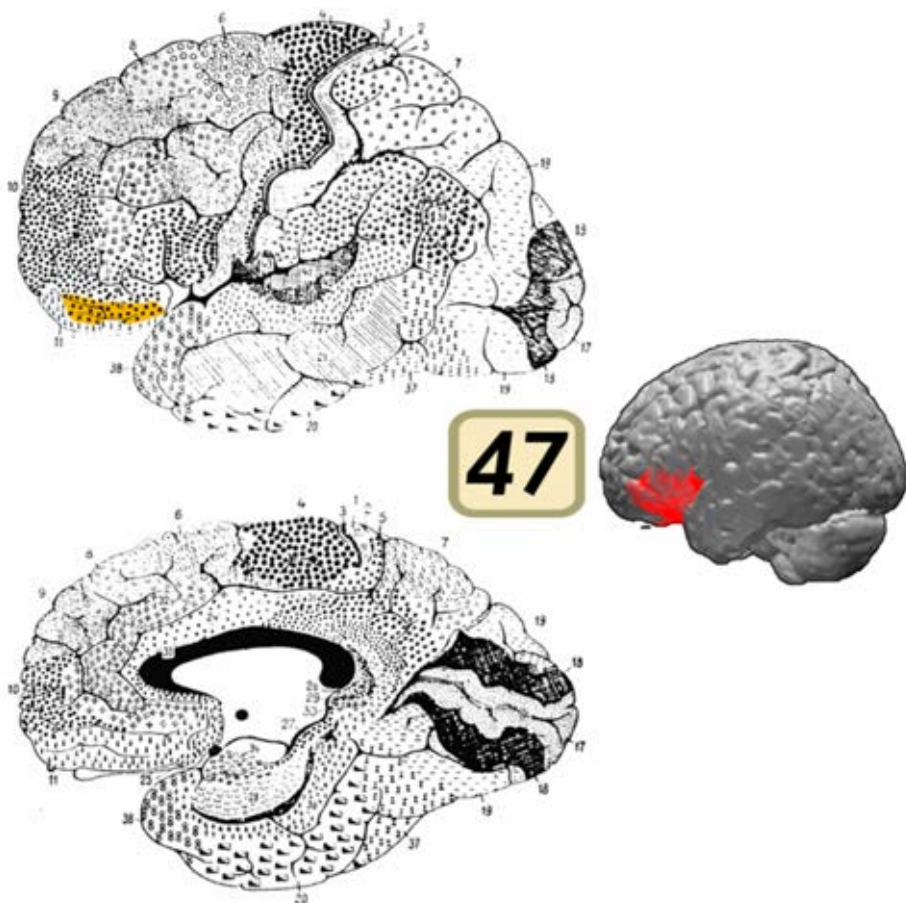
Učesnici ove studije su testirali svoju osnovnu radnu memoriju vežbama za raspon cifara, a zatim su prošli transkranijalnu stimulaciju jednosmernom strujom tokom deset minuta pre, nego što su ponovo testirani pomenutim vežbama. Suprotno očekivanjima, transkranijalna stimulacija jednosmernom strujom je dokazala samo minimalne efekte na radnu memoriju (Andrews S.C. et al., 2011.). Zbog nedostatka koherentnih resursa i podataka o eksperimentima u ovoj oblasti neki istraživači koriste pomenutu transkranijalnu stimulaciju jednosmernom strujom kao dodatak kognitivnoj remedijaciji, a za poboljšanje određenih parametara memorije kod nekih neuroloških i psihijatrijskih oboljenja. Novije studije su otkrile da ciljane transkranijalne magnetne stimulacije na polje 46 po Brodmanu, imaju bolju kliničku efikasnost u lečenju depresije, pošto je funkcionalno povezano (negativno korelirano) sa poljem 25 po Brodmanu (Fox M.D. et al., 2012.).

Polje 47 po Brodmanu je deo frontalnog korteksa mozga čoveka. Ovo polje predstavlja nuklearnu zonu pevanja tj. njenu govorno-motoričku komponentu. Prostire se u vidu krivine počevši od bočne površine frontalnog režnja u ventralni (orbitalni) frontalni korteks. Nalazi se inferiorno u odnosu na polje 10 i 45, a bočno od polja 11. Citoarhitektonski najbliže odgovara giralnom regionu, orbitalnom delu inferiornog frontalnog girusa, iako ovi regioni nisu ekvivalenti. Pars orbitalis je definisan prema grubim anatomskim orijentirima, nije zasnovan na citoarhitektonskim razlikama. Kod čoveka polje 47, na orbitalnoj površini okružuje kaudalni deo orbitalne brazde odakle se proteže bočno u orbitalni deo donjeg frontalnog girusa. Citoarhitektonski je ovo polje kaudalno ograničeno trouglastim poljem 45, medijalno prefrontalnim poljem 11 (Brodmann-1909), a rostralno frontopolarnim poljem 10 (Brodmann-1909). Uključuje region koji je Brodman kod majmuna definisao kao „polje 12”, stoga prema sugestiji Majkla Petridesa, neki neuronaučnici ovu oblast nazivaju i polje 47/12.

Polje 47 je uključeno u obradu sintakse u usmenim i znakovnim jezicima, muzičke sintakse i semantičkih aspekata jezika.

Glavna funkcija polja 47 je obrada i razumevanje jezika. Iako su Brokino i Vernikeovo polje često glavni predmet istraživanja u vezi sa jezikom, utvrđeno je da ove dve oblasti nisu tako integralne za razumevanje jezika kao što se prvobitno mislilo, već strukture poput polja 47 igraju glavnu ulogu (Dronkers N.F. et al., 2004., Ardila A. et al., 2017.). Konkretno polje 47 je aktivno u zadacima koji se odnose

na semantiku ili identifikaciju značenja reči i rečenica (Dapretto M. et al., 1999., Dronkers N.F. et al., 2004., Ardila A. et al., 2017.). Studija Dapretta i Bookheimera (1999.) koja je imala zadatak da identifikuje rečenice u kojoj je čoveka napao Pitbul ili Doberman, iako je oblik rečenice isti imale su različita značenja jer su rase pasa različite što ukazuje na promenu semantike (Dapretto M. et al., 1999.). U skladu sa navedenim važno je identifikovati funkcionalna ograničenja pojedinaca sa lezijom polja 47. Ove osobe su prijavile poteškoće u situacijama kada je potrebna obrada reči, kao i kod zadataka koji zahtevaju da se upoznaju sa gramatičkim pravilima (Dronkers N.F. et al., 2004.).



S obzirom na ulogu polja 47 u semantici jezika, ova funkcija nije povezana samo sa usmenom komunikacijom, ona je važna i za identifikaciju semantike u znakovnom jeziku (Petitto L.A. et al., 2000.). Konkretno polje 47 igra ulogu u tome što nam pomaže da utvrdimo šta znače izgovorene reči, kao i šta znače potpisane reči. Ovaj nalaz da su slična područja mozga aktivna pri obradi različitih tipova lingvističkih informacija posebno je zanimljiva, s obzirom na činjenicu da su senzorni modaliteti uključeni u govorni i znakovni jezik različiti, prvi uključuje audiciju, a drugi viziju (Petitto L.A. et al., 2000.). Pored obrade jezika polje 47 nam pomaže i da obrađujemo muziku. Levitin i Menon (2003. godine) su otkrili da je polje 47 pokazalo veću aktivaciju kada su pojedincima predstavljeni „šifrovani” zvuci koji su prekršili njihova očekivanja u poređenju sa zvucima koji su išli zajedno i potvrđivali njihova očekivanja (Levitin D., 2003.). Pojašnjeno, pojedincima sa lezijom kod koje je poremećena muzička struktura je bilo potrebno više obrade u mozgu za razumevanje muzike. To se događa u polju 47 po Brodmanu.

Takođe se smatra da je polje 47 povezano sa prepoznavanjem emocija, i to strah, gađenje i bes. Ova hipoteza je testirana korišćenjem fMRI eksperimenta na šest zdravih osoba. Pokazana su im osam lica koja pokazuju emocije straha, gađenja, ljutnje ili neutralnosti. Slika fMRI je snimljena nakon što je ispitanicima pokazano lice u trajanju od tri sekunde. Polje 47 u ovoj situaciji je pokazalo povećanu aktivnost kada su subjektu pokazane emocije straha, gađenja i besa (Sprengelmeyer R. et al., 1998.).

Polje 48 po Brodmanu, retrosubikularna oblast 48 je podela citoarhitektonski definisanog hipokampalnog regiona moždane kore. Kod čoveka se nalazi na medijalnoj površini temporalnog režnja. Citoarhitektonski je ograničeno rostralno peririnalnim poljem 35, a medijalno presubikulumom (deo korteksa koji leži, deluje kao prelazno područje, između subikuluma, glavnog olfaktornog regiona i ostatka parahipokampalnog girusa). Prvobitno, opis Brodmann-1909 ga nije uključio u arealne mape ljudskog korteksa (Brodmann-1909; Brodmann-1910).

Polje 49 kod glodara je parasubikulum retrohipokampalna izokortikalna struktura, i glavna je komponenta subikularnog kompleksa. Ovo polje prima brojne subkortikalne i kortikalne informacije i šalje glavne projekcije u površne slojeve entorinalnog korteksa

(Amaral D.G. et al., 1955.). Parasubikularna zona je prelazna zona između presubikuluma i entorinalnog područja kod miša (Paxinos G. et al., 2001.), pacova (Swanson L.W., 1997.) i primata (Zilles K. et al., 1990.). Definisan je na osnovu citoarhitektonike, sličniji je presubikulumu nego entorinalnom području (Zilles K. et al., 1990.). Međutim, elektrofiziološki dokazi ukazuju da je ovo polje slično sa entorinalnim korteksom (Funahashi M. et al., 1997., Glasgov S.D. et al., 2007.). Konkretno, ćelije u ovoj regiji su modulirane lokalnim teta ritmom i prikazuju oscilacije potencijala membrane teta frekvencije (Glasgov S.D. et al., 2007., Taube J.S., 1995.). Ćelije u parasubikulumu i susednom presubikulumu se aktiviraju u odnosu na lokaciju životinje u svemiru, sugerišu kao svojstva slična ćelijama mesta. Pretpostavlja se da ovo polje može igrati ključnu ulogu u prostornoj orijentaciji i integraciji informacija usmerenih na glavu (Chorbak J.J. et al., 1994., Taube J.S., 1995.).

Polje 50 i 51 po Brodmanu je obrađeno u prethodnom tekstu.

Polje 52 po Brodmanu je poznato i pod nazivom parainsularna oblast. Deo je mozga koji se nalazi u temporalnom režnju, jednom od glavnih polja odgovornih za obradu senzornih informacija i pamćenja (Petrides M., 2018., Toma M. et al., 2018., Šimić G. et al., 2006.). To je nuklearna zona slušnog analizatora, koja je odgovorna za prostornu percepciju zvuka i govora. Ova oblast se nalazi duž lateralne brazde, žljeb na gornjem delu temporalnog režnja. Polje 52 je lokalizovano blizu granice između temporalnog režnja i insule, još jednog važnog područja mozga uključenog u senzornu obradu i emocionalne odgovore. Brodmanovo polje 52 se graniči sa drugom površinom koja se zove prednja poprečna temporalna oblast 42, uključena u sluh (Šimić G. et al., 2006., Toma M., 2019., Wu J. et al., 1999., Wu J. et al., 2017., „BrainInfo”, 2025.). Istraživanja novijeg datuma su istakla značajnu ulogu Brodmanovog polja 52 u kognitivnim funkcijama, posebno klinički zapaženo kod talamičkog moždanog udara. Koristeći nove metode dijagnostikovanja naučnici su otkrili promene u mikrostrukтури mozga u ovoj oblasti i njegove veze sa talamusom. Registrovane su smanjena gustina nervnih vlakana i povezanost sa boljim oporavkom pamćenja i veštinom razmišljanja. Konkretno, smanjena povezanost u Brodmanovom polju 52 bila je tesno povezana sa poboljšanjem slušne memorije (Zhang J.X. et al., 2023.).

Neki istraživači su predložili novu podelu ili proširenje ove mape, međutim Brodmanova oblast 53 nije prepoznata i nije potvrđena kao deo Brodmanove klasifikacije na standardnoj Brodmanovoj citoarhitektonskoj mapi ljudskog mozga. Korbinijan Brodmann je prvobitno identifikovao 52 različite oblasti na osnovu mikroskopske strukture moždane kore.

Pored navedene sistematizacije po Brodmanu, I.P.Pavlov je verovao da se cerebralni korteks može predstaviti kao skup centara različitih analizatora. Verovao je da se centar sastoji od jedra određene lokalizacije u korteksu, između kojih se nalaze razbacani elementi koji pripadaju različitim analizatorima. Ovako razmišljanje nam govori o dinamičkoj lokalizaciji funkcija u moždanoj kori. U ovom slučaju, pojedine funkcije polja korteksa su povezane sa suprotnom polovinom tela, jer svi putevi koji su povezani se nužno ukrštaju. Pavlov je sve centre analizatora podelio u dva signalna sistema.

U prvi sistem signalizacije uvrstio je centre koji percipiraju signale iz spoljašnjeg i unutrašnjeg okruženja u vidu senzacija, utisaka, predstava (osim govora i reči). Ove centre imaju i životinje i ljudi. Nalaze se u obe hemisfere date rođenjem, a ne mogu se oporaviti ako se iz bilo kojih razloga lediraju.

Navedeno bi se moglo predstaviti na sledeći način: 1, 2 i 3 jedra su opšte osetljivosti (temperatura, bol, taktilna i proprioceptivna).

Jedra 4 i 6 su jedra motornog analizatora. Imaju razvijene ćelije u pet slojeva korteksa. Ona inervišu mišiće suprotne polovine tela. Mišići tela su projektovani u prednjem centralnom girusu (motorno polje) i pericentralnom lobusu, takoreći naopako (motor homunculus).

Jedro 8 je premotorno polje.

Jedro 46 omogućava kombinovane rotacije glave i očiju. Ovo jedro prima impulse od receptora mišića očne jabučice i iz reprezentacije u korteksu retine (iz polja 17).

Jedra 5 i 7 su centri stereognozije. Receptori gornjih ekstremiteta se projektuju u ovaj centar da bi prepoznali predmete dodirrom.

Jedro 40 je centar za praxiu. Izvođenje svih složenih kombinovanih pokreta stečenih kao rezultat praktične aktivnosti, uglavnom profesionalne.

41, 42 i 52 jedro su centri slušnog analizatora (na Heschlovom girusu). U ovo jedro dolaze vlakna iz oba uva. S toga jednostrana lezija jedra ne dovodi do potpunog gubitka sluha.

41 je primarno polje, zaduženo za opažanje impulsa, 42 psihološko polje, zaduženo za slušnu memoriju.

Jedro 52 je polje evaluacije pomoću kojeg se orijentišemo u prostoru.

17, 18 i 19 jedro je vizuelni analizator. U ovo jedro dolaze vlakna iz lateralnih polja mrežnjače oka date polovine tela, kao i iz medijalnog dela retine suprotne polovine tela. Potpuni gubitak vida pomenute lokalizacije nastaje kada je lezijom zahvaćen centar obe hemisfere. 17 je primarno polje, jedro 18 je zaduženo za psihološku obradu, a 19 za procenu.

A, E i 11 jedro olfaktornog analizatora, smešteno je u najstarijim strukturama moždane kore, a po I.P.Pavlovu jedro 43 je analizator ukusa. Vladimir M. Behterjev je primetio da je ovaj analizator usko povezan sa olfaktornim poljima obe hemisfere. Znači tzv. „psihološke” zone korteksa (19, 42, 5 i 7) su zadužene za procenu ili asocijaciju raznih informacija. One okružuju i tesno su povezane sa supramarginalnim lobusom. S toga lezije u ovom delu mozga za posledicu imaju poremećaj generalizacije informacija i njihovo razumevanje.

Drugi signalni sistem postoji samo kod čoveka iz razloga razvoja tokom evolucije govora, kako ih je I.P.Pavlov nazvao „signalni signali”. Oni omogućavaju generalizaciju informacija i osnov su višeg mišljenja, predstavljaju skretanje pažnje sa stvarnosti. Govor i misaone funkcije se izvode delovanjem celokupnog korteksa, ali je moguće izdvojiti pojedina polja koja su odgovorna za pojedine strogo definisane funkcije govora. Poznato je da se govorni centri razvijaju nakon rođenja, najčešće u levoj hemisferi (ređe postoje izuzeci kod levaka). Ako se dogodi lezija ovih centara osoba može ponovo razviti sposobnost govora koju će preuzeti funkcije drugih centara.

Jedro 44 je motorički analizator pisanog govora i zadužen je za inervaciju fine muskulature šake i prstiju. Za levoruke ovaj centar se nalazi u desnoj hemisferi. Lezija ovoga centra dovodi do agrafije, gubitka sposobnosti pisanja.

Jedro 45 je centar motoričkog analizatora usmenog govora (Broca).

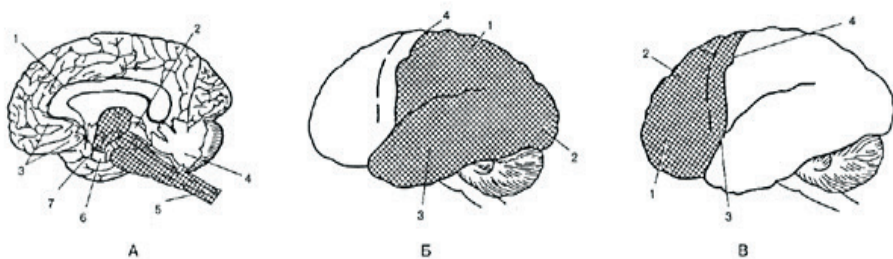
Zaduženo je za inervaciju mišića larinksa, jezika, usana i drugih koji su uključeni u artikulaciju. Lezija ovog jedra dovodi do motorne afazije, gubitak sposobnosti izgovaranja reči.

Osnovni principi strukture mozga: mozak kao složeni sistem mentalnih procesa čini jedinstvenu celinu koja se sastoji od različitih zona koje imaju različite uloge u realizaciji mentalnih funkcija. Vodeću ulogu u realizaciji kako anatomskih tako i fizioloških i kliničkih manifestacija igrakoramozga. U neuropsihologiji, analizom neuropsiholoških podataka dobijenih kod poremećaja mentalnih procesa različitih moždanih lezija, razvijen je opšti strukturni i funkcionalni model mozga kao supstrat mentalne aktivnosti. Ovaj model je predložio Alexander Romanovich Luria. On predstavlja osnovu za objašnjenje integrativne aktivnosti mozga kao najopštije zakone mozga u celini. Prema ovom modelu, mozak se može podeliti na tri glavna strukturna i funkcionalna bloka:

- a) energetske blok, tj. blok za regulaciju nivoa moždane aktivnosti;
- b) blok za prijem, obradu i skladištenje eksteroreceptivnih (odlaznih) informacija;
- c) blok programiranja, regulacije i kontrole toka mentalne aktivnosti.

Svaka viša mentalna funkcija se odvija uz učešće sva tri bloka, svaki na svoj način doprinosi njenoj implementaciji. Svaki blok karakterišu određene strukture i fiziološki principi koji su u osnovi njihovog rada i uloga koju imaju u okviru realizacije pojedinih mentalnih funkcija. Prvi energetske blok reguliše dve vrste aktivacionih procesa: opšte generalizovane promene u aktivaciji mozga koja su osnova različitih funkcionalnih stanja i lokalne selektivne aktivacione promene neophodne za realizaciju viših mentalnih funkcija.

Funkcionalni model integrativnog funkcionisanja mozga koji je predložio A.R.Luri:



A - Prvi blok regulacije opšte i selektivne nespecifične aktivacije mozga, uključujući retikularne strukture trupa, srednjeg mozga i diencefalne regije, kao i limbički sistem i mediobazalne regije korteksa frontalnog i temporalnog režnja mozga. Na slici obeleženo redom počevši od broja 1. Corpus calosum, 2. srednji mozak (Mesencephalon), 3. mediobazalni delovi desnog frontalnog režnja, 4. mali mozak (Cerebellum), 5. retikularna formacija trupa, 6. medijalni delovi desnog temporalnog režnja mozga i 7. Thalamus.

B - Drugi blok za primanje, obradu i pohranjivanje eksteroceptivnih informacija koje uključuje glavne sisteme analizatora (vizuelni, kožno-kinestetički, slušni), čije se kortikalne zone nalaze u stražnjim delovima moždanih hemisfera, redom od 1. Parijetalna regija (opšte senzitivni korteks), 2. Okcipitalna regija (vizuelni korteks), 3. Temporalna regija (slušni korteks) i 4. Centralna brazda.

V - Treći blok programiranja, regulacije i kontrole toka mentalne aktivnosti, uključujući motorni, premotorni i prefrontalni deo mozga sa njihovim dvosmernim vezama, počevši od 1. Prefrontalna oblast, 2. Premotorni region, 3. Motorno polje (precentralni girus) i 4. Centralna brazda.

Opšti aspekt rada prvog bloka direktno je vezan za procese pažnje kao i svesti uopšteno. Nivo je aktivacije na kojem se odvijaju sve mentalne funkcije, u održavanju tonusa centralnog nervnog sistema, neophodno za svaku mentalnu aktivnost. Takođe pored opštih nespecifičnih aktivacionih funkcija, označen kao prvi blok u mozgu je direktno povezan sa procesima pamćenja, sa utiskivanjem, pohranjivanjem i obradom informacija različitih modaliteta.

Drugi blok zadužen za primanje, obradu i pohranjivanje informacija, uključuje glavne sisteme analizatora: vizuelni, slušni i kožno-kinestetički, kortikalne delove tj. zone koje se nalaze u zadnjim delovima moždanih hemisfera. Pomenuta sva tri sistema analizatora su organizovani po opštem principu i sastoje se od perifernog (receptornog) i centralnog dela. Centralni delovi analizatora uključuju više nivoa, poslednji je korteks mozga. Uopšteno posmatrano, analizatori su delovi koji pripremaju odgovore tela na spoljašnje podražaje. Korteks zadnjih delova moždanih hemisfera ima niz zajedničkih karakteristika koje omogućavaju kombinovanje različitih nivoa analitičkih sistema u zajednički moždani blok. U korteksu zadnjih delova mozga razlikuju se

primarna, sekundarna i tercijerna polja, a prema terminologiji I.Pavlova zovu se „nuklearne zone analizatora” i „periferija”. Nuklearna zona vizuelnog analizatora obuhvata 17, 18 i 19 polje, nuklearnu zonu kožno-kinestetičkog analizatora 1, 2 i 3, delimično polje 5, nuklearnu zonu analizatora zvuka 22, 41 i 42 polje, od kojih su 3, 17 i 41 primarna polja, ostala su sekundarna.

Sekundarna kortikalna polja vrše sintezu podražaja, funkcionalno ujedinjenih različitih analitičkih zona. Tako direktno učestvuju u pružanju različitih gnostičkih tipova mentalne aktivnosti.

Tercijerna zona moždane kore se nalazi izvan tzv. „nuklearnih analizatora”. Ova zona uključuje gornje parijetalno polje (7 i 40), donje parijetalno polje (39) i srednje temporalno polje (21 i delimično polje 37). Funkcionalni značaj tercijernih polja korteksa je raznovrstan, a njihovo učešće složeno u supramodalne vrste mentalne aktivnosti, simboličke, govorne i intelektualne.

Treći strukturni i funkcionalni blok mozga je blok programiranja, regulacije i kontrole toka mentalne aktivnosti uključujući motoričke, premtone i prefrontalne delove korteksa frontalnih regija mozga. Kora prednjih režnjeva mozga zauzima oko 24% površine moždanih hemisfera. U frontalnom korteksu razlikujemo motorni korteks (polja 4 i 6) i deo koji nazivamo nemotorni korteks (polja 9, 10, 11, 12, 46 i 47). Pomenuta polja imaju različite funkcije, a motorni frontalni korteks čini nuklearnu zonu motornog analizatora.

Opšti i funkcionalni model organizacije mozga, koji predlaže A.R.Luria, sugeriše da se određene faze voljnog posredovanja govora svesne mentalne aktivnosti provode uz obavezno učešće sva tri moždana bloka.

Prema modernom psihološkom konceptu svaka faza mentalne aktivnosti ima strogo definisanu strukturu. Ona počinje motivacijom, namerom koja se zatim pretvara u specifičan program aktivnosti, uključujući i „sliku rezultata” i ideje o tome kako da se implementira ovaj program koji se na kraju realizuje uz pomoć određenih operacija. Mentalna aktivnost se završava fazom poređenja dobijenih rezultata sa originalnom „slikom rezultat” kod svake osobe posebno. Ukoliko postoji neslaganje između dobijenih podataka, mentalna aktivnost se nastavlja dok se ne dobije željeni rezultat. Lezija u bilo kom od ova tri

bloka utiče neposredno na mentalnu aktivnost. Ovako definisana opšta šema formiranja mozga kao supstrata složenih svesnih oblika mentalne aktivnosti se nalazi u analizi tj. osnovi različitih poremećaja viših mentalnih funkcija koji su posledica lokalnih moždanih lezija (Goran Š., 2006.).

U korteksu velikog mozga, kao što je već rečeno, razlikuju se Brodmanova polja:

1.Zona - motorna koja je predstavljena centralnim girusom i frontalnom zonom ispred nje (polja 4, 6, 8 i 9 po Brodmanu). Iritacijom ove zone izazivaju se različite motoričke reakcije, a lezijom gubitak pojedinih motornih funkcija (slabost, pareza, paraliza).

2.Zona - osetljiva područja kore velikog mozga posteriorno od centralnog sulkusa (polja 1, 2, 3, 4, 5 i 7 po Brodmanu). Iritacijom ove zone javlju se različite senzacije, a lezijom nestanak propriocepcije i intersenzitivnost (hipostezija, anestezija, parestezija). Ovo se odnosi na gornje delove zone - koža donjih delova ekstremiteta i genitalija, u donjim delovima koža gornjih ekstremiteta, glava, usta.

Zone 1 i 2 su funkcionalno tesno povezane. U motornoj zoni postoje mnogi aferentni neuroni koji primaju impulse od proprioceptora, to su motosenzorne zone. U osetljivoj zoni mnogobrojni motorni elementi su odgovorni za nastanak bola, to su senzomotoričke zone.

3.Zona - vidna zona nalazi se u okcipitalnoj regiji kore velikog mozga (17, 18 i 19 polje po Brodmanu). Lezijom 17 polja dolazi do gubitka vidnih senzacija tzv. kortikalno slepilo. Lezijom 18 polja narušene su funkcije vezane za prepoznavanje vizuelno slike i percepcija pisanja. Kada je ledirano polje 19, javljaju se razne vizuelne halucinacije, poremećaj reakcije na slušne orijentacije, muzička gluvoća, a lezija 41 polja daje kortikalnu gluvoću.

5.Zona - mirisna nalazi se u kruškolikoj vijuzi (11 polje po Brodmanu).

6.Zona - gustatorna (43 polje po Brodmanu).

7.Zona - govorno - motorička zona (po Jacksonu - centar govora), kod većine osoba (desno orijentisanih, desnorukih) nalazi se u levoj hemisferi.

Kao što je opisano u ranijem tekstu ima ukupno 52 polja po Brodmanu.

Oblasti se dele na primarne (omogućavaju obradu određenih senzornih informacija), sekundarne i tercijerne (zadužene su za interakciju signala iz različitih senzornih sistema).

Limbički sistem igra odlučujuću ulogu kod pojave i toka emocija. On je usko povezan sa aktivnošću modilirajućih sistema u mozgu. Limbički sistem je složeni kompleks funkcionalno međusobno povezanih filogenetskih drevnih dubokih moždanih struktura uključenih u regulaciju vegetativno-visceralnih funkcija i bihevioralnih reakcija tela. 1952. godine termin „limbički sistem” je uveo McLean. Mnogo ranije, 1937. godine, Papez je sugerisao moguće postojanje tzv. „anatomskog” emocionalnog prstena koji uključuje hipokampus - svod - mamilarna tela - prednje jedro talamusa - cingularni girus - hipokampus. Papezov krug je osnova limbičkog sistema. U svom osnovnom delu je sličan kod svih sisara. Pored navedenog Papezovog prstena uobičajeno je da se u limbični sistem ubrajaju i neka jedra hipotalamusa, amigdale, olfaktorni bulbus, trakt i tuberkul, nespecifična jedra talamusa i retikularna formacija srednjeg mozga. Sve navedene formacije čine zajedno hipotalamus - limbičko - retikularni sistem. Centralni deo limbičkog sistema je hipokampus. Takođe postoji mišljenje da je prednja frontalna regija neokortikalni nastavak limbičkog sistema.

Nežni signali koji dolaze iz svih čila, prolaze kroz puteve moždanog stabla do korteksa, kroz jednu ili više limbičkih struktura kao npr. amigdale, hipokampus ili deo hipokampusa. Kroz ove strukture prolaze i signali iz korteksa. Razni delovi limbičkog sistema su na razne načine odgovorni za formiranje emocija. Njihovo ispoljavanje u velikoj meri zavisi od trenutne aktivnosti amigdala i cingularnog girusa. Treba naglasiti da limbički sistem učestvuje u pokretanju onih emocija i emocionalnih reakcija koje su već proverene i testirane tokom života. Postoje čvrsti naučni dokazi da brojne osnovne emocionalne reakcije imaju evolucijsku osnovu.

A - prioritet, emocije, su posebna grupa mentalnih procesa i stanja vezanih za potrebe i motive koji se odražavaju u vidu direktnih subjektivnih iskustava (zadovoljstvo, radost, strah i sl.) što je značajna pojava koja deluje na pojedinca. Emocije su glavni mehanizam unutrašnje regulacije mentalne aktivnosti i ponašanja. U cilju zadovoljenja potreba

pojedince prate skoro svaku manifestaciju vitalne aktivnosti date osobe. Prema kriterijumima trajanja emocionalnih reakcija razlikujemo:

- emocionalnu pozadinu tj. emocionalno stanje i

- emocionalni odgovor.

Emocionalno stanje u velikoj meri odražava globalni stav pojedinca prema situaciji u kojoj se našao i prema sebi, a povezano je sa njegovim ličnim karakteristikama jer je emocionalni odgovor kratkoročni odgovor na određeni uticaj koji je odraz situacije. Najbitnije karakteristike emocije su njihov znak i intenzitet. Pozitivne i negativne emocije su uvek prepoznatljive po određenom intenzitetu koji ih karakteriše (Goran Š., 2006.).

Da ukratko sumiramo prethodno navedeno: za razliku od drugih životinjskih vrsta, karakteristike ponašanja jedinstvenih za čoveka su: lokomotorni sistem se temelji na nogama, ruke su slobodne za ostale složene funkcije, palac je odmaknut, a fina motorika šaka je uslov za razvoj oruđa i tehnologije. Govor i jezik su osnova komunikacije i simboličkog mišljenja kao npr. razvijene socijalne interakcije i kultura što su tokom razvoja uslovile podelu posla u društvu, kontrolu seksualnih nagona i agresije. Takođe jedna od odlika je i produženo vreme odrastanja kao i individualni umetnički i duhovni izražaj. Sve navedene odlike direktno zavise od moždane kore i zato se mnogobrojna istraživanja uglavnom oslanjaju na proučavanje moždane kore. Otkriće da je leva hemisfera mozga čoveka superiornija od jezičke funkcije (Broca 1865.) pokrenulo je otkrivanje mnogobrojnih drugih struktura kao i funkcionalnu asimetriju mozga čoveka. Pretpostavlja se da iako svrha simetrije nije u potpunosti jasna, verovatno predstavlja biološku prednost u smislu koncentracije pojedinih delova mreža u istoj hemisferi, a sve s ciljem minimiziranja zaostajanja u procesuiranju usled prenosa informacija u suprotnu hemisferu. Brojni emotivni događaji koji inače aktiviraju asocijativna i transmodalna polja moždane kore nisu dostupna svesti, ona utiču na ponašanje iako ih čovek nije svesno doživeo. Tokom istraživanja su poznati metodama slikovnog prikaza aktivnosti mozga. Proučeni primeri su fenomen rezidualnog vida u hemianopsičnih pacijenata, implicitno pamćenje i „priming” kod bolesnika sa globalnom amnezijom, odgovori autonomnog nervnog sistema na poznata lica kod prozopagnozičara, nesvesna percepcija feromona i ideomotorno delovanje.

Imajući u vidu složenu funkciju moždane kore kod čoveka, posebno čeonog režnja, ne iznenađuje činjenica da pojedine bolesti i poremećaji dovode do veoma složene simptomatologije. Iako literaturni navodi u oblasti neuronauka često naglašavaju tesnu povezanost strukture i funkcije, kao npr. što je slučaj kod lezije optičkog trakta koja uvek dovodi do kontralateralne hemianopsije. Ovakvo objašnjenje i pristup nije zadovoljavajući jer osnova temelja ovih procesa ima oblik velikih preklapajućih neuronskih mreža organizovanih oko recipročno povezanih kortikalnih epicentara. Lezije koje dovode nepovratno do nesposobnosti delovanja u određenim oblicima ponašanja ili kognicije pomažu kod određivanja delova mreže neophodne za integritet određene kognitivne funkcije. Tek aktivacijom pojedinih delova mozga snimljene funkcionalnim tehnikama slikovnog prikaza u trenutku obavljanja zadataka povezanih sa određenim dometom, ukazuju koja još funkcija mozga učestvuje u njenom koordiniranom delovanju. Iz tih razloga, za dobijanje potpunije slike odnosa između strukture mozga i ponašanja, neophodno je povezati već utemeljenim pristupom proučavanja pacijenata sa žarišnim oštećenjem mozga sa eksperimentalnim podacima dobijenim tehnikom slikovnog prikaza aktivacije mozga (PET, fMRI). Na taj način se dobija potpunija slika uzajamno strukturno i funkcionalno zavisnih područja mozga koja nam omogućavaju normalno funkcionisanje i život.

Literatura:

Abrahams S, Goldstein LH, Simmons A, et al. (September 2003.) „Functional magnetic resonance imaging of verbal fluency and confrontation naming using compressed image acquisition to permit overt responses”. *Human Brain Mapping*. 20 (1): 29-40. doi:10.1002/hbm.10126. PMC 6872028. PMID 12953304.

Acharya, Aninda B. (2019.) *Treasure Island* (FL): StatPearls Publishing. Retrieved 4 December 2019.

Aglioti S, DeSouza JF, Goodale MA (June 1995.) „Size-contrast illusions deceive the eye but not the hand”. *Current Biology*. 5 (6): 679-685. Bibcode:1995CBio....5..679A. doi:10.1016/S0960-9822(95)00133-3. PMID 7552179. S2CID 206111613.

Albert Tsao, Jørgen Sugar, Li Lu, Cheng Wang, James J. Knierim, May-Britt Moser Integrating time from experience in the lateral entorhinal cortex & Edvard I. Moser *Nature* volume 561, pages57-62 (2018.).

Albright TD (December 1984.) „Direction and orientation selectivity of neurons in visual area MT of the macaque”. *Journal of Neurophysiology*. 52 (6):1106-1130. doi:0.1152/jn.1984.52.6.1106.PMID 6520628.

Amaral, D. G., & Witter, M. P. (1995.) *Hippocampal Formation*. In G. Paxinos & C. Watson (Eds.), *The rat brain in stereotaxic coordinates* (3rd ed.). San Diego: Academic Press.

Andrews, Sophie C.; Hoy, Kate E.; Enticott, Peter G.; Daskalakis, Zafiris J.; Fitzgerald, Paul B. (April 2011.) „Improving working memory: the effect of combining cognitive activity and anodal transcranial direct current stimulation to the left dorsolateral prefrontal cortex”. *Brain Stimulation*. 4 (2): 84-89. doi:10.1016/j.brs.2010.06.004. PMID 21511208. S2CID 19782638.

Anzai A, Peng X, Van Essen DC (October 2007.) „Neurons in monkey visual area V2 encode combinations of orientations”. *Nature Neuroscience*. 10 (10): 1313-1321. doi:10.1038/nn1975. PMID 17873872. S2CID 6796448.

Ardila, Alfredo; Bernal, Byron; Rosselli, Monica (2016.) „How Localized are Language Brain Areas? A Review of Brodmann Areas Involvement in Oral Language”. *Archives of Clinical Neuropsychology*. 31 (1): 112-122. doi:10.1093/arclin/acv 081.PMID 26663825.

Ardila, Alfredo; Bernal, Byron; Rosselli, Monica (February 2017.) „Should Broca’s area include Brodmann area 47?”. *Psicothema*. 29 (1): 73-77. doi:10.7334/psicothema 2016.11.PMID 28126062.

Archived January 21, 2007., at the Wayback Machine braininfo.rprc.washington.edu, retrieved November 19, 2006.

Azari NP, Nickel J, Wunderlich G, et al. (April 2001.) „Neural correlates of religious experience”. *The European Journal of Neuroscience*. 13 (8): 1649-52. doi:10.1046/j.0953-816x.2001.01527.x. PMID 11328359. S2CID 22241837.

Babiloni C, Ferretti A, Del Gratta C, et al. (May 2005.) „Human cortical responses during one-bit delayed-response tasks: an fMRI study”. *Brain Research Bulletin*. 65 (5): 38390. doi:10.1016/j.brainresbull.2005.01.013. PMID 15833592. S2CID 8559918.

Badre, D.; Poldrack, R.; Pare-Blagoev, E.; Insler, R.; Wagner, A. (2005.) „Dissociable Controlled Retrieval and Generalized Selection Mechanisms in Ventrolateral Prefrontal Cortex”. *Neuron*. 47 (6): 907-918. doi:10.1016/j.neuron.2005.07.023. PMID 16157284. S2CID 5846073.

Barbas H, Ghashghaei H, Rempel-Clower N, Xiao D (2002.) Anatomic basis of functional specialization in prefrontal cortices in primates. In: *Handbook of Neuropsychology* (Grafman J, ed), pp 1-27. Amsterdam: Elsevier Science B.V.

Bedini, Marco; Baldauf, Daniel (2021.) „Structure, function and connectivity fingerprints of the frontal eye field versus the inferior frontal junction: A comprehensive comparison”. *European Journal of Neuroscience*. 54 (4): 5462-5506. doi:10.1111/ejn.15393. ISSN 1460-9568. PMC 9291791. PMID 34273134.

Benson NC, Yoon JM, Forenzo D, Engel SA, Kay KN, Winawer J (November 2022.) „Variability of the Surface Area of the V1, V2, and V3 Maps in a Large Sample of Human Observers”.

The Journal of Neuroscience. 42 (46): 8629-8646. doi:10.1523/jneurosci.0690-21.2022. PMC 9671582. PMID 36180226.

Bermpohl F, Pascual-Leone A, Amedi A, et al. (August 2006.), „Attentional modulation of emotional stimulus processing: an fMRI study using emotional expectancy”. Human Brain Mapping. 27 (8): 662-77. doi:10.1002/hbm.20209. PMC 6871342. PMID 16317710.

Binder, JR (15 December 2015.) „The Wernicke area: Modern evidence and a reinterpretation”. Neurology. 85 (24): 2170-5. doi:10.1212/WNL.0000000000002219. PMC 4691684. PMID 26567270.

Biella, G.; Uva, L.; De Curtis, M. (2001.) „Network activity evoked by neocortical stimulation in area 36 of the guinea pig perirhinal cortex”. Journal of Neurophysiology. 86 (1): 164-72. doi:10.1152/jn.2001.86.1.164. PMID 11431498.

Blanke, O. (Sep.2002.) „Stimulating illusory own-body perceptions”. Nature. 419 (6904): 269-70. doi:10.1038/419269a. PMID 12239558. S2CID 4427138.

Born RT, Bradley DC (2005.) „Structure and function of visual area MT”. Annual Review of Neuroscience. 28: 157-189. doi:10.1146/annurev.neuro.26.041002.131052. PMID 16022593.

Braddick OJ, O'Brien JM, Wattam-Bell J, Atkinson J, Hartley T, Turner R (2001.) „Brain areas sensitive to coherent visual motion”. Perception. 30 (1): 61-72. doi:10.1068/p3048. PMID 11257978. S2CID 24081674.

Brain Info Brodmann Area 15 Archived October 5, 2008., at the Wayback Machine visited 1/22/2007.

Braz J, Pettré J, Richard P, Kerren A, Linsen L, Battiatto S, et al. (11 February 2016.) „Algorithmic Optimnizations in the HMAX Model Targeted for Efficient Object Recognition”. In Bitar AW, Mansour MM, Chehab A (eds.). Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications. Berlin, Germany: Springer. p. 377. ISBN 978-3-319-29971-6.

„BrainInfo”. braininfo.rprc.washington.edu.2013.

„BrainInfo”. braininfo.rprc.washington.edu. Retrieved 2025-01-27.

Brain Info Brodmann Area 15 Archived October 5, 2008., at the Wayback Machine visited 1/22/2007.

Brodmann, K. (1909.) Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde (in German). Leipzig: Johann Ambrosius Barth.

Brodmann, Korbinian (1909.) Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde in ihren Prinzipien dargestellt auf Grund des Zellenbaues (in German). Barth.

Brodmann, K. (2005.) [1909.] Localisation in the cerebral cortex [Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde in ihren Prinzipien Dargestellt auf Grund des Zellenbaues]. Laurence J Garey (Trans.). Imperial College Press. p. 52. ISBN 0387269177.

Brodmann-1909. Archived January 21, 2007, at the Wayback Machine braininfo.rprc.washington.edu.

Brooks JO, Bearden CE, Hoblyn JC, Woodard SA, Ketter TA (December 2010.) „Prefrontal and paralimbic metabolic dysregulation related to sustained attention in euthymic older adults with bipolar disorder”. *Bipolar Disorders*. 12 (8): 866-74. doi:10.1111/j.1399-5618.2010.00881.x. PMID 21176034.

Brown, Steven; Michael J. Martinez & Lawrence M. Parsons (2006.) „Music and language side by side in the brain: a PET study of the generation of melodies and sentences”. *European Journal of Neuroscience*. 23 (10): 2791-803. CiteSeerX 10.1.1.530.5981. doi:10.1111/j.1460-9568.2006.04785. x. PMID 16817882. S2CID 15189129.

Bruce, C. J.; Goldberg, M. E.; Bushnell, M. C.; Stanton, G.B. (1985.) „Primate frontal eye fields. II. Physiological and anatomical correlates of electrically evoked eye movements”. *Journal of Neurophysiology*. 54 (3): 714-34. doi:10.1152/jn.1985.54.3.714. PMID 4045546.

Brunet E, Sarfati Y, Hardy-Baylé MC, Decety J (February 2000.) „A PET investigation of the attribution of intentions with a nonverbal task”. *NeuroImage*. 11 (2): 157-66. doi:10.1006/nimg.1999.0525. PMID 10679187. S2CID 11846982.

Buckner, R. (1996.) „Contributions of specific prefrontal brain areas to long-term memory retrieval”. *Psychonomic Bulletin and*

Review. 3 (2): 149-158. doi:10.3758/BF03212413. PMID 24213862. S2CID 31024400.

Burgess, P.W.; Dumontheil, I.; Gilbert, S.J. (2007.) „The gateway hypothesis of rostral prefrontal cortex (area 10) function”. *Trends in Cognitive Sciences*. 11 (7): 290-298. CiteSeerX 10.1.1.578.2743. doi: 10.1016/j.tics.2007.05.004. PMID 17548231. S2CID 13509187.

Carmichael, S.T.; Price, J.L. (1994.) „Architectonic Subdivision of the Orbital and Medial Prefrontal Cortex in the Macaque Monkey”. *The Journal of Comparative Neurology*. 346 (3): 366-402. doi:10.1002/cne.903460305. PMID 7527805. S2CID 20829291.

Center, Boston University Medical. „Study highlights the importance of physical activity and aerobic exercise for healthy brain function”. *medicalxpress.com* (na jeziku: engleski).

Chevrier AD, Noseworthy MD, Schachar R (December 2007.) „Dissociation of response inhibition and performance monitoring in the stop signal task using event-related fMRI”. *Human Brain Mapping*. 28 (12): 1347-58. doi:10.1002/hbm.20355. PMC 6871417. PMID 17274022.

Chrobak, J. J., & Buzsáki, G. (1994.) Selective activation of deep layer (V-VI) retrohippocampal cortical neurons during hippocampal sharp waves in the behaving rat. *J Neurosci*, 14(10), 6160-6170.

Churchland PS, Sejnowski TJ (1992.) *The Computational Brain*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press. p. 149. ISBN 978-0-262-53120-7.

Damasio, Antonio R. (1994.) *Descartes' error: emotion, reason, and the human brain*. New York: Putnam. ISBN 978-0-399-13894-2.

Dapretto, Mirella; Bookheimer, Susan Y (October 1999) „Form and Content”. *Neuron*. 24 (2): 427-432. doi:10.1016/S0896-6273(00)80855-7. PMID 10571235. S2CID 18742085.

David Badre & Anthony D. Wagner (2007.) „Left ventrolateral prefrontal cortex and the cognitive control of memory”. *Neuropsychologia*. 45 (13): 2883-2901. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2007.06.015. PMID 17675110. S2CID 16062085.

Deep Brain Stimulation for Treatment-Resistant Depression

neuron.org, March 3, 2005. Retrieved November 18, 2018.

Demb, J.; Desmond, J.; Wagner, A.; Vaidya, C.; Glover, G.; Gabrieli, J. (1995.) „Cortex: A Functional magnetic resonance imaging Study of Task Difficulty and Process Specificity”. The Journal of Neuroscience. 15 (9): 5870-5878. doi:10.1523/JNEUROSCI.15-09-05870.1995. PMC 6577672. PMID 7666172.

Ding, S.L.; Van Hoesen, G.W.; Cassell, M.D.; Poremba, A.(2009.) „Parcellation of human temporal polar cortex: A combined analysis of multiple cytoarchitectonic, chemoarchitectonic, and pathological markers”. The Journal of Comparative Neurology. 514 (6): 595-623. doi:10.1002/cne.22053. PMC 3665344. PMID 19363802.

Dixon, Matthew L.; Thiruchselvam, Ravi; Todd, Rebecca; Christoff, Kalina (October 2017.) „Emotion and the prefrontal cortex: An integrative review”. Psychological Bulletin. 143 (10): 1033-1081. doi:10.1037/bul0000096. ISSN 1939-1455. PMID 28616997.

Dronkers, Nina F; Wilkins, David P; Van Valin, Robert D; Redfern, Brenda B; Jaeger, Jeri J (May 2004.) „Lesion analysis of the brain areas involved in language comprehension”. Cognition. 92 (1-2): 145-177. doi: 10.1016/j.cognition.2003.11.002. hdl:11858/00 - 001M- 0000-0012-6912-A. PMID 15037129. S2CID 10919645.

Dubner R, Zeki SM (December 1971.) „Response properties and receptive fields of cells in an anatomically defined region of the superior temporal sulcus in the monkey”. Brain Research. 35 (2): 528–532. doi:10.1016/0006-8993(71)90494-X. PMID 5002708.

Düzel E, Picton TW, Cabeza R, et al. (June 2001.) „Comparative electrophysiological and hemodynamic measures of neural activation during memory-retrieval”. Human Brain Mapping. 13 (2): 104-23. CiteSeerX 10.1.1.714.6378. doi:10.1002/hbm.1028. PMC 6872004. PMID 11346889.

Dürsteler MR, Wurtz RH, Newsome WT (May 1987.) „Directional pursuit deficits following lesions of the foveal representation within the superior temporal sulcus of the macaque monkey”. Journal of Neurophysiology. 57 (5): 1262-1287. CiteSeerX 10.1.1.375.8659. doi:10.1152/jn.1987.57.5.1262. PMID 3585468.

„Electro Man: Episode 101”. Stan Lee’s Superhumans. August 5, 2011.

Eifuku, S. (2017.) „Brodmann Areas 27, 28, 36 and 37: The Parahippocampal and the Fusiform Gyri”. Brain and Nerve = Shinkei Kenkyu No Shinpo. 69 (4): 439-451. PMID 28424398.

Farrow TF, Zheng Y, Wilkinson ID, et al. (August 2001.) „Investigating the functional anatomy of empathy and forgiveness”. NeuroReport. 12 (11): 2433-8. doi:10.1097/00001756-200108080-00029. PMID 11496124. S2CID 34437619.

Fattori P, Raos V, Breveglieri R, Bosco A, Marzocchi N, Galletti C (January 2010.) „The dorsomedial pathway is not just for reaching: grasping neurons in the medial parieto-occipital cortex of the macaque monkey”. The Journal of Neuroscience. 30 (1): 342-349. doi:10.1523/JNEUROSCI.3800-09.2010. PMC 6632536. PMID 20053915.

„Faulty Circuits”, Scientific American, April 2010.

Felleman DJ, Van Essen DC (1991.) „Distributed hierarchical processing in the primate cerebral cortex”. Cerebral Cortex. 1 (1): 1-47. doi:10.1093/cercor/1.1.1-a. PMID 1822724.

Fincham JM, Carter CS, van Veen V, Stenger VA, Anderson JR (March 2002.) „Neural mechanisms of planning: a computational analysis using event-related fMRI”. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 99 (5): 3346-51. Bibcode:2002PNAS.99.3346F. doi:10.1073/pnas.052703399. JSTOR 3058122. PMC 122521. PMID 11880658.

Fink GR, Marshall JC, Halligan PW, et al. (March 1999.) „The neural consequences of conflict between intention and the senses”. Brain. 122 (3): 497-512. doi:10.1093/brain/122.3.497. hdl:21.11116/0000-0001-A22E-5. PMID 10094258.

Fischer, Håkan; Andersson, Jesper L.R.; Furmark, Tomas; Fredrikson, Mats (July 1998.) „Brain correlates of an unexpected panic attack: a human positron emission tomographic study”. Neuroscience Letters. 251 (2): 137-140. doi:10.1016/S0304-3940(98)00503-5.

Fişek M, Herrmann D, Egea-Weiss A, Cloves M, Bauer L, Lee TY, et al. (May 2023.) „Cortico-cortical feedback engages active

dendrites in visual cortex". *Nature*. 617 (7962.): 769-776. Bibcode: 2023. *Nature*.617..769F. doi:10.1038/s41586-023-06007-6. PMC 10244179. PMID 37138089.

Forstmann, Birte U.; Van den Wildenberg, Wery P.M. and Ridderinkhof, Richard K (2008.) Neural Mechanisms, Temporal Dynamics, and Individual Differences in Interference Control. *Journal of Cognitive Neuroscience* 20:10, pp. 1854-65

Foundas AL, Leonard CM, Gilmore RL, Fennell EB, Heilman KM (January 1996.) „Pars triangularis asymmetry and language dominance". *Proc Natl Acad Sci U S A*. 93 (2): 719-722. Bibcode: 1996PNAS...93..719F. doi:10.1073/pnas. 93.2.719. PMC 40120. PMID 8570622

Fox, MD; Buckner, RL; White, MP; Greicius, MD; Pascual-Leone, A (2012.) „Efficacy of transcranial magnetic stimulation targets for depression is related to intrinsic functional connectivity with the subgenual cingulate". *Biological Psychiatry*. 72 (7): 595-603. doi:10.1016/j.biopsych.2012.04.028. PMC 4120275. PMID 22658708.

Frey, S.; Petrides, M. (2000.) „Orbitofrontal cortex: A key prefrontal region for encoding information". *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 97(15): 8723-8727. Bibcode: 2000PNAS...97.8723F. doi:10.1073/pnas.140543497. PMC 27015. PMID 10880572.

Friederici, Angela D. (2017.) *Language in Our Brain: the origins of a uniquely human capacity*. Massachusetts Institute of Technology. pp. 6-11, 103-210. ISBN 9780262036924.

Funahashi, M., & Stewart, M. (1997.) Presubicular and parasubicular cortical neurons of the rat: electrophysiological and morphological properties. *Hippocampus*, 1997;7(2):117-29.

Fuster, J.M. *The Prefrontal Cortex*, (Raven Press, New York, 1997.).

Gabrieli, John DE, Russell A. Poldrack, and John E. Desmond. „The role of left prefrontal cortex in language and memory." *Proceedings of the national Academy of Sciences* 95.3 (1998.): 906-913.

Gallagher HL, Jack AI, Roepstorff A, Frith CD (July 2002.) „Imaging the intentional stance in a competitive game" (PDF). *NeuroImage*. 16 (3 Pt 1): 814-21. doi:10.1006/nimg.

2002.1117. PMID 12169265. S2CID 1733601.

Galletti C, Kutz DF, Gamberini M, Breveglieri R, Fattori P (November 2003.) „Role of the medial parieto-occipital cortex in the control of reaching and grasping movements”. *Experimental Brain Research*. 153 (2): 158-170. doi:10.1007/s00221-003-1589-z. PMID 14517595. S2CID 1821863.

Galletti C, Gamberini M, Kutz DF, Baldinotti I, Fattori P (February 2005.) „The relationship between V6 and PO in macaque extrastriate cortex” (PDF). *The European Journal of Neuroscience*. 21 (4): 959-970. CiteSeerX 10.1.1.508.5602. doi:10.1111/j.1460-9568.2005.03911.x. PMID 15787702. S2CID 15020868. Archived from the original (PDF) on 2017-08-08. Retrieved 2018-09-14.

Gamberini M, Passarelli L, Filippini M, Fattori P, Galletti C (December 2021.) „Vision for action: thalamic and cortical inputs to the macaque superior parietal lobule”. *Brain Structure & Function*. 226 (9): 2951-2966. doi:10.1007/s00429-021-02377-7. PMC 8541979. PMID 34524542.

Gasquoine, Philip Gerard (2013-01-03) „Localization of function in anterior cingulate cortex: from psychosurgery to functional neuro-imaging”. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 37 (3): 340-348. doi:10.1016/j.neubiorev.2013.01.002. ISSN 1873-7528. PMID 23313645. S2CID 19692387. Archived from the original on 2022-08-21. Retrieved 2022-08-21 - via National Library of Medicine.

Gazzaniga MS, Ivry RB, Mangun GR (2002.) *Cognitive Neuroscience: The Biology of the Mind* (2nd ed.). W W Norton & Co Inc. ISBN 978-0-393-97777-6.

Garey LJ. *Brodmann's Localisation in the Cerebral Cortex*. New York : Springer, 2006. (ISBN 0-387-26917-7) (ISBN 978-0387-26917-7).

Gilbert, Sam J.; Spengler, Stephanie; Simons, Jon S.; Steele, J. Douglas; Lawrie, Stephen M.; Frith, Christopher D.; Burgess, Paul W. (2006-06-01). „Functional specialization within rostral prefrontal cortex (area 10): a meta-analysis”. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 18 (6): 932-948. CiteSeerX 10.1.1.530.7540. doi:10.1162/jocn.2006.18.6.932. ISSN 0898-929X. PMID 16839301. S2CID 7366161.

Glasgow, S. D., & Chapman, C. A. (2007.) Local generation of theta-frequency EEG activity in the parasubiculum. *J Neurophys*, doi:10.1152/jn.01306.2006.

Glickstein M, Rizzolatti G (1 December 1984.) „Francesco Gennari and the structure of the cerebral cortex”. *Trends in Neurosciences*. 7 (12): 464-467. doi:10.1016/S0166-2236(84)80255-6. S2CID 53168851.

Goddard E, Mannion DJ, McDonald JS, Solomon SG, Clifford CW (April 2011.) „Color responsiveness argues against a dorsal component of human V4”. *Journal of Vision*. 11 (4): 3. doi:10.1167/11.4.3. PMID 21467155.

Goel V, Grafman J, Sadato N, Hallett M (September 1995.) „Modeling other minds”. *NeuroReport*. 6 (13): 1741 - 6. doi:10.1097/00001756-199509000-00009. PMID 8541472. S2CID 8560791.

Goel V, Gold B, Kapur S, Houle S, (March 1997.) „The seats of reason? An imaging study of deductive and inductive reasoning”. *NeuroReport*. 8 (5): 1305-10. doi: 10.1097/00001756-199703240-00049. PMID 9175134. S2CID 13586482.

Golubović Goran Z. (2008.) *Osnovi opšte psihopatologije*. Niš: Unigraf. str. 94. ISBN 978-86-83863-60-0.

Goodale MA, Milner AD (January 1992.) „Separate visual pathways for perception and action”. *Trends in Neurosciences*. 15 (1): 20-25. CiteSeerX 10.1.1.207.6873. doi: 10.1016/0166 - 2236(92)90344-8. PMID 1374953. S2CID 793980.

Goodale MA (July 2011.) „Transforming vision into action”. *Vision Research*. 51 (13): 1567-1587. doi:10.1016/j.visres. 2010.07.027. PMID 20691202.

Gottfried, Jay A.; Zald, David H. (December 2005.) „On the scent of human olfactory orbitofrontal cortex: Meta-analysis and comparison to non-human primates”. *Brain Research Reviews*. 50 (2): 287-304. doi:10.1016/j.brainresrev.2005.08.004. PMID 16213593.

Goran Šimić, *Ustroj i djelovanje moždane kore: Uvod u neurologiju ponašanja čoveka*, Zavod za neuroznanost Hrvatskog instituta za istraživanje mozga, Medicinski Fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2006.

Hagoort, Peter (September 2005.) „On Broca, brain, and binding: a new framework”. *Trends in Cognitive Sciences*. 9 (9): 416-423. doi:10.1016/j.tics.2005.07.004. hdl:11858/00-001M-0000-0013-1E16-A. PMID 16054419. S2CID 2826729.

Hamani C, Mayberg H, Stone S, Laxton A, Haber S, Lozano AM (15 February 2011.) „The subcallosal cingulate gyrus in the context of major depression”. *Biological Psychiatry*. 69 (4): 301-309. doi:10.1016/j.biopsych.2010.09.034. PMID 21145043. S2CID 35458273.

Hess RH, Baker CL, Zihl J (May 1989.) „The „motion-blind” patient: low-level spatial and temporal filters”. *The Journal of Neuroscience*. 9 (5): 1628-1640. doi: 10.1523 / JNEUROSCI.09-05-01628.1989. PMC 6569833. PMID 2723744.

Huang JY, Wang C, Dreher B (March 2007.) „The effects of reversible inactivation of postero-temporal visual cortex on neuronal activities in cat’s area 17”. *Brain Research*. 1138: 111-28. doi:10.1016/j.brainres.2006.12.081. PMID 17276420.

Hubel DH, Wiesel TN (December 1972.) „Laminar and columnar distribution of geniculo-cortical fibers in the macaque monkey”. *The Journal of Comparative Neurology*. 146 (4): 421-450. doi:10.1002/cne.901460402. PMID 4117368. S2CID 6478458.

Hyvärinen, J.; Carlson, S.; Hyvärinen, L. (1981-11-04) „Early visual deprivation alters modality of neuronal responses in area 19 of monkey cortex”. *Neuroscience Letters*. 26 (3): 239-243. doi:10.1016/0304-3940(81)90139-7. ISSN 0304-3940. PMID 7322437.

Insausti, R.; Amaral, D. G.; Cowan, W. M. (1987-10-15) „The entorhinal cortex of the monkey: II. Cortical afferents”. *Journal of Comparative Neurology*. 264 (3): 356-395. doi: 10.1002/cne. 90 2640306. ISSN 0021-9967.

Insausti, Ricardo; Córcoles-Parada, Marta; Ubero, Mar Maria; Rodado, Adriana; Insausti, Ana Maria; Muñoz-López, Mónica (21 Feb 2019.) „Cytoarchitectonic Areas of the Gyrus ambiens in the Human Brain”. *Frontiers in Neuroanatomy*. 13 (21): 21. doi:10.3389/fnana.2019.00021.PMC 6393406.PMID 30846932.

Isamah N, Faison W, Payne ME, MacFall J, Steffens DC, Beyer

JL, Krishnan R, Taylor WD (2010.) „Variability in Frontotemporal Brain Structure: The Importance of Recruitment of African Americans in Neuroscience Research”. PLOS ONE. 5 (10): e13642. Bibcode: 2010PLoSO...513642I. doi: 10.1371 / journal.pone.0013642. PMC 2964318. PMID 21049028.

Jeong, Hyeonjeong; Sugiura, Motoaki; Sassa, Yuko; Haji, Tomoki; Usui, Nobuo; Taira, Masato; Horie, Kaoru; Sato, Shigeru; Kawashima, Ryuta (March 2007.) „Effect of syntactic similarity on cortical activation during second language processing: A comparison of English and Japanese among native Korean trilinguals”. Human Brain Mapping. 28 (3): 194-204. doi: 10.1002/hbm.20269. PMC 6871317. PMID 16767768.

Jeremy D.W. Greenlee; Hiroyuki Oya; Hiroto Kawasaki; Igor O. Volkov; Meryl A. Severson III; Matthew A. Howard III; John F. Brugge (2007.) „Functional connections within the human inferior frontal gyrus”. The Journal of Comparative Neurology. 503 (4): 550-559. doi:10.1002/cne.21405. PMID 17534935. S2CID 5685566.

Job, Agnès (2011.) „Cortical representation of tympanic membrane movements due to pressure variation: an fMRI study” (PDF). Hum. Brain Mapp. 32 (5): 744-9. doi:10.1002/hbm.21063. PMC 6870196. PMID 21484948.

Johannes Kepler (1604.) *Paralipomena to Witelo whereby The Optical Part of Astronomy is Treated (Ad Vitellionem Paralipomena, quibus astronomiae pars optica traditur, 1604.)*, as cited by A.Mark Smith (2015.) *From Sight to Light*. Kepler modeled the eye as a water-filled glass sphere, and discovered that each point of the scene taken in by the eye projects onto a point on the back of the eye (the retina).

Jumpupto:Kirchner,H;Barbeau,E.J.;Thorpe,S.J.;Régis,J;Liégeois-Chauvel, C (2009.) „Ultra-rapid sensory responses in the human frontal eye field region”. Journal of Neuroscience. 29 (23): 7599-606. doi:10.1523/JNEUROSCI.1233-09.2009. PMC 6665413. PMID 19515928.

Kamali A, Flanders AE, Brody J, Hunter JV, Hasan KM (January 2014.) „Tracing superior longitudinal fasciculus connectivity in the human brain using high resolution diffusion tensor tractography”. Brain Structure & Function. 219 (1): 269-281. doi: 10.1007/s00429-012-0498-y. PMC 3633629. PMID 23288254.

Kamali A, Sair HI, Radmanesh A, Hasan KM (September 2014.) „Decoding the superior parietal lobule connections of the superior longitudinal fasciculus/arcuate fasciculus in the human brain”. *Neuroscience*. 277: 577-583. doi:10.1016/j.neuroscience.2014.07.035. PMID 25086308. S2CID 24271580.

Kantha, S.S. (February 1992.) „Albert Einstein’s dyslexia and the significance of Brodmann Area 39 of his left cerebral cortex”. *Med Hypotheses*. 37 (2):119-22. doi: 10.1016/0306-9877 (92) 90052-e. PMID 1584096.

Kaas, J.H. (1996.) „Theories of visual cortex organization in primates: areas of the third level”. *Progress in Brain Research*. 112: 213-221. doi:10.1016/s0079-6123(08)63331-2. ISSN 0079-6123. PMID 8979831.

Kaur S, Sassi RB, Axelson D, et al. (September 2005.) „Cingulate cortex anatomical abnormalities in children and adolescents with bipolar disorder”. *The American Journal of Psychiatry*. 162 (9): 1637–43. doi:10.1176/appi.ajp.162.9.1637. PMID 16135622.

Kawamura, M.; Miller, M.W.; Ichikawa, H.; Ishihara, K.; Sugimoto, A. (2011-05-03) „Brodmann area 12: An historical puzzle relevant to FTLTD”. *Neurology*. 76 (18): 1596-1599. doi:10.1212/WNL.0b013e3182190cd8. ISSN 0028-3878. PMID 21536640. S2CID 207119341.

Kawamura, Mitsuru (2017-04-01) „[The Role of Brodmann Area 12: Taste, Social Cognition, and Mental Time]”. *Brain and Nerve = Shinkei Kenkyu No Shinpo*. 69 (4): 375-381. doi:10.11477/mf.1416200754. ISSN 1344-8129. PMID 28424392.

Khan, Usman A; Liu, Li; Provenzano, Frank A; Berman, Diego E; Profaci, Caterina P; Sloan, Richard; Mayeux, Richard; Duff, Karen E; Small, Scott A (2014.) „Molecular drivers and cortical spread of lateral entorhinal cortex dysfunction in preclinical Alzheimer’s disease”. *Nature neuroscience*. 17 (2): 304-311. ISSN 1097-6256. PMC 4044925 . PMID 24362760. doi:10.1038/nn.3606.

Keller, SS; Highley, JR; Garcia-Finana, M; Sluming, V; Rezaie, R; Roberts, N; (2007.) „Sulcal variability, stereological measurement and asymmetry of Broca’s area on MRI images”. *J.*

Anat. 211 (4): 534-55. doi:10.1111/j.1469-7580.2007.00793.x. PMC 2375829. PMID 17727624.

Kerestes R, Ladouceur CD, Meda S, et al. (January 2012.) „Abnormal prefrontal activity subserving attentional control of emotion in remitted depressed patients during a working memory task with emotional distracters”. *Psychological Medicine*. 42 (1): 29-40. doi:10.1017/S0033291711001097. PMID 21733287. S2CID 4984022.

Knauff M, Mulack T, Kassubek J, Salih HR, Greenlee MW (April 2002.) „Spatial imagery in deductive reasoning: a functional MRI study”. *Brain Research. Cognitive Brain*

Knowlton, Barbara J.; Morrison, Robert G.; Hummel, John E.; Holyoak, Keith J. (July 2012.) „A neurocomputational system for relational reasoning”. *Trends in Cognitive Sciences*. 16 (7): 373-381. doi:10.1016/j.tics.2012.06.002. PMID 22717468. S2CID 9968764.

Kobayashi, Yasushi (Apr 2017.) „[Spatial Cognition and Episodic Memory Formation in the Limbic Cortex]”. *Brain Nerve*. 69 (4): 427-437. doi:10.11477/mf.1416200760. PMID 28424397.

Koechlin, E.; Hyafil, A. (2007.) „Anterior prefrontal function and the limits of human-decision making”. *Science*. 318 (5850): 594-598. Bibcode:2007Sci...318..594K. doi:10.1126/science.1142995. PMID 17962551. S2CID 7903857.

Koenigs M, Barbey AK, Postle BR, Grafman J (November 2009.) „Superior parietal cortex is critical for the manipulation of information in working memory”. *The Journal of Neuroscience*. 29 (47): 14980-14986. doi: 10.1523/JNEUROSCI.3706-09.2009. PMC 2799248. PMID 19940193.

Konarski JZ, Kennedy SH, Segal ZV, Lau MA, Bieling PJ, McIntyre RS, Mayberg HS (2009.) „Predictors of nonresponse to cognitive behavioural therapy or venlafaxine using glucose metabolism in major depressive disorder”. *J Psychiatry Neurosci*. 34 (3): 175-80. PMC 2674969. PMID 19448846.

Kovtoniuk, S.; Pervichko, E.; Vartanov, A.; Kozlovskiy, S.; Korsakova, N.; Enikolopova, E. (2020-07-01). „The role of the ectorhinal cortex (area 36) in emotion regulation of patients with essential

hypertension". *European Psychiatry*. 63 (S1): S283 - S589. doi:10.1192/j.eurpsy.2020.6. ISSN 0924-9338.

Kringelbach, Morten L.; Rolls, Edmund T. (April 2004.) „The functional neuroanatomy of the human orbitofrontal cortex: evidence from neuroimaging and neuropsychology". *Progress in Neurobiology*. 72 (5): 341-372. doi:10.1016/j.pneurobio. 2004.03.006. ISSN 0301-0082. PMID 15157726.

Kringelbach M. L. (2005.) „The orbitofrontal cortex: linking reward to hedonic experience". *Nature Reviews Neuroscience*. 6 (9): 691-702. doi:10.1038/nrn1747. PMID 16136173. S2CID 205500365.

Kübler A, Dixon V, Garavan H (August 2006.) „Automaticity and reestablishment of executive control-an fMRI study". *Journal of Cognitive Neuroscience*. 18 (8): 1331-42. doi:10.1162/cn.2006.18.8.1331. hdl:2262/24759. PMID 16859418. S2CID 12786454.

Lane RD, Reiman EM, Bradley MM, et al. (November 1997.) „Neuroanatomical correlates of pleasant and unpleasant emotion". *Neuropsychologia*. 35 (11): 1437- 44. doi:10.1016/S0028-3932(97)00070-5. PMID 9352521. S2CID 1322021.

Lanius RA, Williamson PC, Bluhm RL, et al. (April 2005.) „Functional connectivity of dissociative responses in posttraumatic stress disorder: a functional magnetic resonance imaging investigation". *Biological Psychiatry*. 57 (8): 873-84. doi:10.1016/j.biopsych. 2005.01.011. PMID 15820708. S2CID 17543926.

Lauro LJ, Tettamanti M, Cappa SF, Papagno C (January 2008.) „Idiom comprehension: a prefrontal task?". *Cerebral Cortex*. 18 (1):162-70. doi:10.1093/cercor/bhm042. PMID 17490991.

Leuba G, Kraftsik R (October 1994.) „Changes in volume, surface estimate, three-dimensional shape and total number of neurons of the human primary visual cortex from midgestation until old age". *Anatomy and Embryology*. 190 (4): 351-366. doi:10.1007/BF00187293. PMID 7840422. S2CID 28320951.

Leung HC, Gore JC, Goldman-Rakic PS (May 2002.) „Sustained mnemonic response in the human middle frontal gyrus during on-line storage of spatial memoranda". *Journal of Cognitive*

. doi:10.1162/08989290260045882. PMID 12126506. S2CID 33797492.

Levitin, D (December 2003.) „Musical structure is processed in „language” areas of the brain: a possible role for Brodmann Area 47 in temporal coherence”. *NeuroImage*. 20 (4): 2142-2152. doi:10.1016/j.neuroimage.2003.08.016. PMID 14683718. S2CID 14691229.

Longe O, Maratos FA, Gilbert P, et al. (January 2010.) „Having a word with yourself: neural correlates of self-criticism and self-reassurance” (PDF). *NeuroImage*. 49 (2): 1849-56. doi:10.1016/j.neuroimage.2009.09.019. PMID 19770047. S2CID 9912957.

López-Aranda MF, López-Téllez JF, Navarro-Lobato I, Masmudi-Martín M, Gutiérrez A, Khan ZU (July 2009.) „Role of layer 6 of V2 visual cortex in object-recognition memory”. *Science*. 325 (5936): 87-89. Bibcode:2009Sci...325...87L. doi:10.1126/science.1170869. PMID 19574389. S2CID 23990759.

López, María Eugenia; Bruña, Ricardo; Aurteneixe, Sara; Pineda-Pardo, José Ángel; Marcos, Alberto; Arrazola, Juan; Reinoso, Ana Isabel; Montejo, Pedro; Bajo, Ricardo (2014-10-29) „Alpha-Band Hypersynchronization in Progressive Mild Cognitive Impairment: A Magnetoencephalography Study”. *The Journal of Neuroscience*. 34 (44): 14551-14559. ISSN 0270-6474. PMC 6608420. PMID 25355209. doi:10.1523/JNEUROSCI.0964-14.2014.

Lozano, Andres M; Peter Giacobbe; Clement Hamani; Sakina J Rizvi; Sidney H Kennedy; Theodore T Kolivakis; Guy Debonnel; Abbas F Sadikot; Raymond W Lam; Andrew K Howard; Magda Ilcewicz-Klimek; Christopher R Honey; Helen S Mayberg (2011-11-18) „A multicenter pilot study of subcallosal cingulate area deep brain stimulation for treatment-resistant depression”. *Journal of Neurosurgery*. 116 (2): 315-22. doi:10.3171/2011.10.JNS102122. PMID 22098195. S2CID 9778445.

Lui LL, Bourne JA, Rosa MG (February 2006.) „Functional response properties of neurons in the dorsomedial visual area of New World monkeys (*Callithrix jacchus*)”. *Cerebral Cortex*. 16 (2): 162–177. doi:10.1093/cercor/bhi094. PMID 15858163.

Maddock RJ, Buonocore MH (August 1997.) „Activation of left posterior cingulate gyrus by the auditory presentation of threat-related

words: an fMRI study". *Psychiatry Research*. 75 (1): 1-14. doi:10.1016/s0925-4927(97)00018-8. PMID 9287369. S2CID 23014601.

Magnain, Caroline; Augustinack, Jean C.; Tirrell, Lee; Fogarty, Morgan; Frosch, Matthew P.; Boas, David; Fischl, Bruce; Rockland, Kathleen S. (2019.) „Colocalization of neurons in optical coherence microscopy and Nissl-stained histology in Brodmann's area 32 and area 21". *Brain Struct. Funct.* 224 (1): 351-362. doi:10.1007/s00429-018-1777-z. hdl:1721.1/128905. PMID 30328512.

Maguire, Eleanor (July 2001.) „The retrosplenial contribution to human navigation: A review of lesion and neuroimaging findings". *Scandinavian Journal of Psychology*. 42 (3): 225-238. doi:10.1111/1467-9450.00233. ISSN 0036-5564.

Maess, Burkhard; Herrmann, Christoph S.; Hahne, Anja; Nakamura, Akinori; Friederici, Angela D. (2006.) „Localizing the distributed language network responsible for the N400 measured by MEG during auditory sentence processing". *Brain Research*. 1096 (1): 163-172. doi:10.1016/j.brainres.2006.04.037. hdl:11858/00-001M-0000-0010-C478-0. PMID 16769041. S2CID 14551069.

Marley, Justin (August 2011.) „Somatosensory Association Cortex - Brodmann Areas 5 and 7 - A Brief Literature Overview".

Maruko I, Zhang B, Tao X, Tong J, Smith EL, Chino YM (November 2008.) „Postnatal development of disparity sensitivity in visual area 2 (v2) of macaque monkeys". *Journal of Neurophysiology*. 100 (5): 2486-2495. doi:10.1152/jn.90397.2008. PMC 2585398. PMID 18753321.

Mather G. „The Visual Cortex". School of Life Sciences: University of Sussex. Retrieved 2017-03-06.

Mainy, Nelly; Jung, Julien; Baciú, Monica; Kahane, Philippe; Schoendorff, Benjamin; Minotti, Lorella; Hoffmann, Dominique; Bertrand, Olivier; Lachaux, Jean-Philippe (November 2008.) „Cortical dynamics of word recognition". *Human Brain Mapping*. 29 (11): 1215-1230. doi:10.1002/hbm.20457. PMC 6871193. PMID 17712785.

Maunsell JH, Van Essen DC (May 1983.) „Functional properties of neurons in middle temporal visual area of the macaque monkey. I. Selectivity for stimulus direction, speed, and

orientation". *Journal of Neurophysiology*. 49 (5): 1127-1147. doi:10.1152/jn.1983.49.5.1127. PMID 6864242. S2CID 8708245.

Mayberg, HS; Liotti M; Brannan SK; McGinnis S; Mahurin RK; Jerabek PA; et al. (May 1999.) „Reciprocal limbic-cortical function and negative mood: converging PET findings in depression and normal sadness". *Am J Psychiatry*. 156 (5): 675-82. doi:10.1176/ajp.156.5.675. PMID 10327898. S2CID 16258492.

McGlone; Kelly; Trulsson; Francis; Westling; Bowtell (2002.) „Functional neuroimaging studies of human somatosensory cortex". *Behav. Brain Res*. 135 (1-2): 147-58. doi:10.1016/s0166-4328(02)00144-4. PMID 12356445. S2CID 25149062.

Mechelli, Andrea; Crinion, Jennifer T.; Long, Steven; Friston, Karl J.; Lambon Ralph, Matthew A.; Patterson, Karalyn; McClelland, James L.; Price, Cathy J. (2005.) „Dissociating Reading Processes on the Basis of Neuronal Interactions" (PDF). *Journal of Cognitive Neuroscience*. 17 (11): 1753-5. doi:10.1162/089892905774589190. PMID 16269111. S2CID 9596621.

Mitelman, Serge A.; Shihabuddin, Lina; Brickman, Adam M.; Hazlett, Erin A.; Buchsbaum, Monte S. (2003.) „MRI Assessment of Gray and White Matter Distribution in Brodmann's Areas of the Cortex in Patients With Schizophrenia With Good and Poor Outcomes". *The American Journal of Psychiatry*. 160 (12): 2154-2166. doi:10.1176/appi.ajp.160.12.2154. PMID 14638586. S2CID 17217728.

Monaco S, Malfatti G, Zendron A, Pellencin E, Turella L (December 2019.) „Predictive coding of action intentions in dorsal and ventral visual stream is based on visual anticipations, memory-based information and motor preparation". *Brain Structure & Function*. 224 (9): 3291-3308. doi:10.1007/s00429-019-01970-1. PMID 31673774. S2CID 207811473.

Moran J, Desimone R (August 1985.) „Selective attention gates visual processing in the extrastriate cortex". *Science*. 229 (4715): 782-784. Bibcode:1985Sci...229..782M. CiteSeerX 10.1.1.308.6038. doi:10.1126/science.4023713. PMID 4023713.

Morris, Renée; Petrides, Michael; Pandya, Deepak N. (July 1999.) „Architecture and connections of retrosplenial

area 30 in the rhesus monkey (macaca mulatta)". European Journal of Neuroscience. 11 (7): 2506-2518. doi:10.1046/j.1460-9568.1999.00672.x. ISSN 0953-816X.

Muhammad, R., Wallis, J.D. and Miller, E.K (2006.) „A comparison of abstract rules in the prefrontal cortex, premotor cortex, inferior temporal cortex, and striatum". J. Cogn. Neurosci. 18 (6): 974-989. doi:10.1162/jocn.2006.18.6.974. PMID 16839304. S2CID 10212467.

Murray SO, Schrater P, Kersten D (2004.) „Perceptual grouping and the interactions between visual cortical areas". Neural Networks. 17 (5-6): 695-705. doi:10.1016/j.neunet.2004.03.010. PMID 15288893.

Murray, Elisabeth A.; Rudebeck, Peter H. (2018.) „Specializations for reward-guided decision-making in the primate ventral prefrontal cortex". Nature Reviews Neuroscience. 19 (7): 404-417. doi:10.1038/s41583-018-0013-4. PMC 6432632. PMID 29795133.

Nakai T, Kato C, Matsuo K (2005.) „An FMRI study to investigate auditory attention: a model of the cocktail party phenomenon". Magnetic Resonance in Medical Sciences. 4 (2): 75-82. doi:10.2463/mrms.4.75. PMID 16340161.

Neef, NE; Bütfering, C; Anwander, A; Friederici, AD; Paulus, W; Sommer, M (2016.) „Left posterior-dorsal area 44 couples with parietal areas to promote speech fluency, while right area 44 activity promotes the stopping of motor responses". NeuroImage. 142: 628-644. doi:10.1016/j.neuroimage.2016.08.030. hdl:11858/00-001M-0000-002B-2E34-C. PMID 27542724. S2CID 14864376.

Nicolae, L.; G., Lacob; O., Popescu B. (2010-11-25) „Gelastice Seizures in a Patient with Right Gyrus Cinguli Astrocytoma". Journal of Medicine and Life. 3 (4): 433-436. ISSN 1844-122X. PMC 3019062. PMID 21254744.

Olson, IR; Plotzker, A; Ezzyat, Y (2007.) „The enigmatic temporal poles: A review of findings on social and emotional processing". Brain. 130 (7): 1718-1731. doi:10.1093/brain/awm052. PMID 17392317.

Öngür, D. (2000.) „The Organization of Networks within the Orbital and Medial Prefrontal Cortex of Rats, Monkeys and Humans". Cerebral

Cortex. 10 (3): 206-219. doi:10.1093/cercor/10.3.206. ISSN 1460-2199. PMID 10731217.

Öngür, Dost; Ferry, Amon T.; Price, Joseph L. (2003.) „Architectonic subdivision of the human orbital and medial prefrontal cortex”. *Journal of Comparative Neurology*. 460 (3): 425-449. doi:10.1002/cne.10609.

Pack CC, Born RT, Livingstone MS (February 2003.) „Two-dimensional substructure of stereo and motion interactions in macaque visual cortex”. *Neuron*. 37 (3): 525-535. doi:10.1016/s0896-6273(02)01187-x. PMID 12575958.

Paxinos, G. and Franklin, K.B.J. (2001.) *The Mouse Brain in Stereotaxic Coordinates*. 2nd Edition, Academic Press, San Diego.

Palmer SM, Rosa MG (October 2006.) „A distinct anatomical network of cortical areas for analysis of motion in far peripheral vision”. *The European Journal of Neuroscience*. 24 (8): 2389-2405. doi:10.1111/j.1460-9568.2006.05113.x. PMID 17042793. S2CID 21562682.

Petitto, L. A.; Zatorre, R. J.; Gauna, K.; Nikelski, E. J.; Dostie, D.; Evans, A. C. (2000-12-05) „Speech-like cerebral activity in profoundly deaf people processing signed languages: Implications for the neural basis of human language”. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 97 (25): 13961-13966. doi:10.1073/pnas.97.25.13961. ISSN 0027-8424. PMC 17683. PMID 11106400.

Petrides, M.; Pandya, D. N. (March 1999.) „Dorsolateral prefrontal cortex: comparative cytoarchitectonic analysis in the human and the macaque brain and corticocortical connection patterns”. *European Journal of Neuroscience*. 11 (3): 1011-1036. doi:10.1046/j.1460-9568.1999.00518.x. PMID 10103094. S2CID 26966267.

Petrides, Michael (2018-12-13) *Atlas of the Morphology of the Human Cerebral Cortex on the Average MNI Brain*. Academic Press. ISBN 978-0-12-801159-1.

Petrides, M; Pandya, DN (2002.) „Comparative cytoarchitectonic analysis of the human and the macaque ventrolateral prefrontal cortex and corticocortical connection patterns in the monkey”. *European Journal of Neuroscience*. 16 (2): 291-310. doi:10.1046/j.1460-9568.2001.02090.x. PMID 12169111. S2CID 40427111.

Phan, KL; Wager T; Taylor SF; Liberzon I (June 2002.) „Functional neuroanatomy of emotion: a meta-analysis of emotion activation studies in PET and fMRI”. *NeuroImage*. 16 (2): 331-48. doi:10.1006/nimg.2002.1087. PMID 12030820. S2CID 7150871.

Phillips, LH., MacPherson, SE. & Della Sala, S. (2002.) ‘Age, cognition and emotion: the role of anatomical segregation in the frontal lobes: the role of anatomical segregation in the frontal lobes’. in J Grafman (ed.), *Handbook of Neuropsychology: the frontal lobes*. Elsevier Science, Amsterdam, pp. 73-98.

Pitzalis S, Sereno MI, Committeri G, Fattori P, Galati G, Patria F, et al. (February 2010.) „Human v6: the medial motion area”. *Cerebral Cortex*. 20 (2): 411-424. doi:10.1093/cercor/bhp112. PMC 2803738. PMID 19502476.

Pitzalis S, Fattori P, Galletti C (2013.) „The functional role of the medial motion area V6”. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 6: 91. doi:10.3389/fnbeh.2012.00091. PMC 3546310. PMID 23335889.

Pochon JB, Levy R, Fossati P, et al. (April 2002.) „The neural system that bridges reward and cognition in humans: an fMRI study”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 99 (8): 5669-74. Bibcode:2002PNAS...99.5669P. doi: 10.1073/pnas.082111099. JSTOR 3058552. PMC 122829. PMID 11960021.

Qiu FT, von der Heydt R, (July 2005.) „Figure and ground in the visual cortex: v2 combines stereoscopic cues with gestalt rules”. *Neuron*. 47 (1): 155-166. doi:10.1016/j.neuron.2005.05.028. PMC 1564069. PMID 15996555.

Rajmohan, V, (2007.) „Mirror neuron system”. *Indian J Psychiatry*. 49 (10): 66-69. doi:10.4103/0019-5545.31522. PMC 2900004. PMID 20640069.

Ramnani, N; Owen, AM, (2004.) „Anterior prefrontal cortex: insights into function from anatomy and neuroimaging”. *Nat Rev Neurosci*. 5 (3): 184-94. doi:10.1038/nrn1343. PMID 14976518. S2CID 7353854.

Ranganath C, Johnson MK, D’Esposito M, (2003.) „Prefrontal activity associated with working memory and

episodic long-term memory”. *Neuropsychologia*. 41 (3): 378-89. CiteSeerX 10.1.1.418.2955. doi:10.1016/S0028-3932(02)00169-0. PMID 12457762. S2CID 1281343.

Raye CL, Johnson MK, Mitchell KJ, Reeder JA, Greene EJ (February 2002.) „Neuroimaging a single thought: dorsolateral PFC activity associated with refreshing just-activated information”. *NeuroImage*. 15 (2): 447-53. doi:10.1006/nimg. 2001.0983. PMID 11798278. S2CID 497926.

Rickard TC, Romero SG, Basso G, Wharton C, Flitman S, Grafman J, (2000.) „The calculating brain: an fMRI study”. *Neuropsychologia*. 38 (3): 325-35. doi: 10.1016/S0028-3932 (99)00068-8. PMID 10678698. S2CID 2413702.

Rizzolatti, G.; Fogassi, L.; Gallese, V. (2002.) „Motor and cognitive functions of the ventral premotor cortex”. *Current Opinion in Neurobiology*. 12 (2): 149-154. doi:10.1016/S0959-4388(02)00308-2. PMID 12015230. S2CID 17840974.

Robertson, Richard T.; Kaiz, Suzan S. (1981-01-20) „Thalamic connections with limbic cortex. I. Thalamocortical projections”. *Journal of Comparative Neurology*. 195 (3): 501-525. doi:10.1002/cne. 901950308. ISSN 0021-9967.

Rodman HR, Gross CG, Albright TD (June 1989.) „Afferent basis of visual response properties in area MT of the macaque. I. Effects of striate cortex removal”. *The Journal of Neuroscience*. 9 (6): 2033-2050. doi:10.1523/JNEUROSCI. 09-06-02033.1989. PMC 6569731. PMID 2723765.

Rogers, R. D.; Owen, A. M.; Middleton, H. C.; Williams, E. J.; Pickard, J. D.; Sahakian, B. J.; Robbins, T. W. (1999.) „Choosing between small, likely rewards and large, unlikely rewards activates inferior and orbital prefrontal cortex”. *The Journal of Neuroscience*. 19 (20): 9029-9038. doi:10.1523/OSCI.19-20-09029.1999. PMC 6782753. PMID 10516320. S2CID 16419625.

Rolls, Edmund T. (June 2004.) „The functions of the orbitofrontal cortex”. *Brain and Cognition*. 55 (1): 11-29. doi:10.1016/S0278-2626(03)00277-X. PMID 15134840.

Rosa MG, Tweedale R (July 2000.) „Visual areas in lateral and ventral extrastriate cortices of the marmoset monkey”. *The Journal of Comparative Neurology*. 422 (4): 621-651. doi:10.1002/1096-9861(20000710)422:4<621::AID-CNE10>3.0.CO;2-E. PMID 10861530. S2CID 25982910.

Royet JP, Koenig O, Gregoire MC, et al. (January 1999.) „Functional anatomy of perceptual and semantic processing for odors”. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 11 (1): 94-109. doi:10.1162/089892999563166. PMID 9950717. S2CID 20076761.

Rugg MD, Fletcher PC, Frith CD, Frackowiak RS, Dolan RJ (December 1996.) „Differential activation of the prefrontal cortex in successful and unsuccessful memory retrieval”. *Brain*. 119 (6): 2073-83. doi: 10.1093/brain/119.6.2073. hdl:21.11116/0000-0001-A05C-3. PMID 9010011.

Rushworth, M.F.S.; Behrens, T.E.J.; Rudebeck, P.H.; Walton, M.E. (April 2007.) „Contrasting roles for cingulate and orbitofrontal cortex in decisions and social behaviour”. *Trends in Cognitive Sciences*. 11 (4): 168-176. doi:10.1016/j.tics.2007.01.004. PMID 17337237.

Scarpina; Tagini (2017-04-12) „The Stroop Color and Word Test”. *Frontiers in Psychology*. 8: 557. doi:10.3389/fpsyg.2017.00557. PMC 5388755. PMID 28446889.

Schall, J. D. (2004.) „On the role of frontal eye field in guiding attention and saccades”. *Vision Research*. 44 (12): 1453-67. doi:10.1016/j.visres.2003.10.025. PMID 15066404. S2CID 12397479.

Schwarzkopf DS, Song C, Rees G (January 2011.) „The surface area of human V1 predicts the subjective experience of object size”. *Nature Neuroscience*. 14 (1): 28-30. doi:10.1038/nn.2706. PMC 3012031. PMID 21131954.

Semendeferi, K; Armstrong, E; Schleicher, A; Zilles, K; Van Hoesen, GW (2001.) „Prefrontal cortex in humans and apes: a comparative study of area 10”. *Am J Phys Anthropol*. 114 (3): 224-41. doi:10.1002/1096-8644(200103)114:3<224::AID-AJPA1022>3.0.CO;2-I. PMID 11241188.

Shallice T, Stuss DT, Alexander MP, Picton TW, Derkzen D (2008.) „The multiple dimensions of sustained

attention". *Cortex*. 44 (7): 794-805. doi:10.1016/j.cortex.2007.04.002. PMID 18489960. S2CID 18269906.

Sincich LC, Park KF, Wohlgemuth MJ, Horton JC (October 2004.) „Bypassing V1: a direct geniculate input to area MT". *Nature Neuroscience*. 7 (10): 1123-1128. doi:10.1038/nn1318. PMID 15378066. S2CID 13419990.

Slotnick SD, Moo LR (2006.) „Prefrontal cortex hemispheric specialization for categorical and coordinate visual spatial memory". *Neuropsychologia*. 44 (9): 1560-8. doi:10.1016/j.neuropsychologia. 2006.01.018. PMID 16516248. S2CID 14396813.

Sprengelmeyer, R.; Rausch, M.; Eysel, U. T.; Przuntek, H. (1998-10-22) „Neural structures associated with recognition of facial expressions of basic emotions". *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*. 265 (1409): 1927-1931. doi:10.1098/rspb.1998.0522. ISSN 0962-8452. PMC 1689486. PMID 9821359.

Sommerhoff, Gerd (2000.) *Understanding Consciousness: Its Function and Brain Processes*. London, United Kingdom: SAGE Publications Ltd. pp. 135-156. doi:10.4135/9781446220177. ISBN 978-0-7619-6775-0.

Soon, Brass, Heinze and Haynes, 2008. *Nature Neuroscience*.

Stoeckel C, Gough PM, Watkins KE, Devlin JT. (2009.) Supramarginal gyrus involvement in visual word recognition. *Cortex*. 45(9):1091-6. PMID 19232583 doi:10.1016/j.cortex.2008.12.004.

Stoitsis, John; Giannakakis, Giorgos A.; Papageorgiou, Charalabos; Nikita, Konstantina S.; Rabavilas, Andreas; Anagnostopoulos, Dimitris (2008-04-01) „Evidence of a posterior cingulate involvement (Brodmann area 31) in dyslexia: A study based on source localization algorithm of event-related potentials". *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*. 32 (3): 733-738. doi:10.1016/j.pnpbp.2007.11.022. ISSN 0278-5846. S2CID 36837970.

Sudheimer, KD; Abelson JL; Taylor SF; Martis B; Welsh RC; Warner C; et al. (April 2013.) „Exogenous glucocorticoids decrease subgenual cingulate activity evoked by sadness". *Neuropsychopharmacology*. 38 (5): 826-45. doi:10.1038/npp.

2012.249. PMC 3599059. PMID 23303057.

Suthana, Nanthia; Haneef, Zulf; Stern, John; Mukamel, Roy; Behnke, Eric; Knowlton, Barbara; Fried, Itzhak (2012-02-09) „Memory Enhancement and Deep-Brain Stimulation of the Entorhinal Area”. The New England journal of medicine. 366 (6): 502-510. ISSN 0028-4793. PMC 3447081 . PMID 22316444. doi:10.1056/NEJMoa1107212.

Swanson, L. W., Cowan, W., M. (1977-03-01) „An autoradiographic study of the organization of the efferent connections of the hippocampal formation in the rat”. The Journal of Comparative Neurology. 172 (1): 49-84. doi:10.1002/cne.901720104. ISSN 0021-9967. PMID 65364. S2CID 40742028.

Taube, J. S., Muller, R. U., Ranck, J. B., (1990-02-01) „Head-direction cells recorded from the postsubiculum in freely moving rats. I. Description and quantitative analysis”. The Journal of Neuroscience. 10 (2): 420-435. doi:10.1523/JNEURO-SCI. 10-02-00420.1990. ISSN 0270-6474. PMC 6570151. PMID 2303851.

Taube, J. S. (1995.) Place cells recorded in the parasubiculum of freely moving rats. Hippocampus, 5(6), 569-583.

Taylor, Katherine. and Jeanette Rodriguez. „Visual Discrimination.” StatPearls, StatPearls Publishing, 19 September 2022.

This article incorporates text in the public domain from page 823 of the 20th edition of Gray’s Anatomy (1918).

Thompson-Schill; et al. (1999.) „Effects of repetition and competition on activity of left prefrontal cortex during word generation”. Neuron. 23 (3): 513-522. doi:10.1016/S0896-6273(00)80804-1. PMID10433263. S2CID 15194595.

Toma, Milan; Nguyen, Paul D.H. (2018-10-15) „Fluid-structure interaction analysis of cerebrospinal fluid with a comprehensive head model subject to a rapid acceleration and deceleration”. Brain Injury. 32 (12): 1576-1584. doi:10.1080/02699052.2018.1502470. ISSN 0269 - 9052. PMID 30059633.

Toma, Milan (2019) „Predicting Concussion Symptoms Using Computer Simulations”. In Arai, Kohei; Bhatia, Rahul; Kapoor, Supriya (eds.). Proceedings of the Future Technologies Conference (FTC) 2018.

Advances in Intelligent Systems and Computing. Vol. 880. Cham: Springer International Publishing. pp. 557-568. doi:10.1007/978-3-030-02686-8_42. ISBN 978-3-030-02686-8.

Trans Cranial Technologies Ltd. (2012.) „Cortical Functions” (PDF). pp. 36-37. Retrieved 19 October 2019.

Tsao, Albert; Sugar, Jørgen; Lu, Li; Wang, Cheng; Knierim, James J.; Moser, May-Britt; Moser, Edvard I. (2018.) „Integrating time from experience in the lateral entorhinal cortex”. *Nature*. 561 (7721): 57-62. Bibcode:2018 Natur.561...57T. doi: 10.1038/s41586-018-0459-6. hdl:11250/2578403. PMID 30158699. S2CID 52116115.

Tsujii, Takeo; Masuda, Sayako; Akiyama, Takekazu; Watanabe, Shigeru (2010.) „The role of inferior frontal cortex in belief-bias reasoning: an rTMS study”. *Neuropsychologia*. 48 (7): 2005-2008. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2010.03.021. PMID 20362600. S2CID 39839238.

Tubbs, R. Shane; Patwardhan, Ravish V.; Wellons III, John C.; Oakes, W. Jerry (2002.) „Cortical Representation of Hering’s Nerve: A Possible Anatomical Pathway for Seizure Cessation following Electrical Stimulation”. *Pediatric Neurosurgery*. 37 (5): 235-239. doi:10.1159/000066214. ISSN 1016-2291.

Tulving E, Habib R, Nyberg L, Lepage M, McIntosh AR (1999.) „Positron emission tomography correlations in and beyond medial temporal lobes”. *Hippocampus*. 9 (1): 71-82. CiteSeerX 10.1.1.538.2507. doi:10.1002/(SICI)1098-1063(1999)9:1<71::AID-HIPO8>3.0.CO;2-F. PMID 10088902. S2CID14846471.

Tulving E, Kapur S, Markowitsch HJ, Craik FI, Habib R, Houle S (March 1994.) „Neuroanatomical correlates of retrieval in episodic memory: auditory sentence recognition”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 91 (6): 2012-5. Bibcode:1994PNAS.91.2012T. doi:10.1073 / pnas.91.6.2012. JSTOR 2364162. PMC 43299. PMID 8134341.

This article incorporates text available under the CC BY 3.0 license. „BrainInfo”. Archived from the original on December 10, 2013.

Ungerleider LG, Mishkin M (1982.) „Two Cortical Visual Systems”.

In Ingle DJ, Goodale MA, Mansfield RJ (eds.). Analysis of Visual Behavior. Boston: MIT Press. pp. 549-586. ISBN 978-0-262-09022-3.

Ungerleider LG, Desimone R (June 1986.) „Cortical connections of visual area MT in the macaque”. The Journal of Comparative Neurology. 248 (2): 190-222. doi:10.1002/cne.902480204. PMID 3722458. S2CID 1876622.

Uylings HB, Groenewegen HJ, Kolb B (2003.) „Do rats have a prefrontal cortex?”. Behav Brain Res. 146 (1-2): 3-17. doi:10.1016/j.bbr.2003.09.028. PMID 14643455. S2CID 32136463.

Vartiainen, J; Parviainen, T; Salmelin, R (2009.) „Spatiotemporal convergence of semantic processing in reading and speech perception”. Journal of Neuroscience. 29 (29): 9271–9280. doi:10.1523/jneurosci.5860-08.2009. PMC 6665572. PMID 19625517.

Vasković, Jana (2023-11-03), Cytoarchitecture of cerebral cortex, Kenhub GmbH.

Vernet, M.; Quentin, R.; Chanes, L.; Mitsumasu, A.; Valero-Cabré, A. (2014.) „Frontal eye field, where art thou? Anatomy, function, and non-invasive manipulation of frontal regions. involved in eye movements and associated cognitive operations”. Frontiers in Integrative Neuroscience. 8: 66. doi:10.3389/fnint.2014.00088. PMC 4141567. PMID 25202241.

Vogt, Cécile, and Oskar Vogt. Allgemeine ergebnisse unserer hirnforschung. Vol. 25. JA Barth, 1919.

Vogt, B. A.; Pandya, D. N.; Rosene, D. L. (1987-08-08) „Cingulate cortex of the rhesus monkey: I. Cytoarchitecture and thalamic afferents”. The Journal of Comparative Neurology. 262 (2): 256–270. doi:10.1002/cne.902620207. ISSN 0021-9967. PMID 3624554.

Vogt, Brent A. (2005.) „Pain and emotion interactions in subregions of the cingulate gyrus”. Nature Reviews Neuroscience. 6 (7): 533-544. doi:10.1038/nrn1704. PMC 2659949. PMID 15995724.

Volz KG, Schubotz RI, von Cramon DY (2005.) „Variants of uncertainty in decision-making and their neural correlates”. Brain Res. Bull. 67 (5): 403-12. doi:10.1016/j.brainresbull.2005.06.011. PMID 16216687. S2CID 15845324.

Von der Heide, RJ; Skipper, LM; Olson, IR (2013.) „Anterior temporal face patches: A meta-analysis and empirical study”. *Frontiers in Human Neuroscience*. 7: 17. doi:10.3389 / fnhum. 2013.00017. PMC 3561664. PMID 23378834.

Wagner, A. D. (2002.) „Cognitive control and episodic memory: Contributions from prefrontal cortex”. In Squire, Larry R.; Schacter, Daniel L. (eds.). *Neuropsychology of Memory* (3rd ed.). New York: Guilford Press. pp. 174-192. CiteSeerX 10.1.1.11.7909. ISBN 978-1-57230-898-5.

Walker, Jonathan (2013.) „FP02 Beta Training for Drug-Resistant Depression-A New Protocol That Usually Reduces Depression and Keeps It Reduced”. *Journal of Neurotherapy*. 17:3 (3): 198-200. doi:10.1080/10874208.2013.785784.

Wallis, JD (2010.) „Polar exploration”. *Nat Neurosci*. 13 (1): 7-8. doi:10.1038/nn0110-7. PMID 20033080. S2CID 205428714.

Wang J, Yang Y, Fan L, Xu J, Li C, Liu Y, et al. (January 2015.) „Convergent functional architecture of the superior parietal lobule unraveled with multimodal neuroimaging approaches”. *Human Brain Mapping*. 36 (1): 238-257. doi:10.1002/hbm.22626. PMC 4268275. PMID 25181023.

Warner CE, Goldshmit Y, Bourne JA (2010.) „Retinal afferents synapse with relay cells targeting the middle temporal area in the pulvinar and lateral geniculate nuclei”. *Frontiers in Neuroanatomy*. 4: 8. doi:10.3389/neuro.05.008.2010. PMC 2826187. PMID 20179789.

Weber;Soreni;Noseworthy(2014.)„Apreliminary study off unctional connectivity of medication naïve children with obsessive-compulsive disorder”. *Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiatry*. 53: 129-36. doi:10.1016/j.pnpbp.2014.04.001. PMID 24726812. S2CID 207410696.

Williams MA, Baker CI, Op de Beeck HP, Shim WM, Dang S, Triantafyllou C, et al. (December 2008.) „Feedback of visual object information to foveal retinotopic cortex”. *Nature Neuroscience*. 11 (12): 1439-45. doi:10.1038/nn.2218. PMC 2789292. PMID 18978780.

Williams SM. „Superior parietal lobe”. *Sylvius Project. Pyramis*

Studios, Inc. Archived from the original on 26 June 2009.

Williams, S. Mark. „Brodmann’s area 7”. Sylvius Project. Archived from the original on 2011-12-27. Retrieved 2013-06-29.

Wisco, Jonathan J.; Kuperberg, Gina; Manoach, Dara; Quinn, Brian T.; Busa, Evelina; Fischl, Bruce; Heckers, Stephan; Sorensen, A. Gregory (August 2007). „Abnormal cortical folding patterns within Broca’s area in schizophrenia: Evidence from structural MRI”. *Schizophrenia Research*. 94 (1-3): 317-27. doi:10.1016/j.schres.2007.03.031. PMC 2034662. PMID 17490861.

Wu F, Lu Q, Kong Y, Zhang Z (September 2023.) „A Comprehensive Overview of the Role of Visual Cortex Malfunction in Depressive Disorders: Opportunities and Challenges”. *Neuroscience Bulletin*. 39 (9): 1426-1438. doi:10.1007 / s12264-023-01052-7. MC 10062279. PMID 36995569.

Wu, Joseph; Buchsbaum, Monte S.; Gillin, J. Christian; Tang, Cheuk; Cadwell, Stephanie; Wiegand, Michael; Najafi, Ahmad; Klein, Eric; Hazen, Kaye; Bunney, William E. (1999-08-01) „Prediction of Antidepressant Effects of Sleep Deprivation by Metabolic Rates in the Ventral Anterior Cingulate and Medial Prefrontal Cortex”. *American Journal of Psychiatry*. 156 (8): 1149-1158. doi:10.1176/ajp.156.8.1149. ISSN 0002-953X. PMID 10450253.

Wu, Jingzhan; Zhou, Mingming (2017-12-01) „Neural Matrix and Its Role in Preoperative Evaluation of Partial Epilepsy”. *Translational Neuroscience and Clinics*. 3 (4): 246–256. doi:10.18679/CN11-6030_R.2017.036. ISSN 2096-0441.

Xie S, Xiao J, Jiang X (June 2003.) „The fMRI study of the calculation tasks in normal aged volunteers” 正常老年人计算任务的脑功能磁共振成像研究 [The fMRI study of the calculation tasks in normal aged volunteers] (PDF). *Journal of Peking University (in Chinese)*. 35 (3): 311–3. PMID 12914254. Archived from the original (PDF) on 2014-11-07.

Yamada, A; Sakai, KL (April 2017.) „ブローカ野における文法処理” [Syntactic Processing in Broca’s Area: Brodmann Areas 44 and 45]. *Brain and Nerve = Shinkei Kenkyu No Shinpo (in Japanese)*. 69 (4): 479-487. doi:10.11477/mf.1416200767. PMID 28424402.

Zhang JX, Leung HC, Johnson MK (November 2003.) „Frontal activations associated with accessing and evaluating information in working memory: an fMRI study”. *NeuroImage*. 20 (3): 1531-9. doi:10.1016/j.neuroimage.2003.07.016. PMID 14642465. S2CID 17878279.

Zhang, Jie; Li, Lingling; Ji, Renjie; Shang, Desheng; Wen, Xinrui; Hu, Jun; Wang, Yingqiao; Wu, Dan; Zhang, Li; He, Fangping; Ye, Xiangming; Luo, Benyan (2023-12-05) „NODDI Identifies Cognitive Associations with In Vivo Microstructural Changes in Remote Cortical Regions and Thalamocortical Pathways in Thalamic Stroke”. *Translational Stroke Research*. doi:10.1007/s12975-023-01221-w. ISSN 1868-601X. PMID 38049671.

Zilles, K., Wree, A., and Dausch, N. D. (1990.) Anatomy of the neocortex. Neurochemical organization, In: B.F. Kolb and R.C. Tees (eds.) *The Cerebral Cortex of the Rat*, 113-150. MIT Press, Cambridge.

Zorrilla LT, Aguirre GK, Zarahn E, Cannon TD, D’Esposito M (November 1996.) „Activation of the prefrontal cortex during judgments of recency: a functional MRI study”. *NeuroReport*. 7 (15-17): 2803-6. doi:10.1097/00001756-199611040-00079. PMID 8981471.

Qiu FT, von der Heydt R (July 2005.) „Figure and ground in the visual cortex: v2 combines stereoscopic cues with gestalt rules”. *Neuron*. 47 (1): 155-166. doi:10.1016/j.neuron.2005.05.028. PMC 1564069. PMID 15996555.

Drugi izvori podataka:

Alise Ferng, B.S., MD, PhD, Reviewer: Dimitrios Mytilinaios, MD, PhD Last reviewed: Octobar 30, 2023.

Amunts, K., Maliković, A., Mohlberg, H., Schormann, T., Zilles, K. (2000.) Brodmann’s areas 17 and 18 brought into stereotaxic space-where and how variable?. *Neuroimage*, 11 (1):66-84.

Brant A. Vogt, Deepak N. Pandya, Douglas L. Rosene, „Cingulate cortex of the rhesus monkey: I. Cytoarchitecture and thalamic

afferents,” *The Journal of Comparative Neurology*, 262(2):256-270, 1987. doi:10.1002/cne.902620207.

Brodmann Areas Of The Brain, Olivia Guy-Evans, MSc Associate Editor for Simply Psychology BSc (Hons) Psychology, MSc Psychology of Education Olivia Guy-Evans is a writer and associate editor for Simply Psychology. She has previously worked in healthcare and educational sectors.

Grujičić Milorad, Tirnanić Milena, Maliković Aleksandar, Univerzitet u Beogradu, Medicinski fakultet, Srbija Univerzitet u Beogradu, Medicinski fakultet, Institut za anatomiju, Srbija, Medicinski podmladak, 2004., vol. 55, br. 1-2, str. 5-10.

Goran Šimić; Mladinov, Mihovil; Judaš, Miloš; Hof, Patrick R. (2006-06-01) „Brain asymmetries related to language with emphasis on entorhinal cortex and basal forebrain”. *Cognition, Brain, Behavior*. 10 (2): 251-268.

<https://proleksis.lzmk.hr/52392/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Brodmann_area_

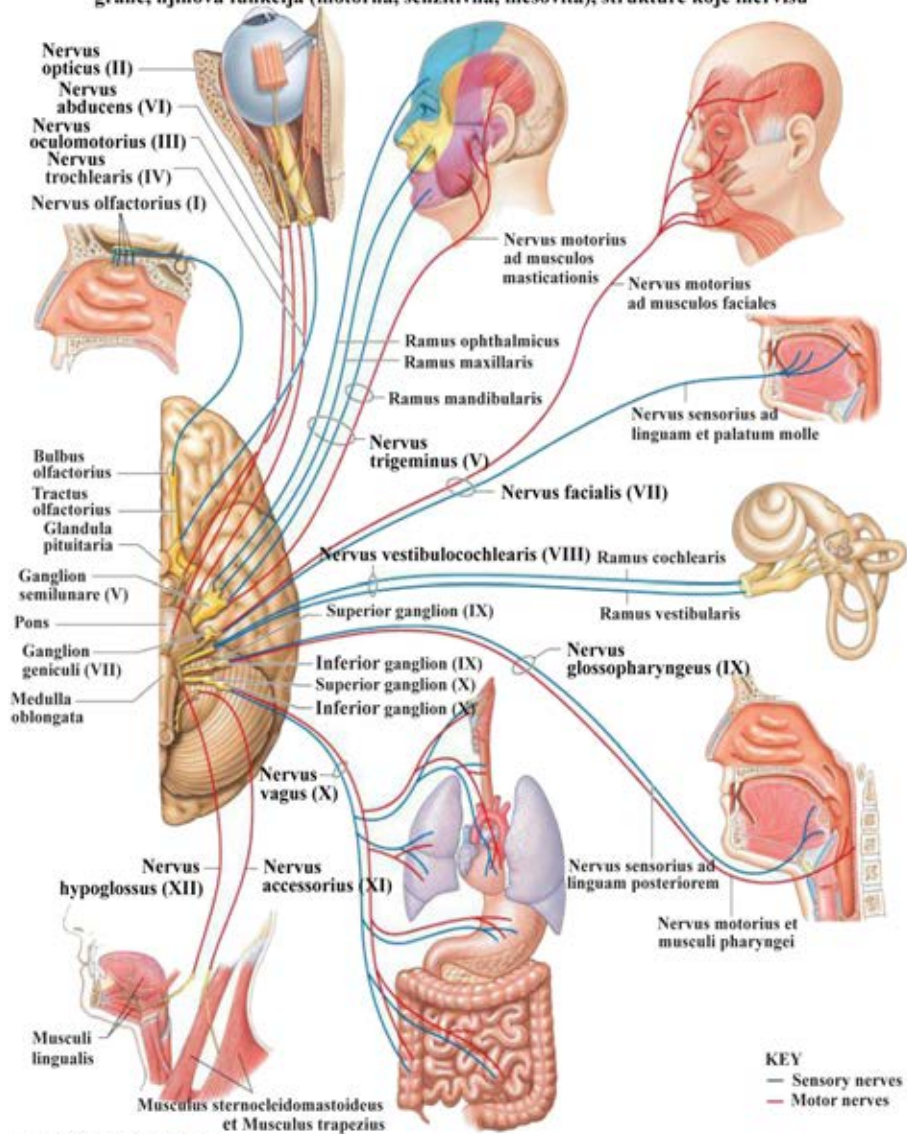
<https://epomedicine.com/medical-students/brodmann-areas-lesions/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Postcentral_gyrus

Molitoris, J., Seay, M., Crinon, J., Newhart, M., Davis, C., & Hillis, A. (2010, May 23–27) The role of Brodmann area 47 in acute stroke Patients with language impairment [Conference session]. *Clinical Aphasiology 2010, Conference, Isle of Palms, SC, United States*. <http://aphasiology.pitt.edu/2162/>.

Simic, G.; Bexheti, S.; Kelovic, Z.; Kos, M.; Grbic, K.; Hof, P.R.; Kostovic, I. (2005-01-01) „Hemispheric asymmetry, modular variability and age-related changes in the human entorhinal cortex”. *Neuroscience*. 130 (4): 911-925. doi:10.1016/j.neuroscience.2004.09.040. ISSN 0306-4522. PMID 15652989.

12 KRANIJALNIH NERAVA grane, njihova funkcija (motorna, senzitivna, mešovita), strukture koje inervišu



© 2011 Pearson Education, Inc.

I KRANIJALNI NERV

OLFAKTORNI NERV / MIRISNI ŽIVAC

(fila olfactoria / nn.olfactorii / nervus olfactorius)

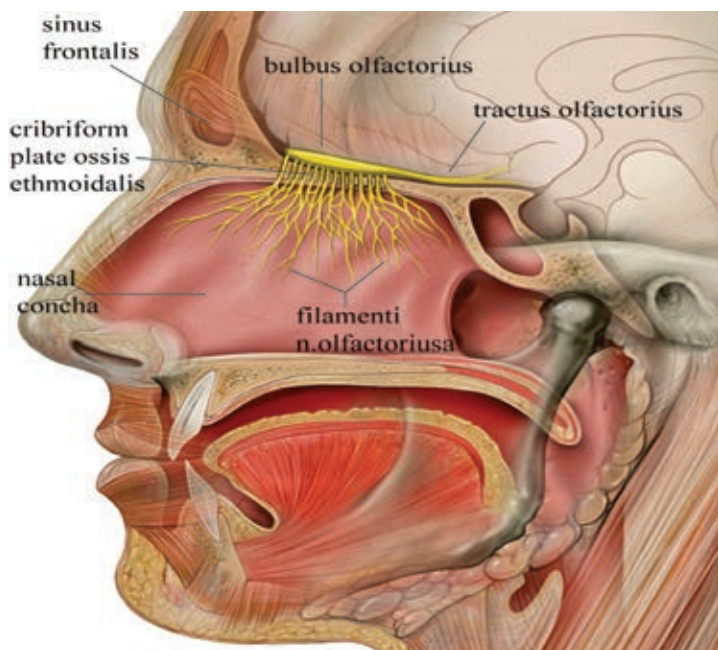
Prvi kranijalni nerv, Olfaktorni nerv (*Fila olfactoria s. nn.olfactorii s. nervus olfactorius*) ili čulo mirisa je jedno od pet čula kod čoveka. Olfaktorni nerv čini deo olfaktornog puta čija vlakna povezuju receptore za miris sa primarnim mirisnim centrom. Centralne veze mirisnog živca prvo se projektuju u filogenetski starije strukture (paleokorteks tj. primitivni korteks), a potom odlaze u talamus i neokorteks.

Čulo mirisa je jedno od najstarijih i najprimitivnijih čula. Za razliku od životinja, kod čoveka je nedovoljno razvijeno. Zavisno od životne dobi i pola postoje individualne varijacije npr. u: detinjstvu, bolesti, periodu uticaja estrogena (ili progesterona) kod žena (od puberteta do klimaksa žene su osetljivije na kvalitativne i kvantitativne izmene mirisa). U slučaju oštećenja prosečna regeneracija *nervus olfactoriusa* traje od šest meseci do godinu dana. U određenim stanjima kao što je npr. infekcija *corona virusom*, nakon oporavka može doći do ponovne oscilacije, neretko i do ponovnog izostanka mirisne senzacije. U ovim slučajevima često se čulo mirisa oporavlja veoma sporo, nepotpuno ili se uopšte ne oporavi. Situacije kada klinički i subjektivno čulo mirisa trajno izostane mogu pratiti i stanja nakon hirurških intervencija u ovoj regiji, povreda ili dejstva raznih hemijskih supstanci, zadesno ili dugotrajno, kao i kod nekih zanimanja vezanih za upotrebu hemijskih agenasa (u laboratorijama, poljoprivredi i sl.) i dr. (Radojčić M.B., 2010.).

Olfaktorni sistem čoveka

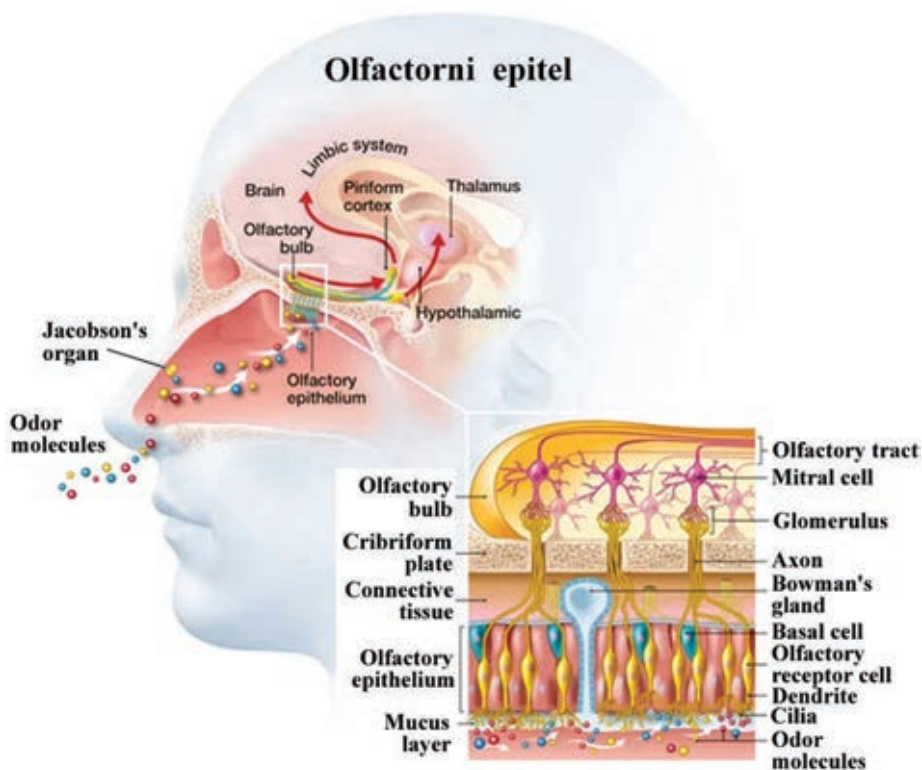
Za objašnjenje prenosa mirisa u prostoru danas je najprihvatljivija korpuskularna teorija koja podrazumeva prenos mirisa u prostoru putem čestica.

Anatomija olfaktorne regije



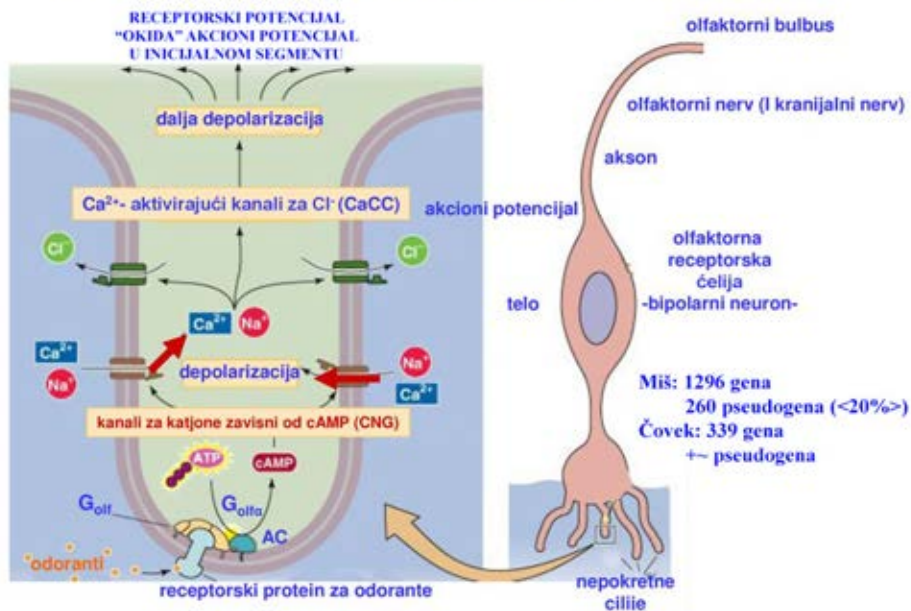
Anatomska i funkcionalno posmatrano u gornjem delu nosne šupljine tj. olfaktornom epitelu nazalne mukoze nalaze se receptorske ćelije koje pokrivaju površinu od oko 5 cm². Ova površina je označena kao žuta mrlja (locus luteus) zbog prisustva pigmenta žuto-mrke boje, a izgrađena je od specifičnog neuroepitela koji sadrži Šulceove (Schultze) olfaktorne receptorne ćelije. To su bipolarni neuroni čiji su kraći periferni nastavci, koji polaze sa površine nosne sluznice upravljeni ka površini neuroepitela, gde se šire u olfaktorne vezikule sa kojih polazi mnoštvo treplji (cilia). Treplje su prekrivene mukusom i za njih se, na specifičnim receptornim mestima, vezuju isparljive hemijske materije karakterističnog mirisa, tzv. odoranti. Duži, nemijelizovani aksoni, centralni nastavci Šulceovih ćelija se grupišu u snopove i postaju olfaktorni nervi (fila olfactoria). Oni predstavljaju neurone prvog reda u olfaktornom putu. Aksoni ulaze u lobanjsku duplju kroz laminu cribrozusitaste kosti. Potom se sinaptički povezuju sa ćelijama bulbus olfactoriusa koji leži na bazi lobanje. Na dalje se aksoni mitralnih ćelija olfaktornog bulbusa, putem tractus olfactoriusa, projektuju do piriformne areje

temporalnog režnja, entorinalne kore od amigdaloidnog jedra. Aksoni se potom projektuju do neokorteksa i talamusa. Sam tractus olfactorius leži ispod frontalnog režnja, a iznad optičkog nerva i hijazme (Kostić V., 2020.).



Postoji ogroman broj receptorskih ćelija koje prepoznaju specifične odorante, prvenstveno na osnovu trodimenzionalnog izgleda njihovih molekula i veličine električnog naboja. Vezivanjem specifičnog odoranta za odgovarajuće receptorno mesto dolazi do otvaranja jonskih kanala, specifičnih za Na^+ i/ili K^+ jone. Tom prilikom sabiranjem može nastati akcioni potencijal odnosno impuls (fizičko - hemijska promena koja ima sposobnost rasprostiranja) koji dovodi do depolarizacije receptora. Novo formirani proces depolarizacije se širi duž olfaktornih nerava i na taj način prenosi mirisne senzacije (Radojčić M.B., 2010.).

TRANSDUKCIJA SIGNALA U OLFAKTORNIM RECEPTORSKIM NEURONIMA



Slika gore prikazuje transdukciju signala sa olfaktornih receptora (autor Anna Králová).

Kao što je već rečeno, Olfaktorni nervi nemaju mijelinski omotač, veoma su mali, tj. kratki, i najvećim delom su smešteni ekstrakranijalno. Na svom putu iz nosne duplje oni se usmeravaju unazad i prema gore, prolaze kroz kribriformnu ploču etmoidalne kosti (lamina cribriformis ossis ethmoidalis) i završavaju u olfaktornom bulbusu (bulbus olfactorius) na bazi mozga. Desni i levi olfaktorni bulbus su međusobno povezani preko prednje komisure (commissura anterior). U bulbusu dolazi do grupisanja svih aksona koji su pošli sa istog receptora. Potom obrazuju sinapse sa dendritima tzv. mitralnih ćelija, u obliku specijalnih formacija označenih kao glomeruli, u kojima se vrši „filtriranje” mirisnih signala. Oni predstavljaju olfaktorni centar prvog reda, u kome različiti mirisi izazivaju različite stepene aktivnosti u različitim delovima olfaktornog bulbusa.

Aksoni mitralnih ćelija obrazuju olfaktorni traktus (tractus olfactorius) koji predstavlja neuron drugog reda na olfaktornom putu. U

njemu su aksoni grupisani u tri strije (stria medialis, stria lateralis, stria intermedialis) koje se završavaju u olfaktornom centru drugog reda na bazi mozga, označenom kao olfaktorna kora (cortex olfactorius). Medijalna i lateralna strija ograničavaju tzv. olfaktorni trougao (trigonum olfactorium) čiji prednji deo čini substantia perforata anterior. Lateralna strija obrazuje spoljašnju ivicu substantie perforate anterior i povezuje olfaktorni trakt sa piriformnom regijom. Kroz nju prolazi većina aksona mitralnih ćelija. Intermedijalna strija sadrži aksone koji se završavaju u središnjem delu substantie perforate anterior, a u medijalnoj striji nalaze se aksoni koji dolaze iz prednjeg olfaktornog jedra (nucleus olfactorius anterior), koje leži na spoju olfaktornog bulbusa i traktusa. Ovo jedro sadrži i aksone koji se ukrštaju na sredini prednje komisure i inhibiraju aktivnost mitralnih ćelija u kontralateralnom olfaktornom bulbusu.

Lateralna olfaktorna regija, odnosno piriformna regija (area piriformis), se nalazi u prednjem delu parahipokampalnog girusa (gyrus parahippocampalis) u temporalnom lobusu. Nju čine: kora entorinalne regije (area 28), unkus (uncus) i kortikalni delovi amigdaloidnog jedra (nucleus amygdaloideus). To je glavna regija za olfaktornu diskriminaciju i povezana je preko unkusa sa olfaktornim centrom trećeg reda u orbito-frontalnom korteksu.

Medijalna olfaktorna regija se nalazi ispod rostruma korpusa kalozuma (corpus callosum) u tzv. subkalozalnom girusu, a ispred lamine terminalis hipotalamusa, u tzv. paraterminalnom girusu. Ova dva girusa obrazuju septalnu areu (area septalis). Medijalna i lateralna olfaktorna regija su međusobno povezane Brokinom dijagonalnom vrpcom (fasciculus diagonalis s. Broca).

Intermedijalna olfaktorna regija odgovara supstanci perforati anterior. U njoj se nalazi tuberculum olfactorium. Preko nje prelazi Brokina dijagonalna vrpca povezujući na taj način sve tri olfaktorne regije. Ova regija, zajedno sa medijalnom olfaktornom regijom, učestvuje u refleksnim olfaktornim reakcijama (Kostić V., 2020.).

Sve tri olfaktorne regije zajedno obrazuju olfaktorni korteks koji je deo primitivnog alokorteksa (allocortex) zvanog paleocortex. Iz paleokorteksa polaze dva glavna projekciona puta, od kojih se jedan završava u limbičkom sistemu i odgovoran je za afektivnu komponentu odorifernih stimulusa, a drugi se završava u orbitofrontalnom korteksu i odgovoran je za svesnu percepciju i diskriminaciju mirisa. Delovi

limbičkog sistema i orbitofrontalnog korteksa čine olfaktorne centre trećeg i višeg reda. Primenom funkcionalne MR Jusem i sar. (Yousem et al., 1995.) su pokazali da odoranti kod ljudi prvenstveno aktiviraju orbitofrontalni korteks, pri čemu je ova regija u desnoj hemisferi pokazivala veću frekvenciju aktivacije. Mirisne materije koje ne deluju isključivo preko olfaktornog sistema (npr. amonijak) dovodile su do aktiviranja gotovo svih delova mozga, a ne samo orbitofrontalnih regija.

Osim opisanih receptora za odorante, u nosu se nalazi i tzv. vomeronazalni organ koji otkriva feromone, hemijske materije koje su povezane sa određenim nesvesnim, stereotipnim odgovorima vezanim za seksualno sazrevanje i funkciju. Povezanost ovih puteva sa limbičkim sistemom (amigdaloidnim jedrom, hipokampusom i piriformnim korteksom) pokazuje da olfaktorni stimuli mogu da provociraju snažne emocionalne odgovore i da evociraju intenzivna sećanja (David M. et al., 2010.).

Filogenetsko ontogenetski razvoj olfaktornog sistema kao najstarijeg sistema u evoluciji tesno je povezan sa seksualnom, odnosno reproduktivnom funkcijom, kao i sa funkcijom pronalaženja hrane. Otuda je on izrazito razvijen kod životinja, a kod nižih kičmenjaka čini najveći deo mozga. Kod viših vrsta, njegova zapremina se smanjuje na račun ostalih, prvenstveno asocijativnih delova. Kod čoveka deo bazalne (donje) površine velikog mozga koji učestvuje u olfaktornoj funkciji, tzv. rhinencephalon, zauzima procentualno najmanji deo mozga. Iako su kod čoveka olfaktorni bulbusi, kao delovi rinencefalona, neznatne zapremine u poređenju sa moždanim hemisferama, ipak rinencefalonu pripada filogenetski primat.

Nakon zatvaranja neuralne cevi i transversnih podela dolazi do formiranja prednjeg mozga, tzv. proencefalona (prosencephalon), od koga će se na kraju obrazovati telencephalon i diencephalon. Evaginacijom zidova neuralne cevi na telencefalonu će se formirati dva olfaktorna bulbusa i dve cerebralne hemisfere, razdvojene inter-hemisferičnom fisurom, pri čemu su, posmatrano filogenetski, cerebralne hemisfere evaginirale iz olfaktornih bulbusa (Radojčić M.B., 2003.).

Formiranje prednjeg dela mozga (prosencephalon) i potom, nastanak olfaktornih bulbusa, vrši se po genetski kontrolisanom redosledu, označenom kao proencefalna sekvenca. Ona se sastoji u tome da tokom embrionalnog razvoja, nakon zatvaranja neuralne cevi, pod

uticajem retinoične kiseline i genetskih faktora sličnih tzv. HOX i PAX genima, mezoderm indukuje nastanak specijalizovanih olfaktivnih i optičkih plakoda koje su neophodne za zatvaranje srednjeg dela lica i za formiranje olfaktivnih bulbosa i očiju. Oni potom omogućavaju pravilnu diferencijaciju olfaktornog i frontalnog korteksa. Otkrivena su najmanje dva genetska lokusa (pretpostavlja se da ih ima više) čije mutacije dovode do poremećaja ove sekvence što se klinički manifestuje u vidu razvojnih anomalija različite težine: od blagih malformacija srednje linije lica (npr. zečija usna, gotsko nepce), preko izolovane agenezije olfaktornih bulbosa i traktusa (arinije, arinencefalije), parcijalne agenezije korpusa kalozuma (corpus callosum), optičko-septalne disgenezije, pa sve do veoma teških anomalija kao što je lobarna ili alobarna holoprozencefalija (Mader S.S., 2000., Brinar V. i sar., 2020.).

Olfaktorna plakoda se tokom embrionalnog razvoja nalazi u nazalnoj fosi i u njoj se stvaraju dve vrste ćelija: olfaktorne ćelije i ćelije koje sadrže hormon oslobađanja luteinizirajućeg hormona (LHRH). Tokom normalne embriogeneze, ove ćelije migriraju duž olfaktornih aksona u pravcu cerebralnih hemisfera koje počinju da se formiraju u procesu evaginacije. Migracija olfaktornih neurona je omogućena prepoznavanjem specifičnih adhezionih molekula na površini ćelija, duž migratornog puta. Pod dejstvom KAL1-gena, koji daje šifru za sintezu malog proteina ekstracelularnog matriksa, omogućena je neuronalna migracija olfaktornih aksona ka budućim olfaktornim bulbusima, a time i migracija LHRH-ćelija ka budućem hipotalamo-hipofiznom kompleksu. Ovaj protein ima ulogu supstrata koji omogućava rast olfaktornih aksona. Ako dođe do delecije KAL1-gena, kao što je slučaj kod Kalmanovog sindroma (Kallmann syndrome), gde tokom razvoja nastupa poremećaj migracije olfaktornih neurona, ćelije koje su stvorene u olfaktornoj plakodi ostaju zarobljene u nosnoj šupljini. Slično se dešava i sa LHRH-ćelijama usled čega kod ovih pacijenata, pored poremećaja olfaktorne funkcije (kongenitalne anosmije), postoji i hipogonadotropni hipogonadizam usled hipoplazije hipofize (Radojčić B.M., 2003., Guyton I.H., 2019.).

Za otkrivanje lezija olfaktornog puta metoda izbora je magnetno-rezonantni imidžing (MR), mada se u određenim slučajevima pregled dopunjuje kompjuterizovanom tomografijom (CT) (npr. kod traume; kalcifikacije na meningeomu i sl.).

Na MR snimku olfaktorni epitel i olfaktorni nervi se sami po sebi

ne mogu identifikovati, ali se zato može dobro prikazati regija u kojoj se oni nalaze: krov nosne šupljine, odnosno kribriiformna ploča etmoidalne kosti, gornji delovi lateralnih i septalnih zidova nazalne šupljine i gornja površina gornje nosne školjke (concha nasalis superior). Ove regije se najbolje prikazuju u sagitalnoj i koronarnoj ravni.

Olfaktorni bulbusi i traktusi se najbolje uočavaju na koronarnim presecima frontalnih lobusa, na kojima se prikazuju u vidu male kružne formacije neposredno ispod olfaktornog sulkusa (sulcus olfactorius), koji razdvaja girus rektus (gyrus rectus) od girusa orbitalisa (gyrus orbitalis).

Olfaktorni centri se najbolje prikazuju na aksijalnim presecima, u T1 i T2/PDW SE sekvencama (Buča A. i sar., 2011.).

Tehnika neurološkog pregleda

Pre početka pregleda treba proveriti da li su nozdrve prohodne, odnosno da li je prisutna npr. kijavica i sl. jer sekret u nosu utiče na rezultat pregleda. Potom se svaka nozdrva posebno testira, pri čemu pacijent drži oči zatvorene. Ispitivač zatvori pacijentu jednu nozdrvu, a pod drugu mu prinese neki predmet iz okoline koji ima prepoznatljiv miris, npr. sapun, duvan, pomorandžu, pepermint, kafu, cimet i sl. S obzirom na to da se od pacijenta traži da identifikuje mirise, treba imati u vidu individualne razlike kod zdravih osoba, te je za normalan, odnosno nalaz u fiziološkim granicama, bitno da osoba registruje prisutnost mirisa. Potom se na isti način testira druga nozdrva.

Rezultati pregleda

Pacijent tačno identifikuje mirise na obe nozdrve: normalan/fiziološki nalaz.

Pacijent smanjeno oseća mirise: hyposmia. Hiposmija može biti unilateralna ili bilateralna.

Pacijent ne oseća mirise: anosmia. Anosmija može biti unilateralna ili bilateralna.

Pacijent oseća prinete mirise, ali ih pogrešno identifikuje: parosmia. Ako prijatan miris doživljava kao neprijatan: cacosmia (kakosmička parosmija).

Ako pacijent povremeno oseća mirise koji drugi ne osećaju, odnosno oseća neki miris koji objektivno nije prisutan su olfaktorne halucinacije. Ako halucinira neprijatne mirise kao npr. miris zapaljene gume, pokvarenih jaja, trulog luka i sl.: cacosmia (kakosmičke olfaktorne halucinacije) (Kostić V., 2020.).

Interpretacija nalaza

Pre nego što pređemo na sadržaj interpretacije nalaza da se podsetimo još jednom da čovek razlikuje preko deset hiljada mirisa. Najbolju klasifikaciju mirisa dao je još davne 1916.godine Hening. On mirise grupiše na sledeći način:

1. Percepcija prostora - za razliku od ostalih čula koja nisu aktivna u snu, možemo reći da je miris taj koji nas informiše o promenama u sredini u kojoj se trenutno nalazimo. Ovo je posebno uočljivo i značajano u situacijama kada dođe do npr. požara i sl. Miris dima nas budi i u određenom broju slučajeva može spasti od tragičnog kraja;

2. Percepcija objekata - miris nas obaveštava o udaljenim objektima, o prisustvu ljudi, hrane i sl. Ovo je posebno izraženo kod životinja;

3. Afektivna dimenzija - mirisni trakt pored prepoznavanja mirisa ima i komponentu vezanu za emotivno reagovanje;

4. Identifikacija seksualnih partnera - prema nekoliko istraživanja, miris partnera je bio presudan u odabiru istog. Ova dimenzija mirisa je posebno izražena u životinjskom svetu. Životinjama čulo mirisa služi za pronalaženje hrane, polnog partnera, kontakt sa pripadnicima iste vrste i dr.

Osim pomenutog, čulo mirisa je vrlo važno za kontrolu kvaliteta hrane i vazduha. Neprijatan miris je pokazatelj prisustva štetnih i otrovnih materija u udahnutom vazduhu kao i pokvarene hrane. S druge strane, poznato je da prijatni mirisi pospešuju lučenje sokova za varenje hrane. Na ovome mestu treba napomenuti da na promene u percepciji mirisa mogu uticati otrovni gasovi, uživanje alkohola, duvana, droga i sl. (Mader S.S., 2000.).

Hiposmija i anosmija mogu biti urođene ili stečene.

Urođena anosmija nastaje usled aplazije ili hipoplazije olfaktornih bulbosa i traktusa, pri čemu sulcus olfactorius u frontalnom lobusu ne

postoji, što se naziva arinija (arrhinia) ili nema ni sulkusa, što se naziva arinencefalija (arhinencephalia). Arinija može biti genetski uslovljena (anomalija na 9. hromozomu) ili posledica teške intrauterine fokalne lezije. I arinija i arinencefalija se retko vide kao izolovani poremećaji, a mnogo češće se javljaju u okviru multiplih kongenitalnih anomalija, od kojih su najčešće rascep usne, rascep nepca, hipoplazija / aplazija nosa i alobarna ili semilobarna holoprozencefalija (holoprosencephalia).

Ukoliko je urođena anosmija praćena hipogonadotropnim hipogonadizmom i mentalnom retardacijom radi se o Kalmanovom sindromu (Kallmann syndrome), nastalom usled poremećaja migracije olfaktornih neurona, usled delecije na KAL1-genu. Studija rađena u finskoj populaciji 2011. godine ukazala je na incidencu ovoga sindroma 1 od 48.000 ljudi, sa 1 na 30.000 za muškarce i 1 na 125.000 za žene. Kalmanov sindrom je prvi put opisao u radu objavljenom 1944.godine Franc Jozef Kalman, nemačko-američki genetičar, mada je vezu između anosmije i hipogonadizma primetio španski lekar Aurelijano Maestre de San Juan davne 1856.godine (Kallmann F.J. et al., 1944., Laitinen E.M. et al., 2011.).

Kada su prisutne multiple urođene anomalije dijagnoza se najčešće postavlja već na rođenju, a kada je anosmija jedini znak, dijagnoza se češće postavlja u detinjstvu ili nešto kasnije. Kod arinencefalije, holoprozencefalije i Kalmanovog sindroma, MR na koronarnim presecima frontalnog lobusa ne prikazuju se ni olfaktorni bulbusi, a ni olfaktorni traktusi, niti olfaktorni sulkusi, dok su na sagitalnim presecima u paramedijalnoj ravni prostori iznad kribriiformne ploče prazni i ispunjeni likvorom (Jović N. i sar., 2002.).

Stečena anosmija / hiposmija može biti unilateralna ili bilateralna, a po nastanku akutna, subakutna ili hronična. Uzroci mogu biti fiziološki (npr. starenje) ili patološki (infekcije, traume, tumori, intoksikacije, degenerativni procesi).

Akutna anosmija je najčešće posledica virusne infekcije koja zahvata nosnu sluznicu (rhinitis) ili sinuse (sinusitis), a nešto ređe je bakterijskog ili fungalnog porekla. Česti su i alergijski rinitisi i rinosinuzitisi. Uz hiposmiju često je prisutna i glavobolja, a ako postoje polipi u nosu ili devijacija septuma, koji pogoršavaju nazalnu opstrukciju, može preći u hroničnu hiposmiju. Na MR se kod sinuzitisa zapaža uočljiv nivo između vazduha i sekreta, a kod hroničnog sinuzitisa može da se

vidi i remodeliranje zida sinusa i zadebljanje mukoze (visok intenzitet signala na T2W i nizak intenzitet signala na T1W). Preko arahnoidalne moždane opne, koja prijanja uz otvore kribriformne ploče na mestima gde prolaze olfaktorni nervi, infekcija se iz nosne duplje može preneti u prednju lobanjsku jamu i dovesti do meningitisa, meningoencefalitisa i apscesa mozga. Cerebritis u prednjoj lobanjskoj jami, koji nastaje kao posledica rinosinuzitisa, dovodi najpre do promena u gyrus rectus i gyrus orbitalis na bazi frontalnog lobusa. Najčešće počinje unilateralno i često je praćen pojavom centralne cistične lezije na mestu likvefakcije moždanog parenhima. Na MR se taj cistični deo prikazuje u vidu sniženog intenziteta signala na T1W, koji se međutim, pojačava duž ivica ciste nakon davanja kontrasta (gadolinijumskog (Gd) ili nekog drugog dostupnog za koji se radiolog opredeli) (Buča A. i sar., 2011.).

Posle infekcije, sledeće po učestalosti su traumatske lezije. Frekvencija posttraumatske anosmije / hiposmije iznosi od 2% do preko 50% i najčešće je posledica traume nosa i sinusa, frakture kribriformne ploče, kontuzije olfaktornog bulbusa, odnosno kontuzije frontalnog lobusa, koja može biti i rezultat protivudara (contre-coup) prilikom udara u potiljačnu kost. Najčešći uzroci povreda su saobraćajne nesreće, padovi i tuča. U slučaju frakture kribriformne ploče dolazi do cepanja arahnoidalne moždane opne oko olfaktornih nerava usled čega se javlja prepoznatljiv klinički simptom, likvor kaplje iz nosa (rhinorhea). Kroz tako nastali defekt kribriformne ploče u jednom broju slučajeva može doći i do prolapsa dela meninga pa nastaje meningocoele. Za ispitivanje oštećenja izazvanog traumom treba koristiti CT i MR, kao i konsultaciju hirurga. Akutna trauma frontalnog lobusa je praćena prekidom hematoencefalne barijere što se na T1W sekvenci prikazuje pojačanim intenzitetom signala na mestu gde je došlo do krvarenja, usled prisustva methemoglobina, dok se kod hronične, posttraumatske sekvele na tom mestu nalazi sniženi intenzitet signala na T2W, usled prisustva hemosiderina, a često se uočava i atrofija olfaktornog bulbusa i / ili moždanog parenhima (Hoffman H. et al., 2016.).

Kada se pacijent žali na anosmiju, naročito ako je ona unilateralna, uvek treba pomisliti na prisustvo tumora i uputiti ga na ORL pregled i MR. Tumori mogu izazvati anosmiju ako se pojave na bilo kom delu olfaktornog puta (Daruši D., 1998.).

Tumori nazalne duplje i paranazalnih sinusa dovode do anosmije jer opstruišu vazdušni put, razaraju olfaktornu mukozu i šire se per

continuitatem, do olfaktornog bulbusa i dalje. Najčešće su u pitanju: adenokarcinom sinusa ili nazalne duplje, karcinom skvamoznih ćelija i nešto ređe, olfaktorni neuroblastom tzv. esthesioneuroblastoma. Ovaj tumor potiče iz olfaktornog neuroepitela i širi se ili ka bazi mozga ili niz nosnu šupljinu. Najčešće se viđa u 2. i 6. deceniji života. Češće dovodi do litičkog razaranja kosti nego do hiperostoze, što se najbolje uočava na CT-u. Često je cističan ili pokazuje ciste duž oboda, što olakšava njegovo prepoznavanje na MR, jer nakon davanja kontrasta intenzitet signala tumora na T1W se pojačava, dok cistični delovi ne menjaju intenzitet signala. Svi navedeni tumori nosne duplje svojim širenjem iznad kribriiformne ploče dovode do pomeranja gyrus rectusa i gyrus orbitalisa na gore, pa je i olfaktorni bulbus na toj strani vertikalno dislociran, što je jedan od prvih znakova invazije baze mozga. Daljim rastom tumora dolazi do pomeranja središnjih moždanih struktura (fals cerebri) na suprotnu stranu, a ako se proširi i na drugi olfaktorni bulbus unilateralna anosmija postaje bilateralna.

Najčešći intrakranijalni tumori koji dovode do anosmije su meningeomi. Ovi tumori polaze obično sa malog krila sfenoidne kosti (ala minor ossis sphenoidalis) ili iz regije iznad kribriiformne ploče etmoidalne kosti, na mestu gde se pruža olfaktorni sulkus. Na MR, meningeom ima isti intenzitet signala kao i siva masa mozga na T1W i T2W SE sekvenci, ali se nakon davanja kontrasta intenzitet signala snažno i homogeno pojačava na T1W i to pojačanje signala se produžava niz meninge u neposrednoj blizini tumora (tzv. „duralni rep”). Često se na meningeomu vide kalcifikacije, naročito na CT-u. Zbog sporog rasta, meningeom može da postane prilično velik i da pritiska optički nerv, dovodeći do atrofije i bledila papile (papilla nervi optici). Sledstveno nastaje postepeni gubitak vida na tom oku, praćen pojavom zastoje papile na drugom oku usled porasta intrakranijalnog pritiska što, uz anosmiju, čini Foster-Kenedijev sindrom (Syndroma Foster-Kennedy) (Daruši D., 1998.).

Od intraaksijalnih tumora koji zahvataju frontalni lobus i vrše pritisak i razaranje olfaktornog bulbusa / traktusa ili koji kreću iz piriformnog korteksa temporalnog lobusa ili se ka njemu šire, najčešći su gliomi. Stepem malignosti glioma može da varira od niskogradusnog astrocitoma do veoma malignog glioblastoma multiforme. Na MR u T1W sekvenci nakon davanja intravenskog kontrasta, gliomi I / II gradus obično ne pojačavaju intenzitet signala, za razliku od onih koji

su III (anaplastični astrocitom) i IV gradusa (multiformni glioblastom). Za procenu stepena malignosti tumora, kao i pojedinih njegovih delova, pregled se može dopuniti magnetno-rezonantnom spektroskopijom in vivo (MRS), gde je odnos holina i ukupnog kreatina (Cho/tCr) na MR spektru proporcionalan malignosti glioma. Tumori koji zahvataju olfaktorne centre u parahipokampusu dovode do olfaktornih halucinacija, o njima će kasnije biti više govora (Buča A. i sar., 2011.).

Najzad, postoji znatan broj neurodegenerativnih oboljenja kod kojih se javlja hiposmija, odnosno anosmija, ali je ona tada po pravilu bilateralna. Najčešće je u pitanju parkinsonizam (mehanizam nije do kraja poznat ali se dovodi u vezu sa degenerativnim promenama u frontalnim kortiko-subkortikalnim regijama) i Alchajmerova demencija (Morbus Alzheimer), koja se dovodi u vezu sa degenerativnim promenama na Majnertovom holinergičkom jedru (nucleus basalis s. Meynert), u substantia perforata anterior. Osim kod njih, hiposmija / anosmija se sreće i kod Hantingtonove horee (Chorea hereditaria chronica s. Huntington) i nekih opštih bolesti praćenih smetnjama ukusa, kao i u starosti.

Treba imati u vidu da kod bilateralne anosmije postoji uvek i smanjen osećaj ukusa, jer su čulo mirisa i čulo ukusa, kao jedina dva hemijska čula, tesno povezana. Ukoliko se pacijent žali na anosmiju, a ne žali se na smetnje ukusa ili na promenjen ukus, verovatno je u pitanju simulant ili konverzivna neuroza. Takvom pacijentu treba dati da pomiriše bočicu sa amonijakom. Ukoliko ne oseća čak ni miris amonijaka najverovatnije je u pitanju simulant ili psihijatrijski bolesnik jer amonijak deluje na celokupan nazalni epitel i za prepoznavanje njegovog mirisa nisu potrebni očuvani olfaktorni putevi.

Olfaktorne halucinacije mogu biti psihogene i organske.

Tumori koji zahvataju olfaktorne centre u parahipokampusu dovode do olfaktornih halucinacija, koje su obično u vidu neprijatnih mirisa (cacosmia). Iako kakosmija može da se vidi i kod shizofrenih poremećaja, uvek treba izvršiti MR pregled jer postoji verovatnoća da je halucinacija u vidu neprijatnih mirisa posledica tumora. Ukoliko se na tumor ne posumnja, a da je on prisutan, posledično može nastupiti hernijacija mozga usled povećanog intrakranijalnog pritiska što uzrokuje letalan ishod. To je tzv. Geršvinov sindrom (Syndroma Gershwina), nazvan po čuvenom američkom kompozitoru koji se žalio na olfaktorne

halucinacije i glavobolju, bio lečen od strane psihijatarata kao konverzivna neurotska ličnost. Nakon što je zbog progresije simptoma pao u komu i umro u 38. godini života, na obdukciji je otkriven tumor mozga (Buča A. i sar., 2011.).

Olfaktorne halucinacije se ređe javljaju izolovano, a češće kao aura koja prethodi epileptičnim napadima. Osim tumora, koji su njihov najčešći uzrok, mogu ih izazvati i gliozne promene u unkusu parahipokampalnog girusa usled čega se nazivaju uncinatusne krize.

Parosmija je pogrešno prepoznavanje mirisa. Može da bude posledica oštećenja kortikalnih olfaktornih centara, ali može da se kod nekih osoba javi i u određenim, specifičnim fiziološkim stanjima, kao npr. kod žena za vreme trudnoće, dojenja i u menopauzi. Češće se javlja kod (zlo)upotrebe nekih lekova i droga, npr. antibiotika, antipirina, kokaina, ili kod osoba koje često upotrebljavaju različite sprejove za nos zbog alergijskih i drugih rinitisa. Opisana je i kod trovanja olovom, kod radnika koji koriste ugljendisulfid (CS_2) prilikom vulkanizacije gume, kao i kod hroničnih pušača.

Kada pacijent neki miris koji je prijatan doživljava kao neprijatan, to se označava kao cacosmia ili kakosmička parosmija. Sva ova toksična oštećenja mogu da izazovu i hiposmiju ili anosmiju, pa većina neurologa smatra da pod oštećenjem olfaktorne funkcije treba podrazumevati samo dve vrste poremećaja, tj. anosmiju / hiposmiju i olfaktorne halucinacije, u zavisnosti od toga da li pacijent ne oseća miris koji je objektivno prisutan ili oseća miris koga objektivno nema (Kostić V., 2020.).

Literatura:

Ante Buča, Nada Bešenski, Stipan Janković, Klinička neuro-radiologija mozga, Medicinska naklada, Zagreb, ISBN: 978-953-176-526-8, 2011.

Borivoje M. Radojčić, Klinička neurologija, XV prerađeno i dopunjeno izdanje, izdavač: Draslar Partner, Beograd, ISBN: 86-7222-020-X, 2003.

Borivoje M. Radojčić, Klinička neurologija, VII prerađeno i prošireno izdanje za lekare i studente, Elit - Medica, Beograd, 2010.

Daruši J. Dragana, Intrakranijalni ekspanzivni procesi tumorskog porekla sa atipičnom kliničkom slikom, magistarski rad, Medicinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 1998.

David M. Yousem MD MBA, Robert D. Zimmerman MD et al., Neuroradiology: The Requisites (The Core Requisites) 3rd Edition, 2010.

Guyton I. Hall, John E. Hall, Medicinska fiziologija trinaesto izdanje, udžbenik, Medicinska naklada, Zagreb, 2019.

Hoffman, Howard; Rawal, Shristi; Li, Chuan-Ming; Duffy, Valerie (jun 2016.). „New chemosensory component in the U.S. National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES): first-year results for measured olfactory dysfunction”. Rev Endocr Metab Disord. 17 (2): 221-240. PMC 5033684 , PMID 27287364. doi:10.1007/s11154-016-9364-1., 2016.

Jović Nebojša J., Drezgić Milka, Neurološki pristup Kallmannovom sindromu - klinička studija 31 slučaja, Medicus, Vol.3, br.2, str.7-11, Beograd, 2002.

Jump up Vilensky JA, The neglected cranial nerve: nerves terminus (Cranial nerve N). Clin Anat. 2014. Jan;27(1) PMID 22836597, 2014.

Kallmann FJ, Schönfeld WA, Barrera SE (1943-1944) „The genetic aspects of primary eunuchoidism”. Am J Ment Defic. 48: 203-236, 1943-1944.

Laitinen EM, Vaaralahti K, Tommiska J, Eklund E, Tervaniemi M, Valanne L, Raivio T (June 2011.) „Incidence, phenotypic features and molecular genetics of Kallmann syndrome in Finland”. Orphanet Journal of Rare Diseases. 6 (Jun 17): 41. doi:10.1186/1750-1172-6-41. PMC 3143089. PMID 21682876., 2011.

Mader S.S., Human biology. McGraw-Hill, New York, ISBN 0-07-290584-0, ISBN 0-07-117940-2, 2000.

Mader S.S., Human biology. McGraw-Hill, New York, ISBN 978-0-07-290584-7, ISBN 978-0-07-117940-9, 2000.

Mahmoudi, Morteza; Suslick, Kenneth S. (2012.) „Protein fibrillation and the olfactory system: speculations on their linkage” (PDF). Trends in Biotechnology. 30 (12): 609-610. doi:10.1016/j.tibtech.2012.08.007.

Neurologija-nova knjiga.pdf <https://www.scribd.com/doc/50078912/Neurologija-nova-knjiga>, <https://www.belimantil.info/portal/2014>.

Vesna Brinar i suradnici, Neurologija za medicinare, drugo, obnovljeno i dopunjeno izdanje, Medicinska naklada, ISBN 978-953-176-871-9, 2019.

Vladimir Kostić urednik, Neurologija za studente medicine, Medicinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2020.god.

Drugi izvori podataka:

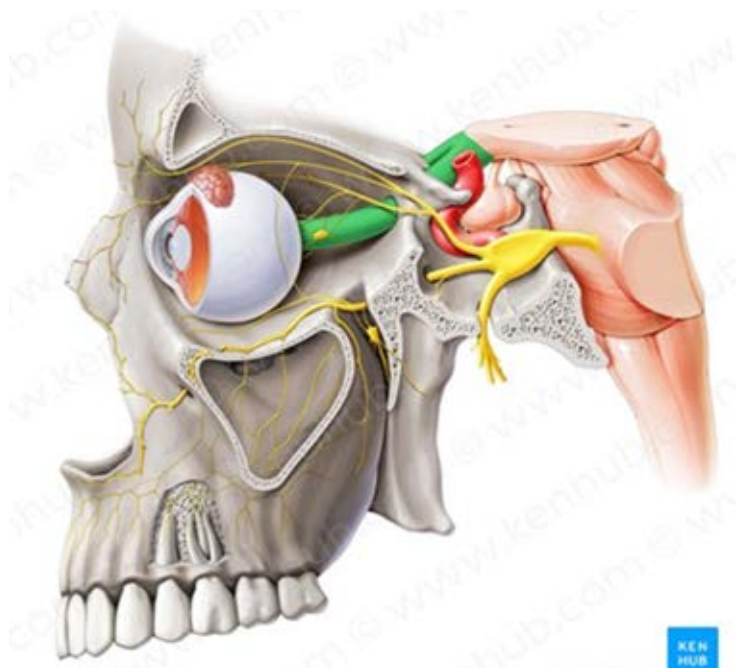
<https://depositphotos.com/photos/olfactory-bulb.html>

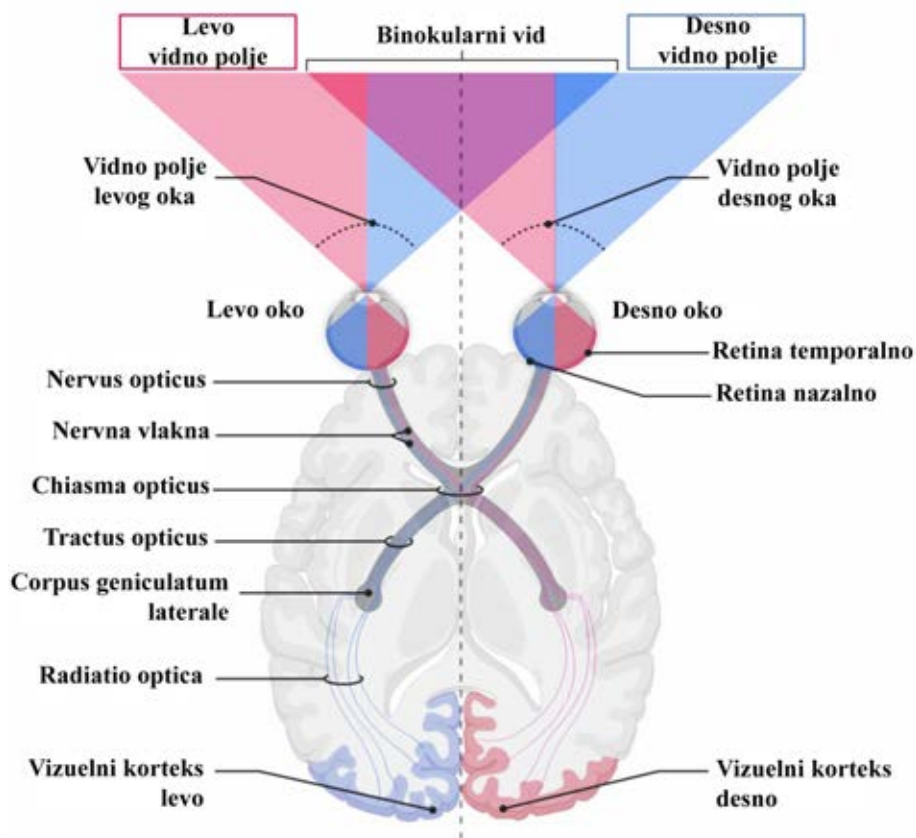
Head Olfactory Nerve Labeled vi.png, Patrick J.Lynch, medicinski ilustrator

II KRANIJALNI NERV

OPTIČKI NERV / VIDNI ŽIVAC / OFTALMIČKI NERV (*nervus opticus* / *fasciculus opticus* / *nervus ophthalmicus*)

Optički nerv ili vidni živac (*nervus opticus* s. *nervus ophthalmicus*) je drugi kranijalni nerv. Reč „optički” po kome je dobio ime, potiče od grčke reči „optikos”, što znači vid, vidik, vidni. *Nervus opticus* predstavlja deo centralnog, a ne perifernog nervnog sistema, zadužen je za spajanje oka sa mozgom. Njegova funkcija je prenos impulsa (vizuelnih informacija) koji se formiraju u mrežnjači (retini), a potom vlakna prenose impulse koji se kasnije u vidnom korteksu (vidnoj kori) mozga interpretiraju kao slika odnosno vid.

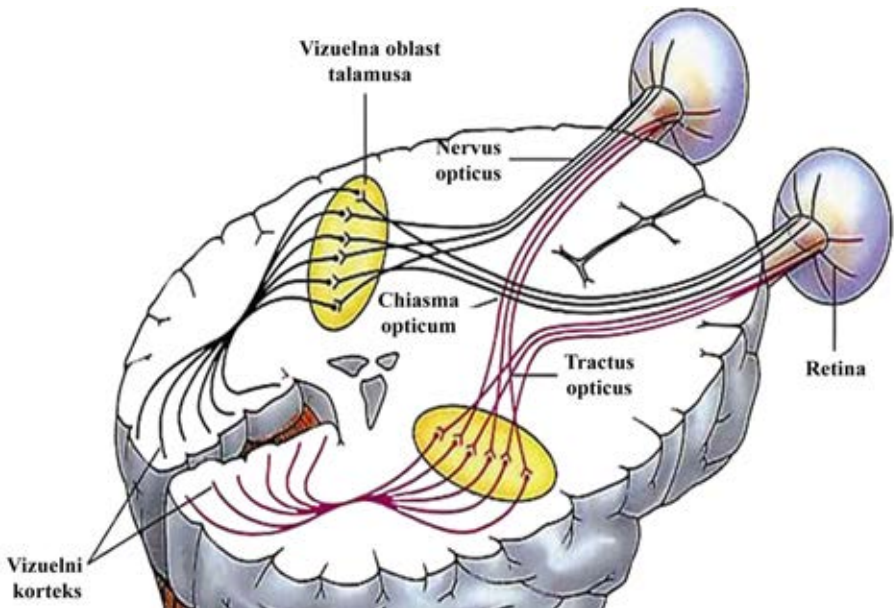
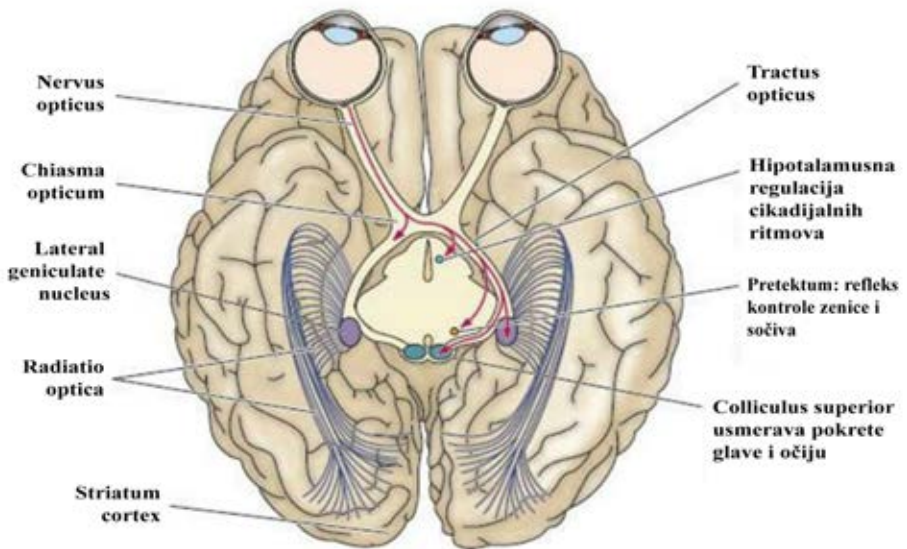




Posmatrajući anatomiju i funkciju optički nerv ili vidni živac se proteže od papile do hijazme, a topografski posmatrano možemo ga podeliti u četiri glavna dela:

- intraokularni deo (deo optičkog diska);
- intraorbitalni deo (proteže se od zadnjeg dela očne jabučice do optičkog kanala);
- intrakanalikularni deo (deo unutar optičkog kanala) i
- intrakranijalni deo (optička hijazma).

VIDNI PUT



Na slikama gore prikazana je projekcija vidnog puta do vidne kore.

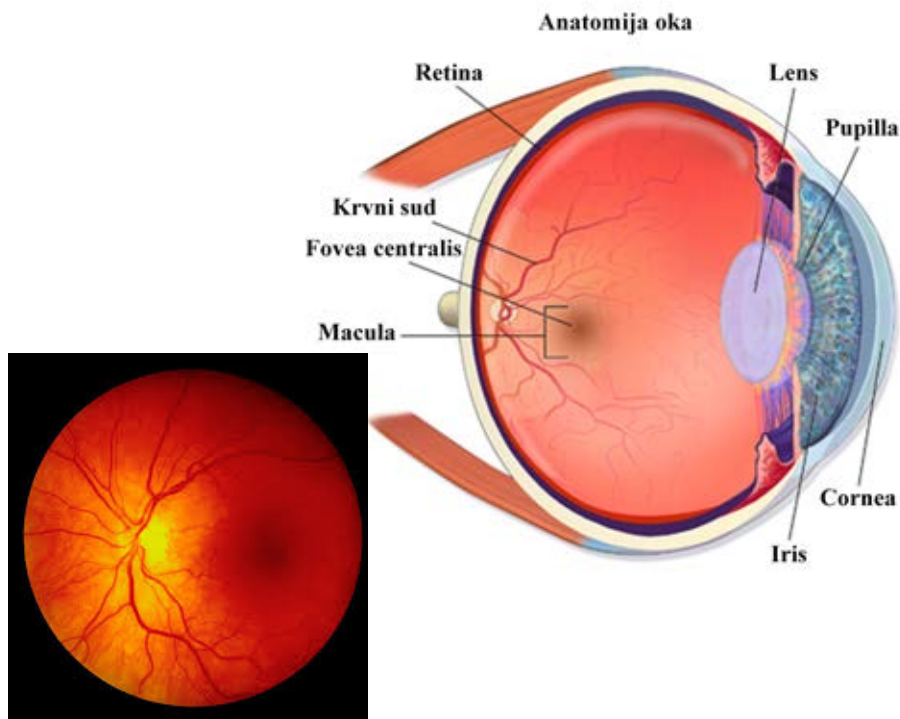
N.opticus (optički nerv ili vidni živac) je sačinjen od 1.2 miliona vlakana, a grade ga aksoni nervnih ćelija koje se nalaze u ganglijskom spoju mrežnjače oka tj. ćelija ganglija mrežnjače. Ove ćelije leže blizu unutrašnje površine retine. U fovei centralis (termin fovea je naziv za jamu, mala centralna jama mrežnjače, koja se nalazi u središnjem delu mrežnjačne žute mrlje, macula lutea) nalaze se usko zbijeni čepići, dok su u ostalom delu i žutoj mrlji štipići.

Fovea je odgovorna za centralnu oštrinu vida (precizan vid u delu u koji je usmeren tzv. fovein vid). Centralna oštrina vida je neophodna za aktivnosti od primarnog značaja za razlikovanje detalja primarne važnosti (npr. čitanje, vožnja i sl.). Ona čini manje od 1% veličine mrežnjače, ali zauzima preko 50% vidne kore u mozgu (Provis J.M. et al., 2013.). Fovea omogućava vid samo dva centralna stepena vidnog polja, što je približno duplo više od odnosa širine palca na dužinu ruke. Ako je predmet veliki i pokriva veliki ugao, oči moraju neprestano premeštati fokus svog pogleda kako bi naknadno unele različite delove slike u foveu (npr. kod čitanja) (Tick S. et al., 2011.). U primatskoj fovei (uključujući i ljude) odnos ganglijskih ćelija i fotoreceptora je oko 2:5. Skoro svaka ganglijska ćelija prima podatke iz jednog čepića, a svaki od njih snabdeva jednu do tri ganglijske ćelije. Iz razloga navedenog oštrina fovealnog vida je ograničena samo gustinom mozaika čepića, a fovea je polje u oku s najvećom osetljivošću za sitne detalje. Čepići u centralnoj jami (fovea centralis) imaju pigmente osetljive na crveno i zeleno svetlo. Oni su putevi patuljastih ćelija, koje takođe podpomažu funkciju visoke oštine vida u fovei centralis (Tick S. et al., 2011., Wen W., 2019.).

Sama fovea centralis je okružena pojasom zvanim „parafovea” i spoljašnjim delom pojasa koji se naziva „perifovea” (Iwasaki M. et al., 1986., Tschulakow A.V., 2018.).

Parafovea je srednji pojas, gde se ganglijski deo sastoji od više od pet slojeva ćelija, sa najvećom gustinom čepića, dok je perifovea najudaljenija regija u kojoj sloj ganglijskih ćelija sadrži dva do četiri podsloja ćelija i gde je oštrina vida ispod najbolje. Perifovea još ima i smanjenu gustinu čepića, sa linijom od 12 sa 100 x100 mikrometara i centralnim udubljenjem od 50 mikrometara. Ovo polje je okruženo velikim perifernim područjem, koje pruža visoko komprimovane informacije niske rezolucije, što je sledeći obrazac kompresije u foveinom nastajanju slike. Otprilike polovina nervnih vlakana

u optičkom nervu nose informacije iz fovee, a preostala polovina iz ostatka mrežnjače. Parafovea se proteže u radijusu od 1.25mm od fovea centralis, a od koje se perifovea nalazi u radijusu od 2.75mm (Provis J.M. et al., 2013.).



Vizuelne informacije ganglijska ćelija mrežnjače, neuron koji se nalazi u blizini unutrašnje površine tj. unutrašnjeg sloja ganglijskih ćelija oka, prima od fotoreceptora putem dva intermedijarna tipa neurona: bipolarnih ćelija i amakrinih ćelija.

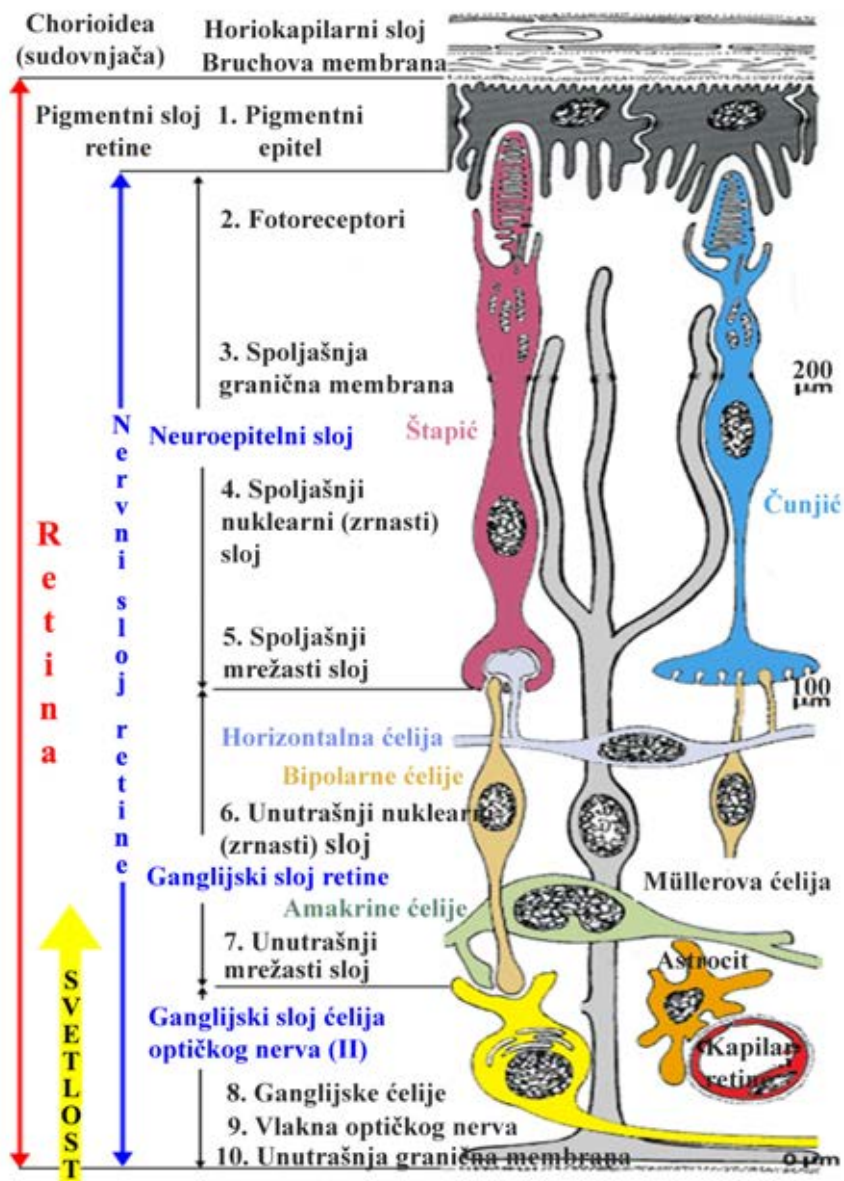
Amakrine ćelije mrežnjače, posebno ćelije uskog polja, važne su za stvaranje funkcionalnih podjedinica unutar sloja ganglijskih ćelija. One deluju tako da ganglijske ćelije mogu uočiti i najmanju tačku koja se pomera na maloj udaljenosti (Dacey M.D. et al., 2003.). Ganglijske ćelije mrežnjače grupno prenose vizuelne informacije koje oblikuju slike iz mrežnjače u vidu akcionog potencijala u nekoliko moždanih regija: talamusu, hipotalamusu, mezencefalonu ili srednjem mozgu. Ganglijske ćelije mrežnjače značajno se razlikuju po veličini, vezama

kao i odgovorima na vizuelnu stimulaciju. Sve one imaju zajedničku karakteristiku, a to je dugačak akson koji se proteže u mozak. Ovi aksoni grade vidni živac, optičku hijazmu i optički trakt. Mali procenat ganglijskih ćelija mrežnjače malo ili uopšte ne doprinose vidu, ali su same fotoosetljive. Ovako grupisani aksoni čine retinohipotalamusni trakt i doprinose cirkadijskim ritmovima i refleksu zenice na svetlosnu draž. Oni utiču na promenu veličine zenice u odnosu na primljenu količinu svetlosti, što nazivamo akomodacija. Nauci je do sada poznato šest tipova neurona mrežnjače: bipolarne ćelije, ganglijske ćelije, vodoravne ćelije, mrežnjačne amakrine ćelije, štapići i fotoreceptori čepića (Krantz J.H., 2012.).

Gigantske ganglijske ćelije mrežnjače su foto osetljive ganglijske ćelije s velikim dendritičkim stablima mrežnjače oka čoveka i majmuna roda makaka, koje su otkrili Dacey et al., 2003.godine. Ove ćelije sadrže foto osjetljivi pigment melanopsin, pomoću kojeg im je data mogućnost da direktno reaguju na svetlost. One takođe primaju impulse od štapića i čepića, omogućavajući im da dekodiraju boju i prostorne informacije. Dacey et al., utvrdili su da su veličine gigantskih ćelija receptivnog polja otprilike tri puta veće od dijametra parasolnih (suncobranastih) ganglijskih ćelija. U svakoj mrežnjači postoji samo oko 3.000 gigantskih ganglijskih ćelija, što čini oko 0.2% od ukupnog broja ganglijskih ćelija mrežnjače (Dacey et al., 2003.).

Pomenuta grupa naučnika je otkrila da kada ove ćelije reaguju direktno na svetlost, njihova funkcija spektarske osjetljivosti je slična kao kod štapića i čepića, ali s vrhom od 482 nm, između S-čepića i štapića. Dacey et al., takođe su utvrdili da je dinamički opseg gigantskih ćelija 3-4 log jedinice, daleko veći od bilo kojeg drugog tipa fotoreceptora. Na taj način pokriva gotovo čitav opseg osvetljenja prirodne dnevne svetlosti. U prirodnim uslovima osvetljenja, odgovori na štapiće i čepiće se stvaraju melanopsinskim odgovorom gigantskih ganglijskih ćelija mrežnjače. Boju dekodiraju putem S-Off-(L + M)-On oponenta. Njihova funkcija prenosa prostorne modulacije je niskopropusna, s gornjom granicom od oko 0.6 ciklusa po stepenu.

Dacey et al., u svojim istraživanjima opisali su da gigantske ganglijske ćelije podstiču podsvesne funkcije „oblikovanja slike” cirkadijalnog fotoentrainmenta i promera zenice, a putem impulsa štapića i čepića mogu pomoći u posredovanju svesne percepcije zračenja (Dacey et al., 2003.).



Na slici je šematski prikazana struktura mrežnjače (retine).

Struktura mrežnjače se sastoji od slojeva naslaganih u radijalnom pravcu (od površine mrežnjače na zadnjem delu oka): s leva ulazak svetlosnih zraka do sasvim desno: gore čepići, a dole štapići.

Slojevi mrežnjače:

1. Jednolaminatni sloj fotoreceptorskih ćelija glutamatergičnih čunjića (čepića) unutar žute mrlje, periferno pričvršćen na pigmentni epitel ispod mrežnjače;

2. Spoljašnji pleksiformni sloj formiran od horizontalnih ćelija H1 i H2;

3. Unutrašnji sloj jezgra (interni sloj jedra) formiran od bipolarnih ćelija i GABA-ergičnih glicinergina više vrsta: periferne bipolarne ćelije, specifični štapići i centralne bipolarne ćelije, specifični čunjići (čepići) koji se dele na četiri podklase: difuzne, gigantske, patuljaste i S-čunjiće (S-čepiće);

4. Unutrašnji pleksiformni sloj, formiran od amakrinih ćelija;

5. Ganglijski sloj ćelija (ima ih više od dvadeset vrsta) čiji se aksoni, kojih ima približno oko 1.25 miliona, ekscentrično spajaju na optički disk (uključujući istovremeno i manje slojeve i nefotosenzitivne ćelije) formirajući tako optički živac.

Pored navedenog mrežnjača ima i dvostruku arhitektonsku organizaciju: kružnu (radijalnu) i tangentnu. Radijalne mreže definišu fotoreceptori, bipolarne ćelije, kao i neke amakrine ćelije unutrašnjeg pleksiformnog sloja i gangliona, dok ćelije unutrašnjeg i spoljašnjeg pleksiformnog sloja grade tangentne mreže (Wandell B.A., 1995., Taylor W.R. et al., 2004., Meister M. et al., 1999.).

Tranzicija iz noći u dan prati povećanje intenziteta svetla od 50 milijardi puta. Da bi se prilagodili ovom značajno dinamičnom rasponu, mrežnjača sisara ima dve vrste fotoreceptora, štapiće i čepiće. Štapići, kao što je već ranije rečeno, omogućavaju noćni vid jer su vrlo osetljivi i na najmanje osvetljenje, ali se u sumraku brzo zasite. Čepići onda preuzimaju ulogu glavnih fotoreceptora. U zavisnosti od intenziteta svetlosne draži, a kako bi se osigurao prenos fotona svetla, angažuju se tri delimično različita fotoreceptora, a prenos akcionog potencijala obezbeđuje se sa ganglijskih ćelija (Bloomfield S.A. et al., 2001.).

Pri dnevnom gledanju fotorecepcija se uglavnom odvija u centralnom delu žute mrlje pri čemu se aktiviraju i sukcesivno povezuju hemijske sinapse:

PROSTORNA STIMULACIJA (on i off centri mrežnjače):

epići → bipolne ćelije ON / OFF → ganglijske ćelije ON / OFF.



Nakon prezentacije svetlosnih zraka u centru receptivnog polja između vremena T1 i T2, na hiperpolarizovani čepić i štapić glutamat u manjim količinama, dolazi do postupnog aktiviranja ćelije u ON bipolarnom centru i dipolne inaktivacije bipolarnih ćelija u OFF centru.

Ovi suprotno bipolarni odgovori se objašnjavaju činjenicom da se oni ispoljavaju na površini raznih glutamat receptora (GLU): ON bipolarne ćelije imaju metabotropne glutamatne receptore u kombinaciji sa G proteinom (mGluR6). Za razliku od njih, OFF bipolarne ćelije ispoljavaju inotropne receptore (AMPA, kainatne). Receptori mGluR6 zatvaraju Na⁺ kanale na taj način hiperpolarizuju ćelije. Ali, ovde smanjenje glutamata izaziva suprotnu dipolnu aktivaciju (Hall J.E. et al., 2006.).

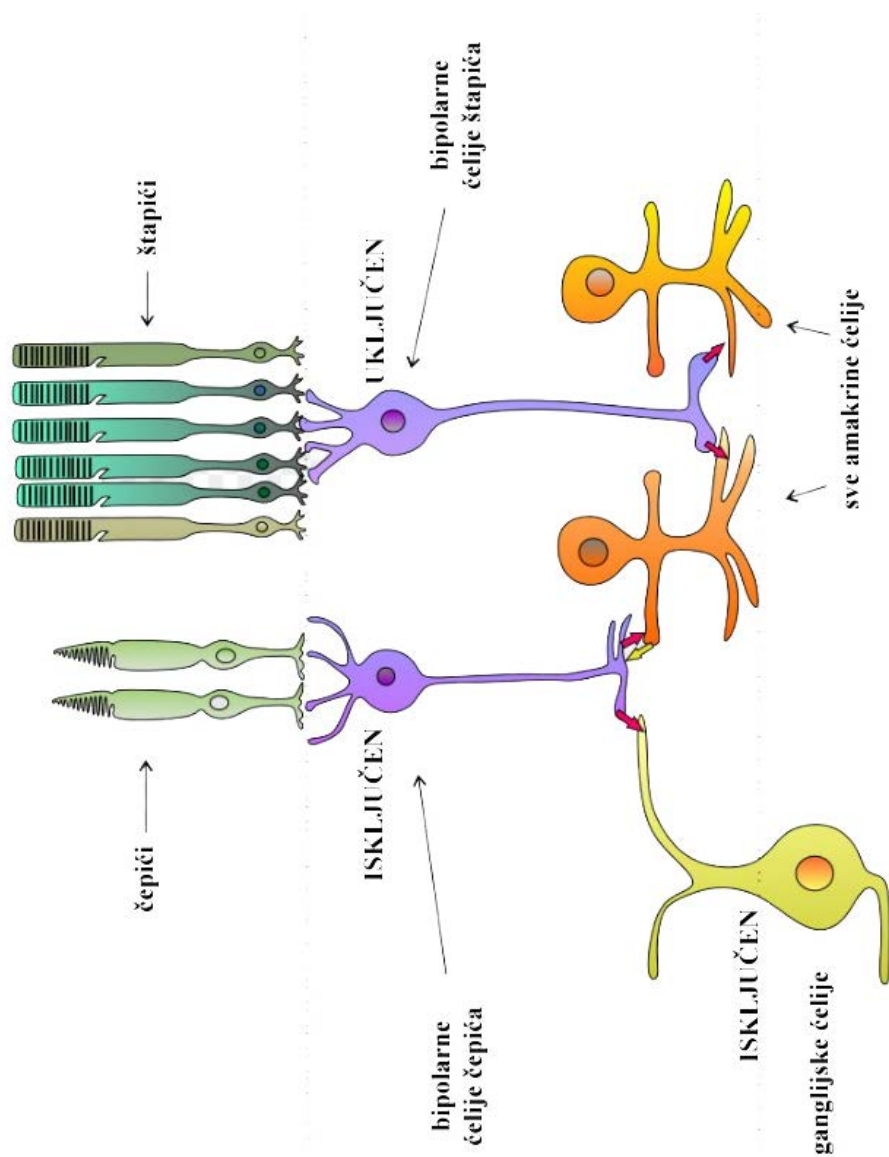
Postoji i funkcionalna veza između bipolarnih ćelija čepića ON/OFF i ganglijskih ćelija ON/OFF. Kupaste bipolarne ćelije (čepići) su jedan od tri tipa fotoreceptorskih ćelija koje se nalaze u središtu receptivnog polja. One ocenjuju električne odgovore. U retini, ganglijske ćelije su zadužene samo za odgovore na akcione potencijale (Hall J.E. et al., 2006.).

Za noćni vid (skotoptički vid ili skotoptičko gledanje) odgovorni su štapići smešteni uglavnom u perifernoj zoni (Bloomfield S.A. et al., 2001.).

Štapići sukcesivno povezuju hemijske i električne sinapse: štapići, ON bipolne ćelije, amakrine ćelije A (II) i specifične bipolarne ćelije čepići (čunjići) i ganglijske ćelije ili direktno iz ćelija OFF ganglija u specifične čepiće (čunjiće). Drugim rečima, centralni čepići (čunjići) su u stanju mirovanja, a bipolni i ganglijski čepići (čunjići) stimulišu periferne štapiće preko amakrinih ćelija → čepići c. bipolarni ON → štapići c. sve amakrine → c. akson. → bipolni čepić c. ganglijski ON/OFF što je šematski prikazano na str.175, a opisuje se na sledeći način:

Štapić se sastoji od četiri sinaptičke veze sa dve jake konvergentne tačke: 20 do 50 štapića konvergiraju na svakoj bipolarnoj ćeliji štapića (CBB) i od 20 do 25 CBB približava se svakoj amakrinoj ćeliji AII. Sve u svemu, signali od najmanje hiljadu štapića konvergiraju u jednu ćeliju ganglionu. Osim toga, štapići mogu odgovoriti na stimulaciju jednog fotona, a potrebno je najmanje stotinu fotona da bi se dobio odgovor iz čepića. Ova organizacija značajno povećava amplitudu signala i osigurava dobru osetljivost pri slabom osvetljenju. Na svetlu, štapići kao i čepići (čunjići) se repolarizuju srazmerno intenzitetu svetla. U tom slučaju prenos na bipolarne ćelije je postepen i bez praga. Ovo se dešava samo iz retine ganglijskih ćelija koje stvaraju akcioni potencijal (Taylor W.R. et al., 2004.).

Prikaz štapića u skotopičnom gledanju



Viđenje u sumraku uključuje periferne štapiće koji kroz horizontalne sinapse aktiviraju centralne čepiće (čunjiće), koji bi inače u ovoj situaciji mirovali zbog niskog intenziteta svetlosti. Rezultat ovoga je održavanje aktivnosti mreža koje su uključene u viđenje na dnevnoj svetlosti (vid po danu). Ovaj tip mreže je pretežno tangentni, a ne radijalni. On je takođe delom odgovoran za gubitak ugaone rezolucije uključujući i gubitak razlikovanja boja prilikom gledanja tamnih područja slike, čak i na dnevnom svetlu (Adel K.A., 2006.).

Retino-tektalni sistem relej: gornji kolikulus bez projekcija na korteks	Genikulo-prugasti sistem releji: bočno kolenasto telo sa projekcijom na primarni vidni korteks (prugasti korteks i V1)
PERIFERNA MREŽNJACA	CENTRALNA MREŽNJACA
Aktivacija štapića	Aktivacija čepića (čunjića)
Odnosi konvergencije	Odnosi pojedinačne aktivnosti
Ganglijski tip M (megaćelijski: veliko, široko polje prijema, fazna adaptacija)	P-tip ganglija (parvoćelijski: mala veličina, malo polje prijema, tonirana adaptacija).
Visoka osjetljivost	Niska osjetljivost
Mala snaga diskriminacije	Visoka oštrina vida
Obrađuje informacije o pokretima	Obrađuje informacije koje se odnose na oblik i boju
Uloga: Otkrivanje informacija	Uloga: Potvrđivanje informacija

Za razliku od kamere, mrežnjača ne šalje sliku jednostavno u mozak. Ona je prostorno kodira, kako bi mogla stati u ograničeni kapacitet vidnog nerva date osobe. Kompresija je neophodna, zato što postoji 100 puta više fotoreceptorskih od ganglijskih ćelija što uklanja i menja korelaciju dolaznih slika. Kao što je ranije opisano, postoje dve vrste centara koje okružuju strukture u mrežnjači: ON i OFF centri. ON centri imaju pozitivno aktiviran centar i negativno aktiviranu okolinu, dok su OFF centri suprotno usmereni. Pozitivno aktiviran (pozitivan podražaj) se zove ekscitacija, a negativno inhibicija. Ovi centri nisu fizički vidljivi da bi se npr. bojenjem uzoraka tkiva ili ispitivanjem anatomije mogli detektovati. Oni su centri logičke strukture (tj. matematički sažetak) u tom smislu da zavise od jačine i kvaliteta veze između bipolarnih i ganglijskih ćelija. Smatra se da je snaga veze između ćelija uslovljena brojem i vrstom jonskih kanala ugrađenih u sinapse između ganglijskih i bipolarnih ćelija (Meister M. et al., 1999., Rodieck R.W., 1965., Wandell B.A., 1995.).

Kao što programeri periferne strukture, koje su matematički ekvivalent algoritama rubne detekcije, koriste kako bi izdvojili ili pojačali rubove na digitalnoj fotografiji, tako i mrežnjača poboljšava detekciju rubova objekata unutar svog vidnog polja. Na primer, rubovi slike čiji su elementi kuća, pas i mačka sadrže najviše informacija. Za više funkcije mozga (programerskih računara) izdvajanje i klasifikacija navedenih objekata, neophodno je da mrežnjača najpre diferencira različite objekte datog ukupnog vidnog polja. Programerski posmatrano pomenuto znači da je matrica u centru računarskog algoritma koji implementira rubnu detekciju. Ona je ekvivalent strukturi koja okružuje centar. Navedeni primer potvrđuje da bi svaki elemenat unutar matrice bio povezan sa jednim fotoreceptorom, a u središtu bi bio receptor koji se trenutno obrađuje. Središnji fotoreceptor je pomnožen s+1 faktorom težine. Okolni fotoreceptori su „najbliži susedi” centru i pomnoženi su s-1 / 8 vrednosti. Od tih elemenata, izračuna se konačni zbir od devet. Sumacija se ponavlja za svaki fotoreceptor u slici, premeštanjem u levo do kraja reda, a zatim prema dole na sledeći red. Kada su svi ulazi od devet fotoreceptora iste vrednosti, ukupni zbir ove matrice je nula. Rezultat nula ukazuje da je slika unutar tog malog dela ujednačena, tj. ne menja se. Negativni ili pozitivni zbirovi znače da se nešto menjalo unutar tog malog dela od devet fotoreceptora (Wandell B.A., 1995., Dawkins R., 1986., Goodale M.A., 2011.).

Šematski prikaz zbirova unutar devet fotoreceptora:

-1/8	-1/8	-1/8
-1/8	+1	-1/8
-1/8	-1/8	-1/8

Ovako opisana matrica je samo približna slika onoga što se stvarno događa unutar mrežnjače. S toga bismo, kada opisujemo ovu funkciju mrežnjače, morali imati na umu sledeće:

1. navedeni primer se zove „uravnoteženi”. Pojam uravnotežen znači da je zbir negativnih jednak zbiru pozitivnih vrednosti, kako bi se u potpunosti poništile. Ganglijske ćelije nisu gotovo nikada savršeno uravnotežene;

2. tabela je četvorougona, dok su okolne strukture mrežnjače kružne;

3. neuroni deluju pod uticajem impulsa koji putuju niz aksonne nervnih ćelija, a kompjuteri se baziraju na jednom broju koji je u osnovi konstanta pojedinog unosa piksela. Pri tom je računarski piksel u osnovi ekvivalent biološkog fotoreceptora;
4. retina sve račune obavlja istovremeno, dok računar obrađuje svaki piksel pojedinačno, nema ponavljanja i nameštanja računa kao u računar;
5. vodoravne i amakrine ćelije imaju takođe važnu ulogu u ovom procesu.

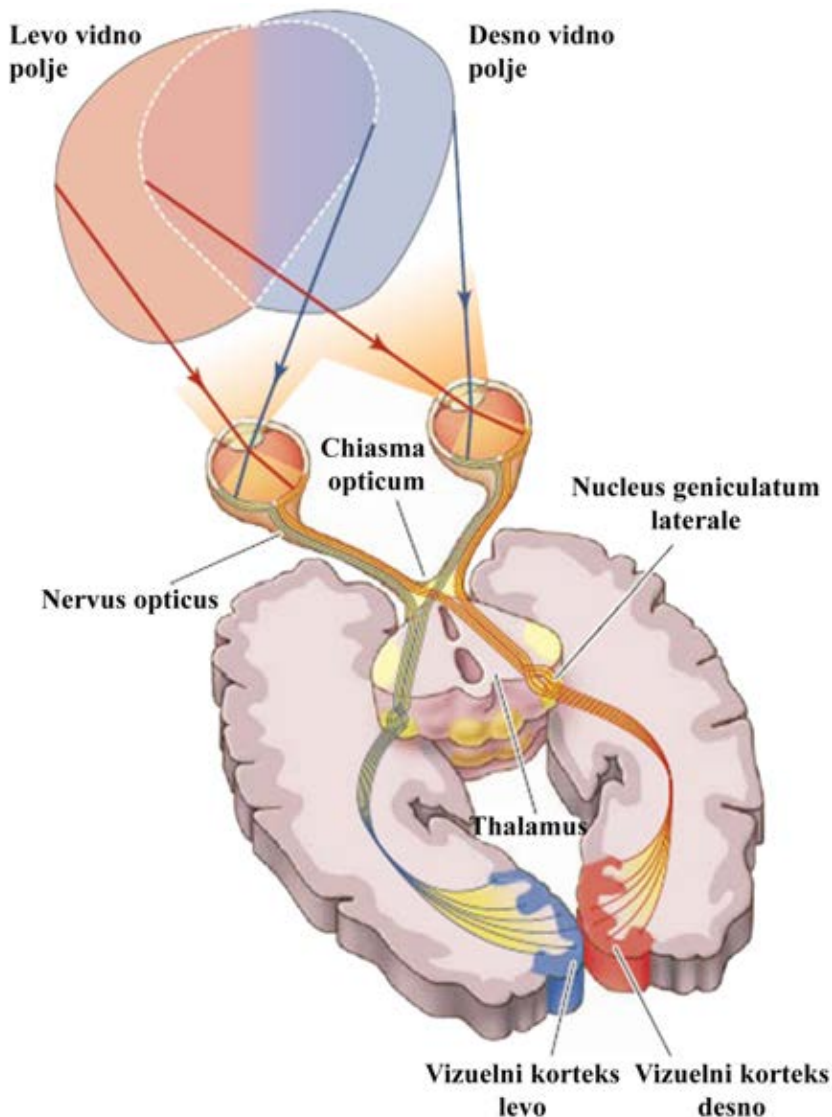
U odnosu na ranije navedeno trebamo imati na umu da i pored toga što je vidni živac zaslužan za prijem svih vrsta vizuelnih informacija, ovaj nerv nam omogućava i percepciju svetlosti, boje i kontrasta.

Nervus opticus je takođe odgovoran za pupilarni refleks (refleks svetlosti) i refleks akomodacije. Oba ova refleksa su neurološka aktivnost ovoga nerva. Pupilarni refleks nam omogućava da zenice propuštaju određenu količinu svetlosti, a u skladu sa tim refleks akomodacije je odgovoran za prilagođavanje i izoštravanje slike ispupčenjem očnog sočiva. Očno sočivo je smešteno iza šarenice (dužica oka ili lat. iris je mišićna opna koja se nalazi između rožnjače i sočiva). Očno sočivo je prozirne bikonveksne strukture, površine izbočene prema spolja. Menjajući žarišnu udaljenost prilikom gledanja menja se zakrivljenost sočiva koja omogućava da se u mrežnjači formira stvarna i oštra slika posmatranog objekta. Za količinu propuštene svetlosti je zadužena zenica koja se vidi kao okrugla crna rupa u središtu šarenice (obojenog dela oka). Nju možemo uporediti sa otvorom na kameri. Zenica je zapravo mišić koji reaguje na spoljašnje podražaje kako bi regulisala količinu svetlosti koja ulazi u oko. Nju čini: radijalni deo ili dilatator sastavljen od vlakana postavljenih u vidu žbica na točku, zenicu može proširiti i do 8mm, i cirkularni mišić ili sfinkter koji se sastoji od vlakana u obliku prstena, zenicu može suziti do 2mm širine. Jako osvetljenje izaziva suženje zenice kako bi se smanjila količina svetla koja pada na mrežnjaču, u situaciji smanjene količine tj. prigušene količine svetlosti, zenice se šire što omogućava da više svetla uđe u oko do mrežnjače i time poboljša vid (Taylor W.R. et al., 2004., Goodale M.A., 2011.).

Nakon prostornog šifriranja slike u perifernim strukturama, signal se šalje iz optičkog nerva (putem aksona ganglijskih ćelija) preko hijazme glavnog vidnog nerva do lateralnih genikulatnih jedara (LGN).

Tačna funkcija LGN još nije poznata. Signal iz LGN tada putuje do primarne vidne kore ili Brodmanovog polja 17 (Brodmann's area 17, V1 korteks) (Bloomfield S.A. et al., 2001.).

Pojednostavljeni put signala se može prikazati na sledeći način: foto-receptori→bipolarne ćelije→ganglija→hijazma→LGN→V1 korteks (kora velikog mozga).



Vizuelni put iz drugog ugla

Kao što je već u ranijem tekstu rečeno vidni živac anatomski gledano je deo oka, smatra se delom središnjeg nervnog sistema. Po Kyrenyonu za razliku od ostalih kranijalnih nerava, optički nerv odnosno n.opticus je obavijen moždanim opnama i likvorskim prostorom sve do očnog bulbosa (lamina cribrosa sclere).

Naime na svom putu kroz očnu duplju i kanal optički nerv ima spoljašnju ovojnicu (vagina externa nervi optici), koju grade produžeci tvrde moždane opne (dura mater), kao i unutrašnju ovojnicu (vagina interni nervi optici), koju grade paučinasta i meka moždana opna (arachnoidea mater et pia mater). Između pomenutih omotača se nalaze tzv. intervaginalni prostori.

Put vidnog živca na oba oka jednako polazi sa zadnjeg dela očne jabučice, preciznije od optičkog diska ili papile optičkog živca (discus nervi optici) na mrežnjači oka. Receptori optičkog nerva su čepići i štapići koji se nalaze u najdubljim slojevima retine, odvojeni su od sudovnjače pigmentnim slojem ćelija što čini prvi neuron. Vlakna ganglijskih ćelija konvergiraju prema papili što predstavlja mesto najoštrijeg vida i naziva se macula. Na oko dva prečnika papile u pravcu temporalno od nje je locirana slepa tačka (optički disk ili glava živca), u kojoj, kao što je već ranije napomenuto, ganglijske ćelije mrežnjače napuštaju oko.

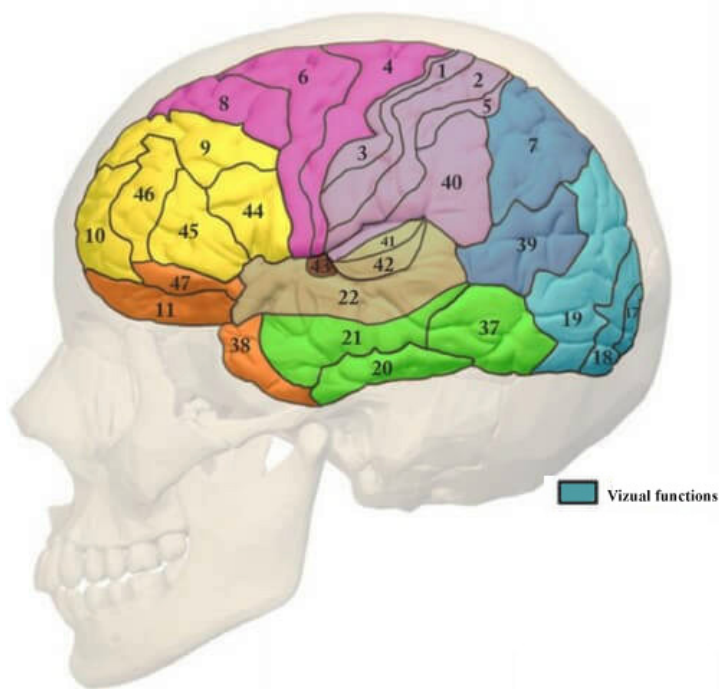
Na ovoj površini ne postoje fotoreceptori, a rezultat toga je da ljudi imaju prirodno slepu tačku. Potom optički nerv prolazi kroz beonjaču (sclera) i šarenicu (chorioidea) koso unazad vijugavo kroz masno tkivo očne šupljine. U predelu njenog vrha ulazi u koštani optički kanal (canalis opticus). Neposredno pre ulaska u koštani kanal kroz foramen opticum, optičkom nervu se pridružuju središnja arterija mrežnjače (a.centralis retinae), a zajedno sa njim u kanal ulazi i oftalmička arterija koja potiče od unutrašnje karotidne arterije i grana je a.cerebri medije, što se najčešće navodi kao potencijalno mesto nastanka aneurizmi.

Na dalje optički nerv se pruža malo prema unutra do tzv. optičke raskrsnice odnosno hijazme (chiasma opticum). Ona predstavlja deo mozga u kome se ukrštaju deo vlakana desnog i levog vidnog živca. Smeštena je sa donje strane mozga, neposredno ispod hipotalamusa. Vlakna ovog nerva, koja polaze iz unutrašnje polovine mrežnjače (nosni

deo), se u hijazmi ukrštaju i prelaze na suprotnu stranu, dok temporalna vlakna, koja potiču iz slepoočne regije tj. spoljašnjeg dela mrežnjače, ostaju neukrštena i idu u istostrani trakt do corpus geniculatum laterale u diencefalonu koji je ujedno drugi neuron (Colman A.M., 2006., Radojičić B.M., 2011.).

Od optičke raskrsnice, hijazme, polazi vidni put (tractus opticus) koji sadrži vlakna iz spoljašnje polovine mrežnjače istostranog oka i unutrašnje polovine mrežnjače oka suprotne strane. Medijalna vlakna tractus optica (colliculus superior laminae quadrigeminae) delimično obuhvataju pedunkule i potom ulaze u corpus geniculatum laterale. Nekoliko vlakana odlaze u mezencefalon i čine deo refleksnog puta zenice koji je povezan sa odgovarajućim jedrima: n.oculomotoriusom koji je zadužen za refleksno suženje zenica, n.facialisom zaduženim za refleks žmirkanja, ekstrapiramidnim jedrima odgovornim za odbrambene pokrete, jedrima kičmene moždine C8 Th2, zaduženim za refleks širenja zenica. Pulvinar se opisuje kao deo koji najverovatnije igra ulogu u percepciji prostora (stereopsija odnosno stereopsis). Drugi aksoni ćelija corpus geniculatum laterale grade radiatio optica koja se proteže u blizini spoljašnjeg zida bočne komore. Vlakna idu prvo lateralno potom ubrzo gornja vlakna skreću prema nazad, a donja vlakna, koja potiču iz donjeg kvadranta retine i grade petlju koja se naziva Cushingova ili Meyerova petlja (oštećenje uzrokovano tumorom ili vaskularnim oboljenjima npr. aneurizmom dovodi do ispada vidnog polja u gornjem spoljašnjem kvadrantu), idu napred u prednji deo temporalnog režnja oko donjeg roga bočne komore i pre nego što skrenu unazad spajaju se (tj. udružuju se) sa gornjim vlaknima. U daljem toku lateralna vlakna se prekidaju u dijencefalonu odakle produžavaju kao tractus geniculooccipitalis (radiatio Gratioleti). Potom ih put vodi u okcipitalni režanj, odnosno deo zadnjeg kraka capsule interne, gde završavaju u vidnoj kori (area striata fissure calcarinae) 17 polje po Brodmanu, primarni kortikalni vidni centar (Brodmann area 17, V1 korteks) što ujedno predstavlja treći neuron.

Iz navedenog može se zaključiti da hijazma predstavlja cerebralnu strukturu koja ima veoma važnu ulogu prvenstveno u obradi vizuelnih informacija, a takođe je i veoma važna u procesu dijagnostike i prognoze tokom mnogih stanja u neurologiji (Susan S. yp. 2009., Јовановић С.В. i sar., 2000., Radojičić B.M., 2011., Hall J.E. et al., 2006.).



Pregled

a) Oštrina vida zavisi od: osetljivosti retine na svetlost (prag intenziteta), od minimuma visibile i sposobnosti da se uoče kao dve odvojene međusobno bliske tačke ili crte iz kojih zraci padaju u oko pod uglom većim od 1 minuta. Znači da bi se videle kao dve tačke potrebno je da zraci koji dolaze iz njih padaju na dva stubića (coni) koji su odvojeni najmanje jednim nenadraženim stubićem što se dešava kada zraci padaju na mrežnjaču pod uglom od 1 minute, „minimum separabile”, za predeo fovee.

Za pregled je dovoljno da pacijent čita neki tekst za blizinu znatno je angažovana akomodacija, za daljinu proveravamo da li vidi tekst koji mu se pokaže. Preciznije se oštrina vida određuje optotipom, a u koliko je više oštećen oštrina vida se ispituje prepoznavanjem prstiju ili svetla i tame.

b) Vidno polje: je projekcija celokupnog optičkog dela retine u prostoru (polje koje možemo obuhvatiti pregledom nepokrećući oči vidi u oftalmologiji).

Oštećenje vida

AMBLYOPIA ili slabovidost (lenjo oko) je senzorni poremećaj bez oftalmološki vidljivih uzroka. Nastaje zbog nemogućnosti razvoja oštine vida na jednom ili oba oka. Ambliopija se ne može korigovati korekcionim staklima. Incidenca ambliopije u populaciji iznosi 2 - 6% (Stark N. et al., 1996.). Studija koju su sprovedi Atebo i saradnici 1998. godine dokazala je da je ovaj poremećaj prisutan kod 3.2% odraslih, i to zbog anizometropije u 50%, strabizma u 19%, zbog udruženog strabizma i anizometropije u 27% i zbog deprivacije vida u 4% slučajeva (Attebo K. et al., 1998.).

AMAUROSIS (gubitak vida) može nastati na jednom ili oba oka, najčešće se gubitak vida razvija u kratkom vremenskom intervalu, subakutno ili akutno. Uzrok amauroze može biti: katarkta (zamagljenje očnog sočiva), dijabetes mellitus (dijabetična retinopatija), glaukom (uzrokuje veliki broj bolesti u sklopu kojih se razvija povećanje intraokularnog pritiska što za posledicu ima oštećenje vidnog živca te sledstveni gubitak vida), oštećenje očnog živca različite prirode bilo da se radi o upalnim ili infektivnim procesima, demijelinizacija (kod Sclerosis multiplex), makularna degeneracija, retinitis pigmentosa (progresivna nasledna bolest oka koju karakteriše smanjena sposobnost mrežnjače da reagije na svetlosnu draž), moždani udar kod mehaničkih povreda i dr. (Davis M.C. et al., 2013.).

HEMERALOPIA (od grčkog ημέρα hemera , «dan» i αλαός alaos, «slepoća») je nemogućnost jasnog vida pri jakom svetlu tj. hemeralopija se može opisati kao nedovoljna prilagođenost na jako svetlo. Naziva se još i „heliofobija” ili „dnevno slepilo” (N.Ohba et al., 2006.).

NYCTALOPIA predstavlja nedostatak oštine vida u uslovima smanjenog osvetljenja tzv. noćno slepilo. Niktalopija nije potpuni nedostatak vidne oštine noću, kao što mu samo ime govori. Reč je isključivo o sniženoj oštini vida noću tj. u uslovima slabijeg osvetljenja. Znači smanjena adaptacija vida na tamu uzrokovana poremećajem u ćelijama mrežnjače. Ona se bitno razlikuje od daltonizma tj. slepoće na boje. Niktalopija nije poremećaj sam za sebe, već je simptom određenog stanja. Uvek je praćeno i gubitkom perifernog vida jer su to dve osnovne funkcije štapića. Kao takav može se javiti u svim starosnim dobima, čak i kod male dece. Niktalopija može biti stečena ili urođena. Najčešće pominjana stanja kao uzrok noćnog slepila su: jedan je od prvih

simptoma nedostatka vitamina A i često se razvija kod: pothranjene dece, katarakte (osobe sa kataraktom imaju često probleme sa čitanjem, prepoznavanjem lica, vožnjom automobilom i sl.), kratkovidosti (kada noćno slepilo može biti uzrokovano neadekvatnim korigovanjem kratkovidosti), korišćenje određenih lekova što se može prepoznati po određenim kliničkim simptomima i znacima kao što su suženje zenica i sl. što daje poteškoće sa noćnim vidom i dr. (Witzel C.A. et al., 1977., N.Ohba et al., 2006.).

SCOTOM (reč grčkog porekla i znači tama) je područje smanjenja ili potpunog gubitka oštine vida (ispadi u vidnom polju), okruženo poljem normalnog ili relativno očuvanog vida. Zdravo oko sisara fiziološki i anatomski gledano ima skotom u vidnom polju, naziva se slepa mrlja. To je područje, opisano u ranijem tekstu, koje se naziva optički disk, polje bez fotoreceptora, mesto gde aksoni ganglijskih ćelija mrežnjače formiraju vidni živac.

Skotom je ograničeni defekt u vidnom polju sa pravilnom ili nepravilnom mrljom različite lokalizacije: trepćući ili svetleći skotomi, vizuelni skotomi (scotoma scintillans) najčešće počinju kao mrlja (pacijent ih opisuje kao zamagljenje u vidnom polju) trepćućeg svetla u centru vidnog polja koja se postepeno širi u vidu svetlucavog luka belog ili raznobojnog svetla. Treptanje može nastati zbog promena na živcima ili češće spazma krvih sudova u mozgu. Ovaj oblik skotoma traje najčešće 5 do 20 minuta ali ne duže od 60 minuta. Takođe vizuelni skotomi (amaurosis fugax) najčešće prethode migreni ređe nekom drugom obliku glavobolje, a vrlo često su uvod u epileptički napad. U navedenom slučaju nazivamo ih aurom. Aura se smatra simptomom, a ne medicinskim stanjem, i ne povezuje se sa patologijom određenih struktura oka kao ni sa očekivanjem deficita. Ukoliko se često javljaju i duže traju mogu ukazivati na povećan rizik od moždanog udara. Kao uzrok ovoga tipa skotoma opisuju se još i stres, pušenje, alkohol, hormonski poremećaji, svetlosna draž, nedovoljan san, intolerancija na neku hranu i dr. Definicija vizuelnog skotoma, kao što se vidi iz navedenog, je slična onoj koja opisuje vizuelnu auru. U principu se radi o benignoj kliničkoj manifestaciji prolaznog karaktera, ali se mora imati na umu kada se radi o oftalmologiji, da se ne zameni sa promenama na oku, a koje se odnose na podizanje staklastog tela oka, promenama na receptorima, cilijarnim i retinalnim arterijama, optičkom živcu i drugim povezanim tkivima. Ukoliko se javljaju često ili traju duže,

kao i što mogu biti udruženi sa vrtoglavicom, afazijom, trnjenjem i sl. neophodno je pored oftalmološkog pregleda uraditi i pregled neurologa. U pomenutim situacijama potrebno je posebno obratiti pažnju na pregled karotidnih arterija i diferencijalnu dijagnostiku kako bi se isključili epileptički napadi (Hayreh S.S., 2011.).

Aura uzrokovana promenama na mrežnjači (retini) se javlja uglavnom samostalno. Ona je najčešće jednostrana u obliku vizuelnog deficita koji može biti pozitivan i negativan, kada na mrežnjači formirani objekat ne postoji. Jednostrana lokalizacija je važna u dijagnostici ove aure koja može da traje oko jedan sat, a najčešće je posledica embolije, vrlo retko je migrenska.

Negativna vizuelna aura se smatra sekundarnom pojavom embolizacije, obično se odnosi na amaurosis fugax. Izostanak vida se u ovom slučaju može ili ne mora širiti vidnim poljem. Retinalna migrena može rezultirati i s tim tipom vizuelnog deficita (negativna aura), pri čemu se može registrovati i pozitivan skotom i slepoća. Klinički embolija može ali i ne mora biti povezana sa glavoboljom. Takođe, ovo stanje kod starijih osoba prati hronicitet kardiovaskularnih bolesti dok se kod mlađih osoba bez kardiovaskularnih bolesti vezuje češće za migrenski tip glavobolje.

Skotomi koji nisu vezani za retinu mogu se javiti i na nivou fotoreceptora / RPE. U mirnom stanju mrežnjača je depolarizovana, stanje koje zahteva energiju. RPE može biti povezana sa proizvodnjom energije, što može rezultirati lokalnim područjima permanentne hiperpolarizacije zahvaćenih čepića i štapića. Rezultat pomenutog je konstantno svetlućanje koje može trajati mesecima, u nekim slučajevima i godinama. Pozitivni dugotrajni svetlucajući skotomi se kao prateći simptom javljaju u nekim oblicima retinopatije povezane sa karcinomom, retinitis pigmentozom ili nekim drugim retinalnim upalama i degeneracijama (Adel K.A., 2006.).

Skotomi vezani za bolesti optičkog živca, gubitak vida bez migrene mogu se javiti u poremećajima vezanim za centralne retinalne arterije ili je prateći simptom posteriorne arterijske bolesti. Optički živac po pravilu, proizvodi neformalne skotome koji su najčešće negativni, vrlo retko pozitivni. Embolija centralne retinalne arterije uzrokuje negativan skotom. Deficit se može pojaviti na nekoliko sekundi ili može trajati do 20 ili 30 minuta. Iako se klinički u ovim slučajevima najviše pažnje

poklanja emboliji, treba imati na umu i uzroke vezane za arterije i to prvenstveno vidnu arteriju (a.ophthalmica) ili neku njene granu (Kier E.L. et al., 2003.).

Na dalje uzrok pojave skotoma može biti i vertebrobazilarna disfunkcija. U tom slučaju javljaju se češće negativni bilateralni skotomi, a vrlo retko se viđaju pozitivni skotomi. Pozitivan vizuelni fenomen u vertebrobazilarnoj disfunkciji opisuje se često kao „padajući sneg kroz zrak svetlosti”. On može trajati nekoliko minuta ili duže, a najčešće je povezan sa ostalim simptomima kao što su tinitus (zujanje u ušima), vrtoglavice, smanjenje pažnje i dr.

Uticaj cerebralnih hemisfera na vizuelnu auru može biti rezultat moždanog oštećenja koje se u velikom broju sličajeva povezuje sa embolijom, migrenom ili epileptičkim napadima. Kortikalna aura je najčešće bilateralna, traje od nekoliko sekundi do sat vremena, a zavisno od lokalizacije zahvaćenog područja u moždanoj kori, aura će zauzimati različite površine u vizuelnom polju.

Bilateralni centralni skotomi su uzrokovani tumorom lokalizovanim ispod i iza hijazme (mesto gde se ukrštaju vlakna macule lutee, žute mrlje). Jednostrani centralni skotom je posledica gubitka makularnog vida usled aksijalnog neuritisa jednostrano ili obostrano (Davis M.C. et al., 2013.).

Prisutnost skotoma može se dokazati subjektivno, pregledom, tako da se pokrije jedno oko, dok se naloži pacijentu da drugim okom pažljivo fiksira jednu tačku. 15° lateralno i vodoravno od tačke fiksacije stavi se predmet. Širina skotoma pri monokularnom gledanju iznenađujuće je velika, obuhvata čak 5x7° vidnog ugla.

Skotomi mogu biti: pozitivni ili subjektivni kada osoba uočava promene u vidnom polju, otkriva ih sam pacijent i negativni ili objektivni koje osoba ne opaža odnosno ne vizualizuje crne tačke u svom vidnom polju, oni se otkrivaju na pregledu. Takođe mogu biti privremeni i javljati se u određenim vremenskim intervalima, što je češće, i stalni tj. trajni (Fletcher D.C. et al., 2012.).

Skotomi mogu nastati zbog nepotpune lezije ispred hijazme i tada mogu biti praćeni i suženjem perifernog vidnog polja. Slepilo na jednom oku nastaje usled lezije fasciculus opticus sa očuvanom konsenzualnom zenicom, npr. kod traume. Obostano slepilo nastaje usled lezije hijazme

u čeonom pravcu koje ide uz gubitak reakcije zenice, dok kod obostrane lezije aree striate okcipitalnog režnja (najčešće vaskularnog porekla) nastaje kortikalna slepoća sa očuvanom reakcijom zenice na svetlost i pokrete očne jabučice.

Fiziološki skotomi u vidnom polju kod čoveka su u nauci i kliničkoj praksi prepoznati samo u slučaju kada se lik predmeta koji se gleda formira u polju slepe mrlje.

Izraz skotom koristi se često i metaforički u psihologiji u situaciji kada se želi opisati nesposobnost neke osobe da uoči vlastite osobine koje su drugima očite ili da izbegne markiranje osobine ili situacije koju želi mimoići (Davis M.C. et al., 2013.).

HEMIANOPSIJA podrazumeva termin kojim se opisuje oštećenje vida u kome dolazi do suženja, oštećenja ili gubitka vida u jednoj polovini vidnog polja. Hemianopsija može biti na levoj ili desnoj strani (lateralna ili vertikalna hemianopsija). Ako je prisutna u obe leve ili obe desne polovine naziva se homonimna hemianopsija, temporalna ili nazalna. Ovaj oblik hemianopsije je znak organske lezije vidnog puta od hijazme do kortikalnog vidnog centra. Centralni vid ostaje očuvan osim u slučajevima lezije tractus opticus. Pored navedenog može biti na gornjoj ili donjoj polovini vidnog polja (visinska ili horizontalna hemianopsija). Najčešća patološka stanja i bolesti koje mogu biti uzrok hemianopsije su: krvarenje u mozgu, cerebralna ishemija, visok krvni pritisak, karotidna aneurizma, meningitis, tumori mozga, tumori hipofize, trauma glave, nešto ređe se kao uzroci navode neurodegenerativne bolesti, izlaganje toksinima, povremeni poremećaji kao što je npr. migrena i epileptični napadi i dr.

Na ovome mestu važno je napomenuti razliku između vizuelnog zanemarivanja i hemianopsije. Vizuelno zanemarivanje koje se naziva još i hemiprostorno zanemarivanje ili unilateralno prostorno zanemarivanje se razlikuje od hemianopsije po tome što je uzrokovano prvenstveno deficitom pažnje, a ne vizuelnim problemima. Ova dva simptoma se najčešće javljaju nezavisno jedan od drugog, mada neki pacijenti mogu imati oba oblika hemianopsije istovremeno (i vizuelno zanemarivanje i hemianopsiju). Pacijenti sa hemianopsijom ne vide, a oni sa vizuelnim zanemarivanjem su oštećeni u polju praćenja i obrađivanja vizuelnih informacija koje primaju, a nemaju problema sa vidom. Zanemarivanje se može primeniti i na slušne ili taktilne stimuluse pa čak i utvrditi da je

pacijent nesvestan sopstvene polovine tela. Elis i Jung su 1988.godine, dokazali da zanemarivanje može uticati i na mentalne mape (Ellis A.W. et al., 1988.).

Hemianopsija u odnosu na izgubljeno vidno polje se deli na:

- Unilateralna hemianopsija koja se javlja na jednom oku;
- Bilateralna hemianopsija koja se javlja na oba oka i može biti homonimna, kontralateralna i heteronimna;
- Homonimna hemianopsija: leva se manifestuje gubitkom leve polovine vidnog polja na oba oka ili desna koju karakteriše gubitak desne polovine vidnog polja na oba oka;
- Bitemporalna hemianopsija: gubitak spoljne polovine vidnog polja na oba oka;
- Binazalna hemianopsija: gubitak unutrašnje polovine vidnog polja na oba oka;
- Hemianopsija gornja: gubitak gornje polovine vidnog polja na oba oka;
- Hemianopsija donja: gubitak donje polovine vidnog polja na oba oka.

HOMONIMNA HEMIANOPSIJA suprotnih polovina je bilateralna hemianopsija, a zahvata desnu ili levu polovinu vidnog polja oba oka. Ona nastaje zbog oštećenja optičkog trakta (lezija iza optičke hijazme) obostrano uz očuvan makularni vid. Ovaj oblik hemianopsije ostavlja polovinu svake odgovarajuće mrežnjače na istoj strani lezije bez inervacije. Dok je kontralateralna homonimna hemianopsija uzrokovana lezijama na nivou optičkog puta, što za posledicu ima gubitak vida na suprotnoj strani od lezije.

Zbog ukrštanja sve lezije jedne strane retine i vidnog puta daju slepilo ili oštećenje vida na suprotnoj strani tj. hemianopsiju u kontralateralnim polovinama vidnog polja u odnosu na stranu lezije. Oštećenje gracioletovog snopa i okcipitalne kore daje kontralateralnu

homonimnu hemianopsiju sa očuvanim refleksom zenice. Kod delimične lezije Gracioletovog snopa nastaje kvadrantanopsija kontralateralnih delova vidnog polja.

Mogući uzroci homonimne hemianopsije su ateroskleroza, tumori falksa (između okcipitalnog režnja), trauma, infarkt oba okcipitalna režnja ili oba optička puta (Adel K.A., 2006.).

HETERONIMNA HEMIANOPSIJA je oblik hemianopsije koja zahvata desnu polovinu vidnog polja jednog oka i levu polovinu vidnog polja drugog oka. Ovaj oblik hemianopsije može biti:

- Binazalna heteronimna hemianopsija kod koje su zahvaćene leva polovina vidnog polja desnog oka i desna polovina vidnog polja levog oka. Binazalna heteronimna hemianopsija nastaje kao posledica lezije optičke hijazme u delu koji se ne ukršta.

- Bitemporalna heteronimna hemianopsija je posledica sagitalne lezije kroz hijazmu. Kod ovog oblika hemianopsije zahvaćena je desna polovina (temporalno desno) vidnog polja desnog oka i leva polovina vidnog polja levog oka (temporalno levo). Klinički se često uočava kod tumora hipofize (Adel K.A., 2006.). Desna nazalna hemianopsija nastaje lezijom perihijazmičnog dela najčešće uzrokovana kalcifikacijom desne unutrašnje karotidne arterije i jednostranom povredom bočnog dela hijazme. Binazalna heteronimna hemianopsija nastaje obostranom bočnom povredom hijazme. Obostrana donja hemianopsija nastaje oštećenjem gornje usne fissure calcarine, dok oštećenjem donje usne fissure calcarine nastaje obostrana gornja hemianopsija. U slučaju tromboze a.cerebri posterior sa jedne strane dolazi do prolaznog slepila, ali zbog fenomena dijashise i indirektne veze preko corpusa calosuma sa drugom stranom, posle nekoliko dana dolazi i do hemianopsije odgovarajuće strane. Lezija okcipitalne aree i aree preokcipitalis (19 polje po Brodmanu) daje optičku agnoziju (duševna slepoća, bolesnik vidi i opisuje predmet ali ga ne prepoznaje). U slučaju obostrane lezije aree striate nastaje kortikalna slepoća. Postoji vizuelni doživljaj predmeta ali bolesnik nije svestan svoje slepoće i opisuje ono što vidi, vidna anozognozija (Anosognosia), tzv. Antonov fenomen ili Antonov sindrom.

Ono što je značajno napomenuti za lezije okcipitalnog režnja je očuvan makularni vid. Pored već navedenih, lezije okcipitalnog režnja mogu nastati i usled prostrelnih povreda kada su oštećenja oba

okcipitalna režnja istovremeno iznad i ispod fissule calcarinae. Cevasto vidno polje, koncentrično suženje vidnog polja koje se ne proširuje rastojanjem javlja se kod tumora čeonog režnja, histerije, retrobulbarnog neuritisa, dok se spiralno vidno polje javlja kod pacijenata zamorenim drugim ispitivanjem (Jovanović S.V. i sar., 2000.).

KVADRANTANOPSIJA je najčešće posledica oštećenja u području optičke radijacije (*radiatio optica*), kod lezije temporalnog režnja. U neuroanatomiji, optička radijacija (*geniculocalcarine tract*, *geniculostriate put* (*geniculostriate pathway*)) i zadnja talamička radijacija (*posterior thalamic radiation*) su aksoni koji polaze od neurona u bočnom genikularnom jedru (*lateral geniculate nucleus*) i pružaju se do primarnog vizuelnog korteksa (*primary visual cortex*). Oni prenose vizuelne informacije kroz dva dela (sa obe strane mozga po jedan gornji i donji), do vizuelnog korteksa, nazvanog *striate cortex* duž genikulokalkarinske pukotine. Ako lezija postoji samo u jednoj jednostranoj podeli optičkog zračenja, zove se kvadrantanopsija, što znači da je na promenu uticao samo veći ili niži kvadrant vidnog polja. Ako su obe podele na jednoj strani mozga pogođene, rezultat je suprotna homonimna hemianopsija. Područja izgubljenog vidnog polja u svakom oku prikazuju se kao crna područja. Desna donja kvadrantanopsija može nastati usled parcijalne lezije *radiatio optica* (tumor koji pritiska hiazmu odozdo), sledstveno tome daće defekte prvo u gornjim temporalnim polovinama, a potom i u gornjim polovinama vidnog polja. Donja kvadrantanopsija je karakteristična za oštećenje Mejerove petlje u slepoočnom režnju leve strane mozga. Sledstveno pomenutom, lezija u ovoj regiji uzrokuje homonimnu gornju kvadrantanopsiju, a oštećenje Baumove petlje u temenom režnju uzrokuje homonimnu donju kvadrantanopsiju (Radojčić M.B., 2011.).

Optička radijacija prima krv kroz duboke grane srednje i zadnje moždane arterije. S obzirom da *radiatio optica* sadrži traktove koji prenose vizuelne informacije od mrežnjače oka do vidnog korteksa, lezije *radiatio optica* najčešće su jednostrane vaskularnog porekla. Zbog toga se simptomi razvijaju naglo u kratkom vremenskom intervalu. Suprotno od pomenutog nastaju simptomi koji su poreklom kompresije tumorske mase i nastaju sporo u dužem vremenskom intervalu (Adel K.A., 2006., Radojčić M.B., 2011.).

Lezija hijazme na mestu spajanja nazalnih vlakana sa optičkim nervom, zbog omče nazalnih vlakana koja posle ukrštanja u hijazmi

prave na suprotnoj strani, posledično daju amaurozu oka na strani lezije i kontralateralnu hemianopsiju u vidnom polju drugog oka.

Elementarne optičke halucinacije nastaju nadražajem primarnog kortikalnog optičkog centra, a složene nadražajem okolnih regija para i prestriatuma (Radojčić M.B., 2011.).

METAMORPHOPSIA (reč grškog porekla, μεταμορφωσία, metamorfopsija znači gledanje mutiranih oblika) je simptom tj. disfunkcija vida koja uzrokuje da se predmeti, posebno ravne linije, vide iskrivljeno, savijeno ili valovito, a pojedini delovi mreže mogu izgledati i prazni. U slučaju metamorfopsije vide se iskrivljene slike uz menjanje proporcije predmeta, te se stvari mogu činiti bliže ili dalje nego što jesu. Metamorfopsija može biti mikropsija (predmeti gledanja su manji i bliži nego što stvarno jesu) i suprotno navedenom je makropsija (predmeti gledanja su dalji i veći nego što jesu). Metamorfopsija nastaje zbog lezije aree striate, a može nastati i kod lezije makule koja je središte mrežnjače (Adel K.A., 2006.).

Očno dno: pregled očnog dna, koji vrši oftalmolog, je od velikog dijagnostičkog značaja kod neuroloških pacijenata. Ovim pregledom se potvrđuje ili isključuje postojanje povišenog intrakranijalnog pritiska što se klinički manifestuje edemom papile. Pregledom očnog dna se pored edema može dijagnostikovati i zastojna papila (stasis papille) koja se razvija tako što se povećanje intrakranijalnog pritiska prenosi na perivaskularni limfni prostor i oftalmičku venu. Intenzitet zastojne papile se meri dioptrijama i asolutna je kontraindikacija za lumbalnu punkciju.

Najčešća stanja koja se sreću u kliničkoj praksi, a dijagnostikuju se pregledom očnog dna:

Retrobulbarni neuritis, nastaje najčešće kod zapaljenja etmoidalnih i sfenoidalnih sinusa što za posledicu može imati degeneraciju makularnih vlakana. Smetnje vida nisu praćene promenama na fundusu (stanje kada ni oftalmolog ni pacijent ne vide ništa). Papila postaje bleđa nejasnih ivica i vid se više ne popravlja. Ukoliko je retrobulbarni neuritis uzrokovan nekim neurološkim oboljenjem kao što je npr. Multipla skleroza, što je u praksi veoma često, u velikom broju slučajeva je rani simptom ovoga oboljenja, na terapiju se popravlja.

Neuritis n.opticus (neuritis ophtalmica) karakteriše centralni

skotom, vrlo retko je oslabljena reakcija zenice. Uzroci neuritis n.opticusa su bakterijske i virusne infekcije, često endogene i egzogene intoksikacije, kao i slična stanja koja zahvataju centralni nervni sistem. Uzrok mogu biti i procesi u okolini od kojih su najčešći zapaljenja paranazalnih šupljina etmoidalnih i sfenoidalnih sinusa, procesi iz orbite npr. periostitis, celulitis i flegmona orbite. Veoma je važno obratiti pažnju na povrede ove regije koje mogu imati kliničke manifestacije vezane za oštećenje ovoga nerva. Posebno se mora obratiti pažnja na terapiju prvenstveno etiološku kako bi se umanjio edem živca koji se nalazi u koštanom kanalu, s toga trpi simptome uklještenja. Retko se može spontano oporaviti.

Atrophija n.opticusa: n.opticus se ukršta sa prednjom moždanom arterijom (arteria cerebri anterior) i prednjom spojnom arterijom (arteria communicans anterior) koje prolaze iznad njega i u slučaju prisutne aneurizme istih zbog kompresije dolazi do atrofije n.opticusa i konsektivnog ispada donje polovine vidnog polja iste strane. U slučaju aneurizme arterije carotis interne koja leži ispod i lateralno od n.opticusa može doći do homolateralne hemianopsie nazalne polovine vidnog polja. Atrofia optikusa može nastati i nakon povrede baze lobanje, leukemije, meningitisa, zatim demijelinizacionog procesa, tabes dorsalis, dijabetesa, intoksikacije alkoholom, nikotinom i sl.

Sekundarna atrofija optikusa nastaje kao posledica staze papile, a odlikuje se bledom papilom nejasnih i nepravilnih ivica, pri čemu su vene pune. Sve ovo je praćeno razvojem vezivnog tkiva na papili.

Nasledna atrofija optikusa (Behrov sindrom) - C. Behr je prvi opisao recesivno nasledan sindrom koji počinje u ranom detinjstvu, a karakteriše se atrofijom vidnog živca. U većini slučajeva bolest sa starošću napreduje, a praćena je smanjenjem vida, Ny, lakom ataksijom, piramidnim deficitom, može postojati i mentalna retardacija sa inkontinencijom ponekad pes cavusom.

Leberova atrofija ili Leberova urođena amauroza (LCA) je retko hereditarno oboljenje, javlja se obično nakon febrilnog stanja, pri rođenju ili u prvim mesecima života. LCA može varirati jer je povezana sa više gena. LCA karakteriše patološki nistagmus (OMIM, LCA1-204000), tromi ili odsutani odgovori zenica (Weleber R.G. et al., 1993.), i teški gubitak vida ili sepilo (OMIM, LCA1-204000), drugih neuroloških ispada nema (Stone E.M., 2007.).

Zbog svog značaja u kliničkoj praksi neophodno je da na kraju ovoga poglavlja ukratko rezimiramo najčešće simptome i znake oštećenja drugog kranijalnog nerva (n.opticusa):

Oštećenje čula vida se ispoljava:1. smanjenjem oštine vida,

2. ispadima u vidnom polju.

Do oštećenja može doći usled:1. oboljenja struktura samog oka,

2. oštećenja optičkog nerva,

3. oštećenja vidnog puta.

Gubitak vida može da se javi na jednom oku (monokularan) ili na oba (binokularan). Monokularan nastaje zbog prehijazmatskih lezija (retina, optički nerv), dok su binokularni posledica hijazmatske ili retrohijazmatske lezije (optički trakt, radijacija, area striata okcipitalnog režnja).

AMBLIOPIJA je sniženje oštine vida, AMAUROZA - slepilo, SKOTOM - ispad u vidnom polju, a jedini fiziološki skotom kod čoveka nastaje u vidnom polju kada se lik predmeta koji se gleda formira u predelu slepe mrlje. (vidi raniji tekst)

Najvažnije je poznavati put vidnog živca od čega zavisi dijagnostika i tretman, što je ključno za oporavak (delimični ili totalni) ili nastanak trajnog oštećenja:

1.Oštećenje optičkog nerva -jednostrani poremećaj celog sa iste strane;

2.Oštećenje hijazme - bitemporalna heteronimna hemianopsija;

3.Oštećenje optičkog trakta - kontralateralna homonimna hemianopsija;

4.Oštećenje optičke radijacije - kontralateralna gornja homonimna kvadrantanopsija (kod oštećenja donje radijacije (<https://www.neuroanatomy.ca>)).

Još važnih napomena, a u vezi n.opticusa:

Oštećenje duž puta vidnog živca za posledicu ima specifične obrasce gubitka vida vezanih za određena stanja i lokalizaciju nastalog oštećenja. Navešćemo tri vrste gubitka vida uzrokovanih lezijom vidnog živca:

-
- The diagram illustrates the visual pathway and the distribution of visual information across the brain. The top part shows the eyes (R and L) and the optic nerves (A and B) leading to the optic chiasm (C). The optic tracts (D and E) lead to the optic tectum (F) and the lateral geniculate nucleus (G). The optic chiasm (C) is the point where the optic nerves meet. The optic tracts (D and E) are the pathways from the optic chiasm to the optic tectum (F) and the lateral geniculate nucleus (G). The optic tectum (F) is the part of the midbrain that receives visual input. The lateral geniculate nucleus (G) is a part of the thalamus that receives visual input from the optic tectum. The optic chiasm (C) is the point where the optic nerves meet. The optic tracts (D and E) are the pathways from the optic chiasm to the optic tectum (F) and the lateral geniculate nucleus (G). The optic tectum (F) is the part of the midbrain that receives visual input. The lateral geniculate nucleus (G) is a part of the thalamus that receives visual input from the optic tectum.
- Legend:**
- | | R | L |
|---|-------------|-------------------------|
| A | Blue circle | White circle with cross |
| B | Blue circle | White circle with cross |
| C | Blue circle | White circle with cross |
| D | Blue circle | White circle with cross |
| E | Blue circle | White circle with cross |
| F | Blue circle | White circle with cross |
| G | Blue circle | White circle with cross |
- Labels:**
- R
 - L
 - A
 - B
 - C
 - D
 - E
 - F
 - G
 - temp.kwab
 - mesen-cephalon
 - area striata
 - radiatio optica
 - n.opticus
 - tractus opticus
 - chiasma opticum
 - hypophysis
 - corp. mamillaria
 - corp. geniculatum lat.
 - temporalni rog

- A. Potpuno slepilo desnog oka zbog kompletne lezije desnog optičkog nerva.
- B. Bipolarna hemianopsija usled lezije hijazme u srednjoj liniji.
- C. Desna nazalna hemianopsija zbog lezije koja zahvata desnu perihijazmalnu oblast.
- D. Leva homonimna hemianopsija zbog lezije ili pritiska na desni optički trakt.
- E. Leva gornja homonimna kvadrantanopsija usled zahvaćenosti gornje desne optičke radijacije.
- F. Leva donja homonimna kvadrantanopsija usled zahvaćenosti donje desne optičke radijacije.
- G. Leva homonimna hemianopsija usled lezije desnog okcipitalnog režnja.

U zavisnosti od stanja simptomi poremećaja vida n.opticusa klinički se mogu manifestovati sledećim simptomima: zamagljen vid, bol u oku koji je često prisutan kod pokretanja očnih jabučica, crvenilo očiju, prisutni areoli oko svetla, ne raspoznavanje boja, bleštavost, mučnina i povraćanje, glavobolja, gubitak vidnog polja i gubitak vida.

Poznato je da postoje pojedina stanja i bolesti koja mogu uticati na n.opticus. Od spomenutog izdvajamo: glaukom, kolobom optičkog živca, neuromijelitis optika (neuromyelitis optica), zatim idiopatsku intrakranijalnu hipertenziju, atrofiju optičkog živca, optički neuritis, vaskularne bolesti, aneurizme, adenom hipofize, toksičnu ambliopiju (prehrambena ambliopija).

Na ovome mestu, zbog svojih anatomske i fiziološke svojstava n.opticusa i optičkog puta neophodno je ukratko se osvrnuti i na anatomiju i funkciju potiljačnog režnja (okcipitalni lobus, lobus occipitalis). Potiljačni režanj ili okcipitalni lobus je jedan od četiri glavna režnja kore velikog mozga sisara. Glavni je centar za obradu informacija čula vida, tj. fotoreceptorskih informacija koje pristižu iz očne mrežnjače. Prema toj funkciji označava se i kao vidna moždana kora (Schacter D.L. et al., 2011., Adcock J.E., 2012.).

Primarna vidna kora je Brodmanovo polje 17, koje se naziva V1

(vidno jedan). Ljudsko V1 se nalazi u središtu leve i desne bočne strane potiljačnog režnja u kalkarinoj brazdi (brazdi utorske pukotine) puni obim V1 se nastavlja na zadnjem polu potiljačnog režnja. V1 se naziva i prugasta kora, jer se može prepoznati po velikim trakama mijelina, Genarijeve linije ili Genarijeve pruge. Vidne regije koje prelaze izvan V1 se zovu vanprugasta kora (vanprugasti korteks). Postoji mnogo takvih regija, a specijalizovane su za različite vidne zadatke, kao što su prostorna obrada, razlikovanje boja i percepcija pokreta. Ime potiče od nesrazmerne specifične strukture i oblika potiljačne kosti koja je imenovana po latinskom ob = iza + caput = glava. Dvostrana oštećenja okcipitalnog režnja mogu dovesti do slepoće koja je klinički prepoznata kao Antonov sindrom ili Anton-Babinskijev sindrom. U kliničkoj praksi ovaj sindrom se retko viđa, a naziva se vizuelna agnozija. Za ovaj sindrom je karakteristično da bolesnici ne priznaju da ne vide, odnosno poriču svoju slepoću te izmišljaju razne priče, ali tokom pregleda je jasno da ne vide jer se npr. sudaraju sa predmetima, nameštajem i dr. Do sada nauka još nije dala precizan odgovor o uzroku ovoga sindroma. On se najčešće registruje kod moždanog udara, povreda glave, nekih deficita u potiljačnom režnju i sl. (Goodale M.A., 2011., Butler A.B. et al., 2005., Hall J.E. et al., 2006.).

Potiljačni (okcipitalni) režanj je podeljen u nekoliko funkcionalnih vidnih polja. Svako od njih sadrži punu mapu viđenja. Iako ne postoje anatomske markeri za razlikovanje tih područja (osim za istaknute brazde u prugastom korteksu), psiholozi su koristili za izradu ove podele elektrodne snimke (Glickstein M. et al., 1984., Fletcher D.C. et al., 2012.).

Prvo funkcionalno polje ove regije je primarni vidni korteks. On sadrži opis slike niske rezolucije i orijentacije lokalnih svojstava, prostorne frekvencije i boja u malim receptivnim poljima. Primarni vidni korteks projicira impulse okcipitalnog područja trbušnog toka (vidno polje V2 i vidno polje V4), potiljačnog područja leđnog toka - vidno polje V3, vidno polje MT (V5) i leđno središnje područje (DM) (Ellis A.W. et al., 1988.).

Trbušni tok je odgovoran za obradu u „šta” se vidi, a leđni za „gde / kako”. To je zato što ventralni tok pruža važne informacije za identifikaciju stimulusa koji su pohranjeni u pamćenju. Uz ove informacije u memoriji, on je u stanju da se fokusira na motorne akcije kao odgovor na spoljašnje stimuluse (Fletcher D.C. et al., 2012.).

Iako su brojne studije pokazale da su dva sistema strukturno međusobno odvojena i nezavisna, istovremeno dokazuju da su oba neophodna za uspešnu percepciju. Navedeno je posebno važno kada stimulusi poprimaju složenije oblike (Colman A.M., 2006). Studija slučaja pomoću fMRI je rađena u cilju analize oblika i lokalizacije. Prvi deo je obuhvatao detekciju lokalizacije, a drugi je sproveden u osvetljenoj prostoriji u kojoj su učesnici pokazivali podražaje na ekranu za 600ms. Ovom studijom dokazano je da pomenuta dva toka staze imaju ulogu u percepciji oblika, i pored toga što obradu lokalizacija i dalje ima dorzalni deo (Carlson N.R., 2007.). Leđno-središni ili dorzo-medijalni put (DM) nije detaljnije proučavan. Međutim, navedena studija je pokazala da postoje dokazi da je ovaj put u interakciji sa drugim vidnim područjima. Studija slučaja na majmunima otkrila je da informacije iz V1 i V2 područja čine pola ulaza u dorzo-medijalni put. Preostali ulazi su iz više izvora koji imaju veze sa bilo kojom drugom vidnom obradom.

Jedan od najvažnijih funkcionalnih aspekta potiljačnog režnja je da sadrži deo kore velikog mozga čija je uloga obrada podataka čula vida: oko gleda, a potiljačni režanj kore velikog mozga obrađuje, analizira, vidi i doživljava datu sliku (Glickstein M. et al., 1984.).

Fotoreceptorske ćelije mrežnjače prenose nadražaje kroz optički trakt na lateralne delove kolenastog tela (deo metotalamusa polukuglastog oblika koji je povezan s gornjim malim brežuljkom krovne ploče srednjeg mozga čini primarni vidni centar). Odatle radiatio optica nastavlja put na vidni korteks. Svaki deo vidne kore mozga prima sirove čulne informacije iz spoljašnje (lateralne) polovine retine na istoj strani glave i unutrašnje (medijalne) polovine suprotne strane glave. Cuneus (Brodmanovo polje 17) prima informacije iz suprotnog gornjeg dela mrežnjače, predstavljajući donji deo vidnog polja. Jezičasto telo (lingula) prima informacije iz suprotnog donjeg dela retine i obrađuje gornji deo vidnog polja. Informacije ulaze u mrežnjaču i prolaze kroz „usputnu stanicu” u bočnom kolenastom jedru talamusa, pre projekcije u korteksu. Ćelije na zadnjoj površini sive mase potiljačnog režnja su raspoređene kao prostorna karta retinskog polja. Kada je mrežnjača izložena jakim impulsima, funkcionalna neuroslika otkriva slične obrasce odgovora u korteksnom tkivu režnjeva (Butler A.B. et al., 2005., Hall J.E. et al., 2006.).

Potiljačni režanj u kliničkoj praksi ima veliki značaj. Oštećenje

jednog dela potiljačnog režnja može rezultirati gubitkom vida u obliku homonimne hemianopsije, gubitkom vida iz slično pozicioniranih „rezova vidnog polja”, tzv. ispada slike u oba oka. Na dalje oštećenja ovog režnja mogu izazvati i halucinacije. Lezije u asocijativnom polju parijeto-temporalno-okcipitalnog dela moždane kore izazivaju agnoziju boja, pokreta i agrafiju. Oštećenje primarnog vidnog korteksa može rezultirati slepilom zbog rupe nastale na površini vidnog korteksa u novonastaloj mapi vida (Hall J.E. et al., 2006., Radojčić M.B., 2011.).

Mnogobrojne studije su pokazale da specifična idiopatska stanja potiljačnog režnja mogu uticati na pojavu epilepsije. Oštećenja dela ovog režnja izazivaju tzv. „blic” napade odnosno vizuelnu sliku koja sadrži više boja, a koja je stimulacija treperenja (slično onom na TV). Ovi napadi se nazivaju napadi foto-osetljivosti. Pacijenti ih opisuju kao sadržaj svetlih boja, uz značajno zamagljenje slike. Kod nekih pacijenata ovi napadi uzrokuju mučninu i povraćanje. Napadi poreklom oštećenja potiljačnog režnja se većinom javljaju po danu, a uzrok im može biti stimulacija gledanjem televizije, video igrama ili stimulacijom u vidu treperenja. Ređe se javljaju spontano ili uticajem vizuelnih stimulusa. Etiologija epilepsije porekla okcipitalnog režnja može biti idiopatska (obično počinje u detinjstvu), simptomatska (napadi mogu početi u bilo kojoj starosnoj dobi, kao i bilo kojoj fazi nakon ili u toku osnovnog poremećaja i kriptogena (simptomatska epilepsija čiji uzrok bolesti nije moguće ustanoviti). Epilepsija poreklom potiljačnog režnja čini oko 5% do 10% svih epilepsija (Carlson N.R., 2007., Chilos A.M., 2006., Yalçin D.A. et al., 2000.).

Literatura:

Adcock, Jane E; Panayiotopoulos, Chrysostomos P (31. 10. 2012.) „Journal of Clinical Neurophysiology”. Occipital Lobe Seizures and Epilepsies. 29 (5): 397- 407. doi:10.1097/ wnp. 0b013e31826c98fe. PMID 23027097.

Adel K. Afifi. (2006.) Funkcionalna neuroanatomija: Tekst i atlas. Meksiko D.F.: MekGrav Hil str. 324.

Attebo K, Mitchell P, Cumming R, Smith W, Jolly N, Sparkes R: Prevalence and causes of amblyopia in an adult population, Ophthalmology 1998; 105: 154-9.

Bloomfield S.A., Dacheux R.F. (2001.): Rod vision: Pathways and processing in the mammalian retina. *Progress in Retinal and Eye Research*, 20 (3): 351-384.

Borivoje M. Radojičić, Klinička neurologija XVII prerađeno i prošireno izdanje za lekare i studente, Beograd, maj 2011.

Butler A.B., Hodos W. (2005.): *Comparative vertebrate neuroanatomy: evolution and adaptation*. Wiley-Blackwell, ISBN 978-0-471-21005-4.

Carlson, N.R. (2007.) *Psychology: the science of behaviour*. New Jersey, USA: Pearson Education. str. 115. ISBN 978-0-205-64524-4.

Chilosi, Anna Maria; Brovedani (novembar 2006.) „Neuropsychological Findings in Idiopathic Occipital Lobe Epilepsies”. *Epilepsia*. 47 (s2): 76-78. doi:10.1111/j.1528-1167.2006.00696.x.PMID 17105468.

Colman, Andrew M. (2006.) *Oxford Dictionary of Psychology* (2. изд.). Oxford University Press. стр. 530. ISBN 978-0-19-861035-9.

Davis, Matthew C. et al. „The Naming Of The Cranial Nerves: A Historical Review.” *Clinical Anatomy*, vol 27, no. 1, 2013, pp. 14-19. Wiley-Blackwell, doi:10.1002/ca.22345.

Dawkins R. (1986.) *The Blind Watchmaker*. Longman, ISBN 0-582-44694-5.

Dennis M Dacey, Orin S Packer (2003.) „Colour coding in the primate retina: diverse cell types and cone-specific circuitry”. *Curr Opin Neurobiol*. 13 (4): 421- 427.

Dennis Dacey, Orin S. Packer , Lisa Diller, David Brainard, Beth Peterson, Barry Lee (2000.) „Center surround receptive field structure of cone bipolar cells in primate retina”. *Vision Research*. 40: 1801-1811.

Ellis, A.W. & Young, A.W. (1988.) *Human cognitive neuropsychology*. Hove, UK: Erlbaum. Visual Extinction and Unilateral Neglect & Denial (pp. 76-79).

Fletcher, Donald C.; Schuchard, Ronald A.; Renninger, Laura W., (1.09.2012.) „Svijest pacijenata o binokularnom središnjem skotomu u

starosnoj degeneraciji makule”, Optometrija i nauka o vidu: Službena publikacija Američke akademije za optometriju. 89 (9): 1395 - 1398.

Goodale M.A. (2011.): Transforming vision into action. Vision Research, 51 (13): 1567-1587

Glickstein M., Rizzolatti G. Francesco Gennari and the structure of the cerebral cortex Trends in Neurosciences, Volume 7, Issue 12, 464 - 467, 1 December 1984.

Hall J. E., Guyton A. C. (2006.): Textbook of medical physiology, 11th edition. Elsevier Saunders, St. Louis, Mo, ISBN 0-7216-0240-1.

Hayreh, Sohan Singh. „Structure Of The Optic Nerve.” Ischemic Optic Neuropathies, XII, no. 456, 2011, pp. 7-34. Springer Berlin Heidelberg, doi:10.1007/978-3-642-11852-4_2.

Iwasaki, M; Inomata, H (1986.) „Relation between superficial capillaries and foveal structures in the human retina”. Investigative Ophthalmology & Visual Science. 27 (12): 1698 -705. PMID 3793399.

Јовановић, Славољуб В., Надежда А. Јеличић (2000.) Анатомија човека - глава и врат. Београд: Савремена администрација. ISBN 978-86-387-0604-4.

Krantz, John H. (2012.) „Chapter 3: The Stimulus and Anatomy of the Visual System” (PDF). Experiencing Sensation and Perception. Pearson Education. ISBN 978-0-13-097793-9. OCLC 711948862.

Kier, E. Leon et al. „MR Imaging Of The Temporal Stem: Anatomic Dissection Tractography Of The Uncinate Fasciculus, Inferior Occipitofrontal Fasciculus, And Meyer’S Loop Of The Optic Radiation”. American Journal Of Neuroradiology, vol 25, no. 5, 2003, pp. 677 - 691. AJNR, Accessed 13 Mar 2018.

Meister M., Berry M. J. (1999): The neural code of the retina. Neuron 22 (3): 435 - 50. doi:10.1016/S0896-6273(00)80700-X. PMID 10197525.

N.Ohba et A.Ohba, Br J Ophthalmol. prosinac 2006.; 90(12): 1548-1549.doi:10.1136/bjo.2006.097519.

OMIM: LEBER CONGENITAL AMAUROSIS, TYPE I; LCA1 -204000.

Provis, Jan M; Dubis, Adam M; Maddess, Ted; Carroll, Joseph (2013.) „Adaptation of the central retina for high acuity vision: Cones, the fovea and the avascular zone”. *Progress in Retinal and Eye Research*. 35: 63 - 81.

Rodieck R.W. (1965.): Quantitative analysis of cat retinal ganglion cell response to visual stimuli”. *Vision Res*. 5 (11): 583 - 601. doi:10.1016/0042-6989(65)90033-7. PMID 5862581.

Schacter D. L., Gilbert D. L., Wegner D. M. (2011.): *Psychology*, 2nd Ed. Worth Publishers, Boston, New Work ISBN 9781429298377.

Stark N, Zubcov A, Kast E, Gutermuth D: Amblyopia, refractive errors and strabismus in congenital ptosis, *Ophthalmology* 1996; 93: 345-50.

Stone EM (decembar 2007.) „Leber congenital amaurosis - a model for efficient genetic testing of heterogeneous disorders: LXIV Edward Jackson Memorial Lecture”. *American Journal of Ophthalmology*. 144(6): 791-11. doi:10.1016/j.ajo.2007.08.022. PMID 17964524.

Susan Standring, yp. (2009.) [1858]. *Gray's anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice, Expert Consult*. illustrated by Richard E. M. Moore (40 изд.). Churchill Livingstone. ISBN 978-0-443-06684-9.

Taylor W. R., Smith R. G. (2004.): Transmission of scotopic signals from the rod to rod-bipolar cell in the mammalian retina, *Vision Research*, 44: 3269-3276.

Tick S, Rossant F, Ghorbel I, Gaudric A, Sahel JA, Chaumet-Riffaud P, Paques M. Foveal shape and structure in a normal population. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011. Jul 29; 52(8):5105-10.

Tschulakow, Alexander V; Oltrup, Theo; Bende, Thomas; Schmelzle, Sebastian; Schraermeyer, Ulrich (2018.) „The anatomy of the foveola reinvestigated”. *PeerJ*. 6: e4482. doi:10.7717/peerj.4482. PMC 5853608. PMID 29576957.

Wandell B.A. (1995.): *Foundations of vision*. Sunderland, Mass: Sinauer Associates. ISBN 0-87893-853-2.

Weleber, R.G.; Francis, P.J.; Trzupek, K.M.; Beattie, C.; Adam, M.P.; Ardinger, H.H.; Pagon, R.A.; Wallace, S.E.; Bean LJH;

Stephens, K.; Amemiya, A. (1993.) „Leber Congenital Amaurosis”. GeneReviews. PMID 20301475.

Witzel CA, Joyce JR, Smith EL. Electroretinography of congenital night blindness in an Appaloosa filly. Journal of Equine Medicine and Surgery 1977; 1: 226 - 229.

Wen W, Kajínek O, Khatibi S, Chadzitaskos G.A. Common Assessment Space for Different Sensor Structures. Sensors (Basel). 2019. Jan 29;19(3).

Yalçın, D.A., Kaymaz A., Forta H. (2000.) Reflex occipital lobe epilepsy. Seizure, 9(6), 436-441.

Drugi izvori podataka:

Pritchard T. E., Alloway D. (1999.): Medical neuroscience. Hayes Barton Press, ISBN 978-1-59377- 200-0.

Uston, Cagatay (9 March 2005.) „NEUROwords Dr. Thomas Willis' Famous Eponym: The Circle of Willis”. Journal of the History of the Neurosciences. 14 (1): 16-21. doi:10.1080/096470490512553. PMID 15804755. S2CID 146301989.

https://bs.wikipedia.org/wiki/Mreznjača_Retina.svg

<https://www.neuroanatomy.ca>

Mader S.S. (2000.): Human biology. McGraw-Hill, New York, ISBN 0-07-290584-0; ISBN 0-07-117940-2.

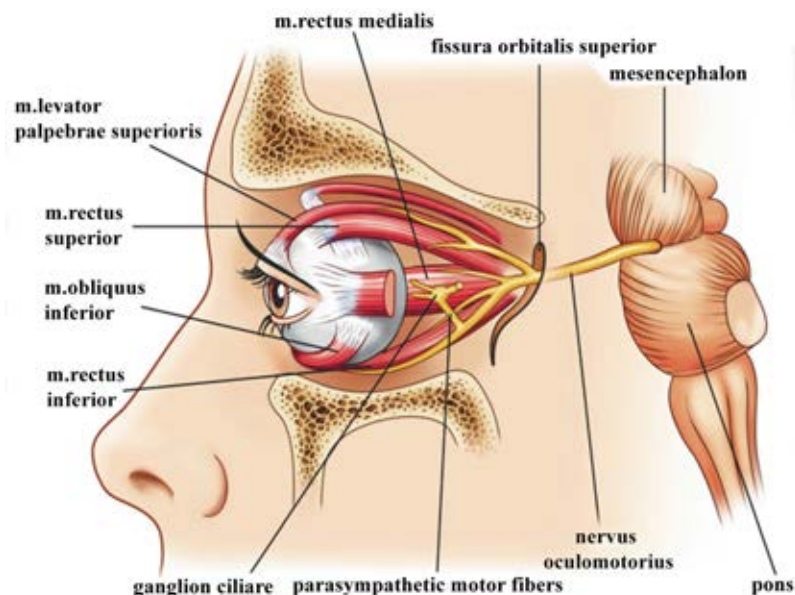
Mreznjača wikipedija receptive field (Diagram of eye's receptive field, original uploaded to en on 21:05, November 26, 2005, modified 14-ene-2009 (Jan 14, 2008.), autor: original uploaded to en by user:delldot, modified by Oneca (talk), Image: Receptive_field.jpg and Image: Receptive field.png, Image:Receptive field.png Should be used, because of Wikimedia's wrong rendering.

Optic Nerve (CN II) and Visual Pathway Written by Dr Melanie Gibson dec 2022.

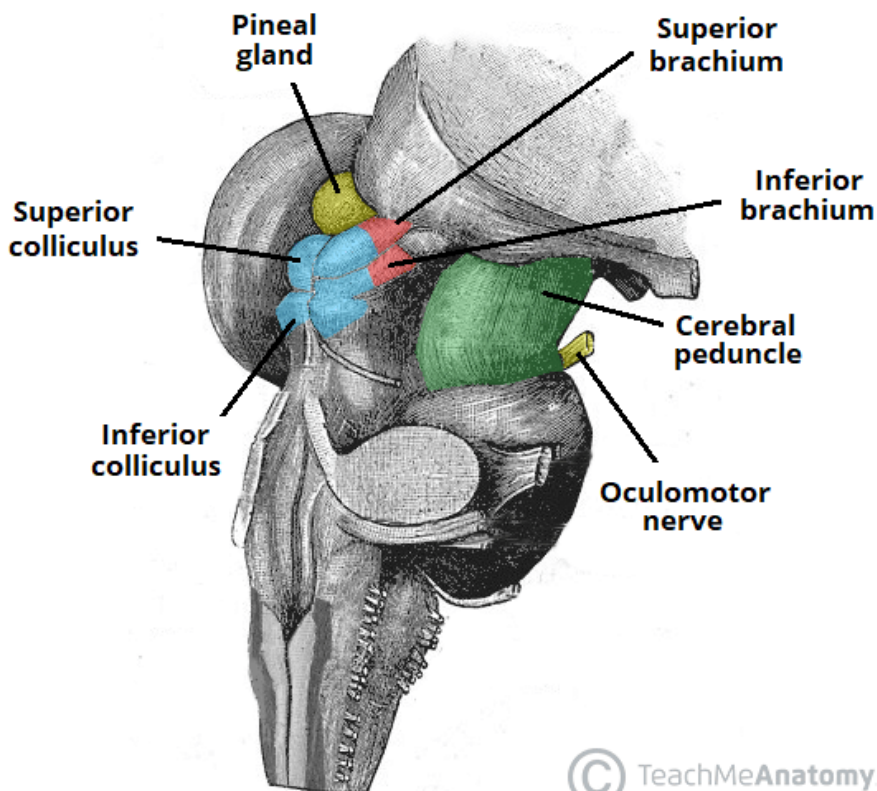
Šema preuzeta iz datoteke Scotopic. svg. Wikipedija mreznjača - Wikipedia.

III KRANIJALNI NERV OKULOMOTorni NERV (*nervus oculomotorius* / *nervus cranialis III*)

Treći kranijalni nerv (*nervus oculomotorius* or *nervus cranialis III*) je mešoviti živac koji inervira parne poprečno prugaste mišiće pokretače očne jabučice (*bulbus oculi*) koja je smeštena u očnoj šupljini (orbita): gornji pravi mišić (*musculus rectus superior*), donji pravi mišić (*musculus rectus inferior*), donji kosi mišić (*musculus obliquus inferior*), unutrašnji ili medijalni pravi mišić (*musculus rectus medialis*) i mišiće podizачe gornjeg kapka (*musculus levator palpebrae superioris*), osim gornjeg kosog i spoljašnjeg pravog mišića.

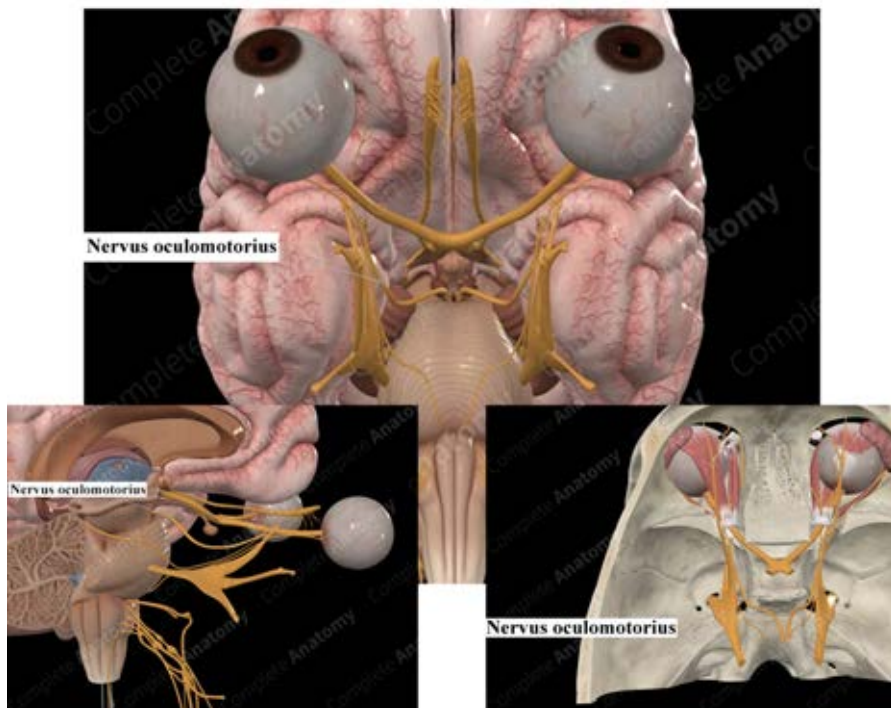


Nervus oculomotorius sadrži i parasimpatička nervna vlakna koja inervišu dva glatka mišića unutar očne jabučice: cilijarni mišić (musculus ciliaris) i sfinkter zenice (sfinkter pupile) (Jovanović V.S. i sar., 2000.).



Nervus oculomotorius polazi iz dva jedra smeštena u srednjem mozgu (mesencephalon). Da se ukratko podsetimo anatomije i funkcije mezencefalona. Srednji mozak je složene građe sastavljen od pomešane bele i sive mase. U središnjem delu između tektuma i tegmentuma mezencefalona smešten je uzan kanalić tzv. Silvijev akvedukt (aqueductus cerebri Sylvii), centralna šupljina mezencefalona koja povezuje četvrtu sa trećom moždanom komorom. Na leđnoj, dorzalnoj strani se nalaze dva para kvržica: gornje vidne koje primaju informacije iz mrežnjače i kore velikog mozga, a uloga im je u podešavanju položaja oka, i donje slušne koje su deo slušnog puta. Središnji deo mezencefalona čini siva masa u kojoj su smeštena motorna jedra III, IV i V kranijalnog nerva.

Pored navedenog u sivoj masi se nalazi veliko crveno jedro (nucleus ruber) koje je deo motornog sistema mozga. Veliki deo sive mase srednjeg mozga zauzima retikularna formacija (formatio reticularis). Na prednjoj strani srednjeg mozga se nalaze moždani kraci. Oni sadrže aksone piramidnog puta. Iza njih se nalazi malo polje sive mase koje se zbog pigmenta koji sadrži naziva supstanca nigra (crna supstanca) koja je deo motornog sistema mozga i odgovorna je za voljne pokrete i koordinaciju (Adel K.A., 2006.).



Anatomija Nervus oculomotoriusa.

Moždano stablo, čiji je deo srednji mozak, učestvuje u veoma važnoj funkciji našeg organizma, a to je sinhronizacija, odnosno podešavanje razdražljivosti motornog neurona mišića čijom se kontrakcijom opire sili zemljine teže. Ako na motorne neurone mišića ne stižu nervni impulsi iz moždanog stabla, dolazi do pojačanja njihove kontrakcije što rezultira rigidan stav tela (ukočen stav) tzv. decerebraciona rigidnost. Od refleksnih reakcija čiji su centralni neuroni u moždanom stablu

zavisi i refleks uspravljanja. Naime, stajanje je moguće i u situaciji kada je kičmena moždina odvojena od ostalih delova centralnog nervnog sistema, međutim telo tada iz ležećeg položaja ne može da se samostalno uspravi. Razlog tome je što refleksna reakcija od koje zavisi uspravljanje ima svoje centre u moždanom stablu.

Kao što je već napomenuto u srednjem mozgu se nalazi složen jedarski kompleks n.oculomotoriusa od kojeg zajedno sa IV i V kranijalnim nervom zavise pokreti oka, a od motornog jedra III kranijalnog nerva zavisi akomodacija očnog sočiva. Ovaj kranijalni nerv je zadužen i za inervaciju cilijarnog mišića. On daje i parasimpatičku inervaciju sfinktera zenice čija je uloga širenje i skupljanje zenice.

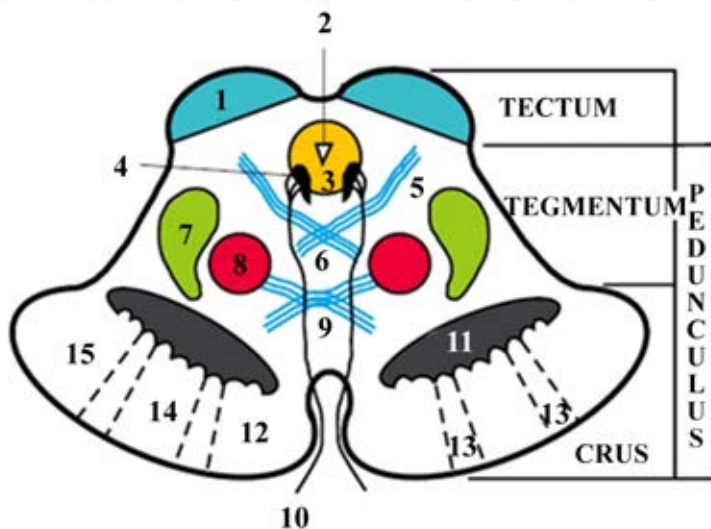
Vlakna nervus oculomotoriusa polaze iz dva jedra smeštena u mezencefalonu: jedra okulomotornog nerva tj. jedro živca pokretača oka (nucleus nervi oculomotorii) i pomoćnog okulomotornog jedra tj. parasimpatičke komponente okulomotornog nerva (nucleus oculomotorius accessorius). Ona se skupljaju u nucleus ruberu i u jednom snopu izbijaju sa medijalne strane pedunculus cerebri kroz sulcus n.oculomotorii blizu gornje granice ponsa. Odatle skreću napred i upolje kao stablo nerva kroz zadnju i srednju lobanjsku jamu. U ovom delu n.oculomotorius je smešten iza a.cerebri posterior, ispred cerebralne arterije bočno od a.basilaris ispod optičkog trakta. Potom se pruža bočno od a.carotis interne i u srednju lobanjsku jamu ulazi kroz sinus cavernosus pored oftalmičke grane n.trigeminusa. Na dalje pored turskog sedla (sella tursica) probija duru, tvrdi moždanu opnu, i ulazi u zid sinusa gde se deli na dve grane: gornju manju (ramus superior) za m. rectus bulbi superior i m.levator palpebrae superioris (za gornji pravi mišić i mišić podizač gornjeg oćnog kapka) i donju veću (ramus inferior) za sve ostale poprećno prugaste mišiće oka: unutrašnji, donji pravi i donji kosi mišić oka (m.obliquus inferior, m.rectus bulbi medialis, m. rectus bulbi inferior, unutrašnje mišiće oka). N.oculomotorius inerviše sve bulbomotore osim m.obliquus superior kojeg inerviše IV kranijalni nerv i m.rectus bulbi lateralis koji inerviše VI kranijalni nerv. Nakon izlaska iz zida kavernoznog sinusa (sinus cavernosus) ovaj kranijalni živac prolazi lateralno od karotidne arterije uz uncus slepooćnog rećnja i ulazi u orbitu kroz fisuru orbitalis superior (Jovanović V.S. i dr., 2000.).

Ukratko: motorna vlakna n.oculomotoriusa nastaju iz grupe jedara u centralnoj sivoj masi (n.ruberu) ventralno od aqeductus cerebri Sylvii na nivou gornjeg kolikulusa. Neukrštena i delom ukrštena vlakna

prolaze kroz n.ruber i unutrašnju stranu supstancije nigre i izlaze pored selle turcica u spoljašnjem zidu kavernoznog sinusa kroz gornju orbitalnu šupljinu i inerviše unutrašnje, gornje i donje prave mišiće, kao i donji kosi mišić oka i mišiće podizače očnog kapka.

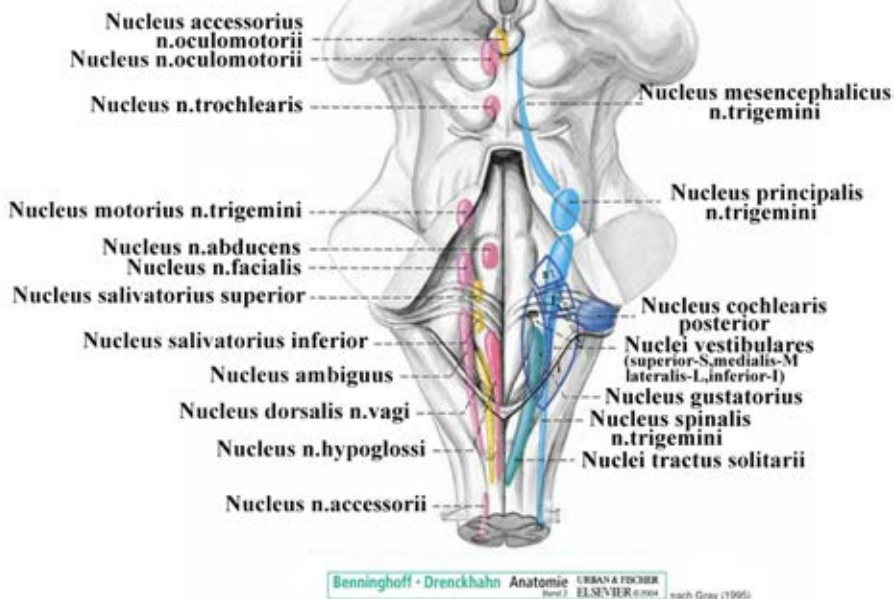
Donja grana okulomotornog nerva sadrži parasimpatička vlakna koja prelaze u tzv. okulomotorni koren. Parasimpatička vlakna nastaju iz Westphal-Edingerovog jedra, rostralno od motornog jedra n.oculomotoriusa i prolaze kroz treću nazocilijarnu granu do cilijarnog gangliona. Odatle kratki cilijarni nerv (nn.ciliares breves) do m. sphincter iridisa i od gornjeg dela srednjeg jedra n.oculomotoriusa preko cilijarnog gangliona i kratkih cilijarnih nerava do cilijarnog mišića i mišića sfinktera zenice čija kontrakcija uzrokuje ispupčenje sočiva (Hall J.E. et al., 2006., Radojičić M.B., 2011.).

PRESEK KROZ MEZENCEFALON NA NIVOU GONJIH KOLIKULA



1. COLLICULUS SUPERIOR
2. AQUAEDUCTUS MESENCEPHALI /Sylvii/
3. SUBSTANTIA GRISEA CENTRALIS
4. NUCLEUS N. III
5. TRACTUS TECTOSPINALIS
6. DECUSSATIO TEGMENTI POSTERIOR
7. LEMNISCUS MEDIALIS
8. NUCLEUS RUBER
9. TRACTUS RUBROSPINALIS
10. N. III
11. SUBSTANTIA NIGRA
12. FIBRAE FRONTOPONTINAE /Arnold/ (TR.CORTICOPONTINUS)
13. FIBRAE CORTICONUCLEARES (TR.PYRAMIDALIS)
14. FIBRAE CORTICOSPINALES (TR.PYRAMIDALIS)
15. FIBRAE OCCIPITO-PARIETO-TEMPOROPONTINAE (TR.CORTICOPONTINUS)

Nuclei (3 sensory, 1 motor)



N. oculomotorius se sastoji od više jedara smeštenih u mezencefalonu povezanih međusobno vestibularnim jedrima, malim i velikim mozgom:

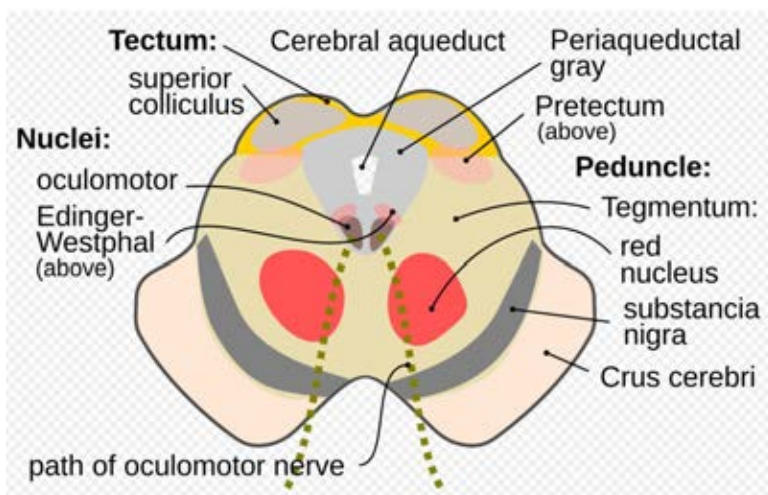
I Nucleus magnocellularis parna mortorna jedra: preko fasciculus longitudinalis medialis povezana su sa n. facialisom (VIII) i sa jedrima cerebeluma, n. trochlearisom (IV) i n. abducensom (VI). Ona učestvuju u nabiranju čela, zatvaranju oka, stezanju kapaka (Bellov fenomen - skretanje očnih jabučica gore i upolje).

II Nucleus lateralis parasympathicus - Westphal Edinger: u rostralnom delu ovoga jedra nalazi se centar za akomodaciju. Oдавde polaze vlakna za m. ciliaris, dok iz kaudalnog dela polaze parasimpatička vlakna koja inervišu m. sphincter pupillae (sužava zenicu).

	Opis	Uzrok
	Jedna zenica uvećana	Pritisak na bolesni nerv (u 90% slučajeva na strani gde je uvećana zenica)
	Obe zenice uvećane	Povreda srednjeg mozga
	Nepravilne zenice	Trauma očne duplje
	Oči „otišle“ u stranu	Lezija prednjeg mozga
	Skupljene zenice	Povreda moždanog mosta ili korišćenje opijata

III Centralno neparno jedro - Perlijevo jedro pripada parasimpatikusu. U ovom jedru se nalazi centar za konvergenciju i pogled na dole.

IV Cajalovo jedro, nalazi se iznad Westphal Edingerovog jedra. Ovo je mesto gde je lokalizovan centar za pogled na gore (centar za divergenciju pogleda je između oba jedra n.abducensa (Aksić M. i sar., 2019.).



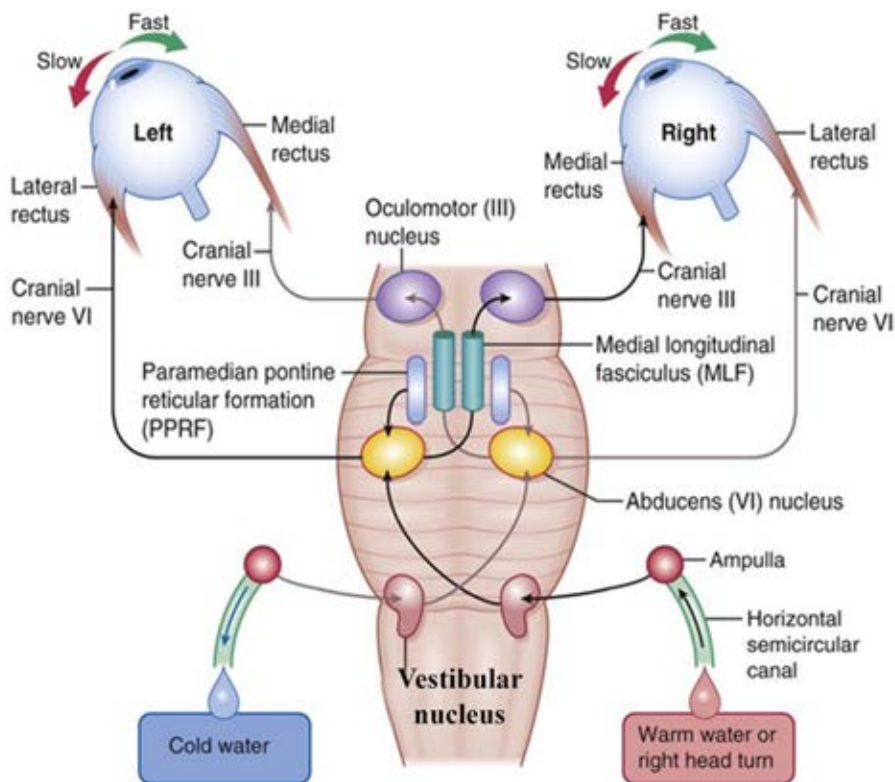
Smatra se da vlakna rostralnog dela dolaze neukrštena u nerv, da kaudalna vlakna inervišu mišiće suprotnog oka, a srednja odlaze u oba živca tj. delimično se ukrštaju.

Kao što je u uvodnom pasusu rečeno funkcija n.oculomotoriusa je inervacija parnih poprečno prugastih mišića pokretača očne jabučice: musculus rectus superior, musculus rectus inferior, musculus obliquus inferior, musculus rectus medialis i mišiće podizače gornjeg kapka musculus levator palpebrae superioris, osim gornjeg kosog i spoljašnjeg pravog mišića. Ovaj nerv sadrži i parasimpatička nervna vlakna koja inervišu dva glatka mišića unutar očne jabučice musculus ciliaris i m. sphincter pupillae.

Lezije jedara III KN najčešće nastaju kod: encefalitisa, tumora corporis pinealisa i tegmentalnog predela mezencefalona, polioencephalitis haemorrhagica superior acuta (Gaye Wernickeova encefalopatija - prvi opisao C. Wernicke 1881. godine pod nazivom polyoencephalitis haemorrhagica superior acuta - akutni gornji hemoragični polioencefalitis). U slučaju selektivnog oštećenja autonomne inervacije intraokularnih struktura dolazi do unutrašnje oftalmoplegije (ophthalmoplegia interna). Obrnuto, selektivno oštećenje ekstraokularne inervacije bez zahvatanja intraokularnih struktura dovodi do spoljašnje oftalmoplegije (ophthalmoplegia externa). Ukoliko je ležiran snop odnosno sva vlakna snopa n.oculomotoriusa nastaje kompletna ili totalna oftalmoplegija (ophtalmoplegia totalis seu ophtalmoplegia completa). Totalnu oftalmoplegiju karakteriše: ptoza gornjeg kapka, devijacija bulbusa upolje, dilatacija pupile (proširena zenica) bez reakcije na svetlosnu draž i akomodaciju. Ako se dogodi začepljenje a.cerebri posterior u predelu nucleus ruber dolazi do homolateralne oduzetosti n.oculomotoriusa sa kontralateralnom hipekinezijom koju prate horeiformni pokreti, tremor (Benedikt's syndrome) ako su zahvaćeni i pedunculi dolazi do homolateralne oduzetosti III nerva sa kontralateralnim piramidnim deficitom (hemiplegija alterna, Weberov sindrom). U slučaju aneurizme a.carotis interne, tumora ili arahnoiditisa, nakon izlaska nervus oculomotoriusa iz moždanog tkiva na mestu gde prolazi lateralno od sinus cavernosusa, ovaj nerv može biti komprimovan zajedno sa IV, V i VI kranijalnim nervom, u tom slučaju nastaje ophtalmoplegija completa uz neuralgiju n.trigeminusa sa gubitkom senzibiliteta u predelu grananja prve i druge grane n.trigeminusa (hipestesia faciei) uz prateći egzoftalmus

(Radojičić M.B., 2011., Davis Matthew C. et al., 2013.).

Na slici je prikazana komparacija funkcija III i VI KN.



Literatura:

Adel K. Afifi. (2006.) Funkcionalna neuroanatomija: Tekst i atlas. Meksiko D.F. : MekGrav Hil str. 324.

Borivoje M. Radojičić, Klinička neurologija XVII prerađeno i prošireno izdanje za lekare i studente, Beograd, maj 2011.

Davis, Matthew C. et al. „The Naming Of The Cranial Nerves: A Historical Review.”

Clinical Anatomy, vol 27, no. 1, 2013, pp. 14-19. Wiley-Blackwell, doi:10.1002/ca.22345.

Hall J.E., Guyton A.C. (2006.): Textbook of medical physiology, 11th edition. Elsevier Saunders, St. Louis, Mo, ISBN 0-7216-0240-1.

Milan Aksić i sar., Praktični atlas centralnog nervnog sistema. Sv.5, Medicina, Anatomija, EAN: 8687471429, ISBN:9788687471429, Data Medika, Beograd, 2019.

Славољуб В. Јовановић, Надежда А. Јеличић (2000.) Анатомија човека - глава и врат. Београд: Савремена администрација. ISBN 978-86-387-0604-4.

Susan Standring, ур. (2009.) [1858] Gray's anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice, Expert Consult. illustrated by Richard E. M. Moore (40 изд.). Churchill Livingstone. ISBN 978-0-443-06684-9.

Drugi izvori podataka:

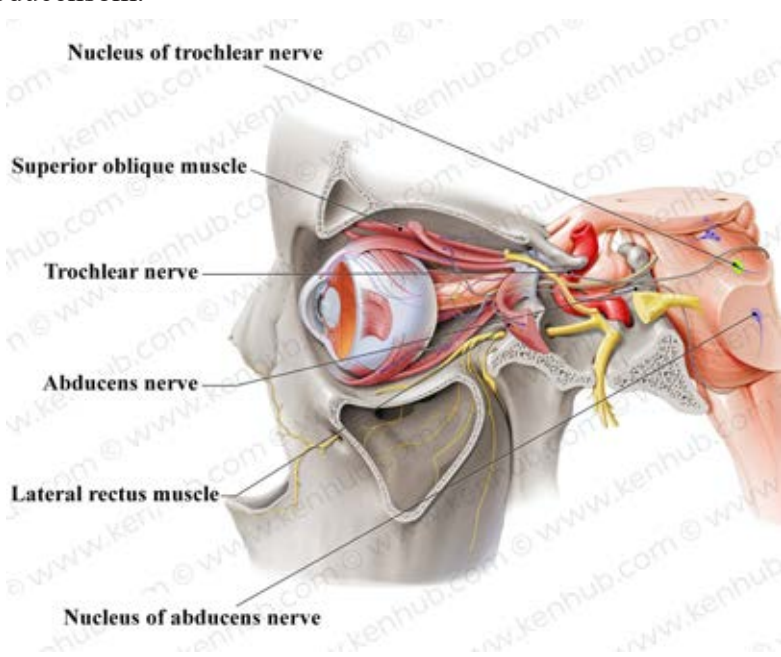
<https://www.elsevier.com/resources/anatomy/nervous-system/peripheral-nervous-system/oculomotor-nerve/18359#article-content>

<https://teachmeanatomy.info/head/cranial-nerves/oculomotor/>

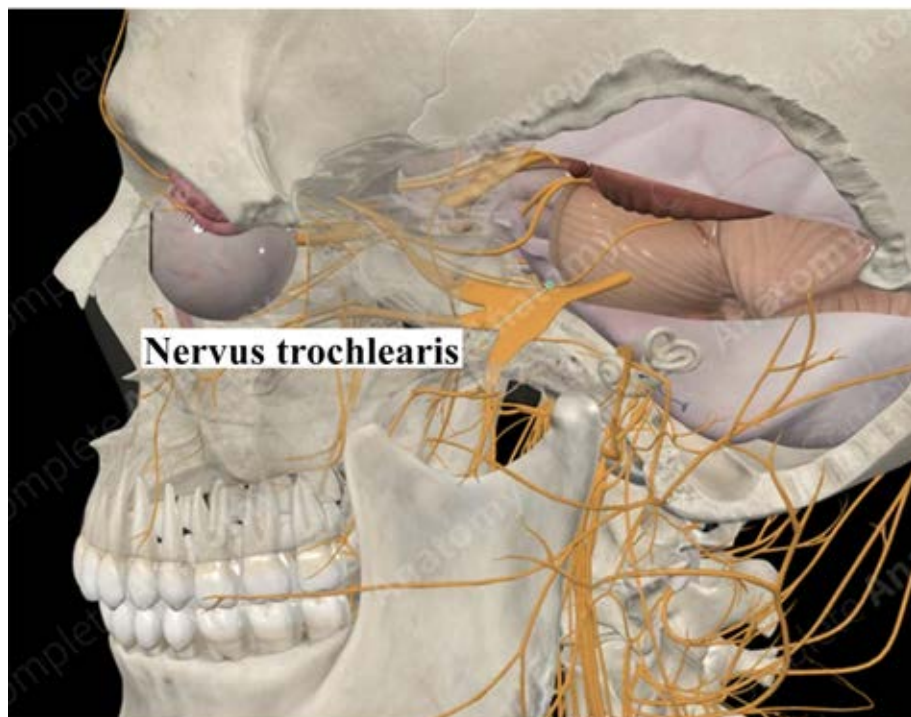
IV KRANIJALNI NERV TROHLEARNI ŽIVAC (*nervus trochlearis*)

Četvrti kranijalni nerv, trohlearni živac (*nervus trochlearis*) je najmanji i najtanji motorni kranijalni nerv. Od svih kranijalnih nerava on ima najduži put kroz lobanjsku duplju jer je jedini nerv koji ima dorzalni izlaz iz moždanog stabla. Iako od svih kranijalnih nerava ima najduži intrakranijalni tok, meren brojem aksona on je najslabiji kranijalni nerv.

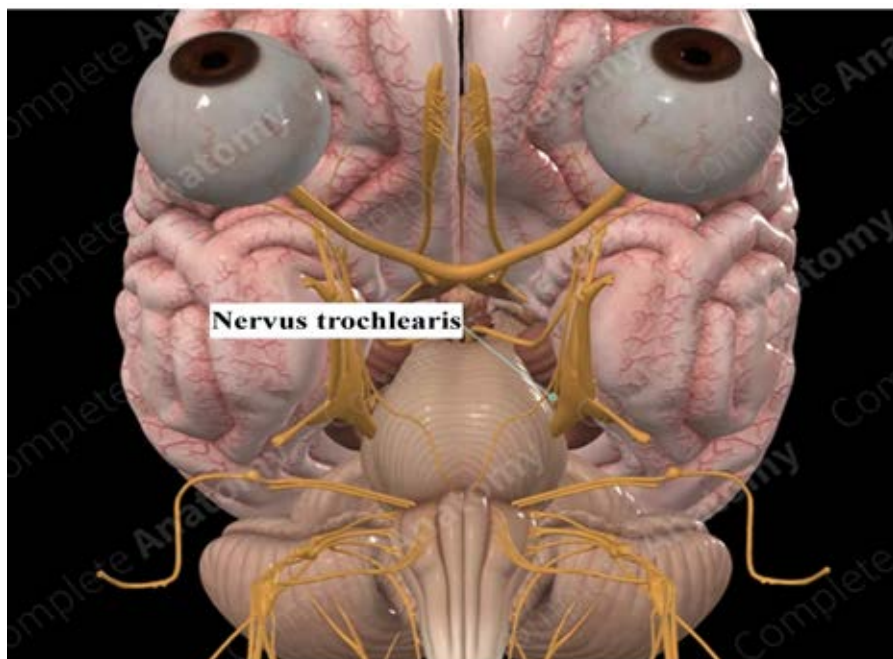
Nervus trochlearis, kao somatski eferentni (motorni) nerv, ima ulogu u kontroli kretanja očnih jabučica zajedno sa *n.oculomotoriusom* i *n.abducensom*.



Trochlea je latinski izraz za remenicu. Ona opisuje remen vezivnog tkiva u kome se nalazi tetiva gornjeg kosog mišića. Inervacijom gornjeg kosog mišića ovaj nerv kontroliše abdukciju i intorziju oka (intorzija lat. reč označava uvrtnje, zavrtnje, iskrivljenost) (Filipović B. i sar., 2018.).



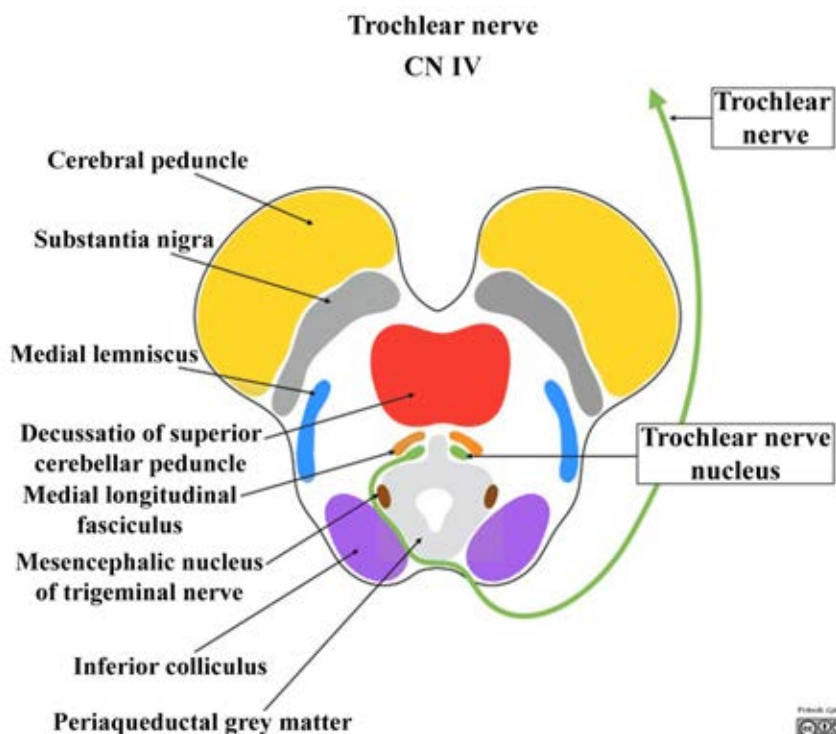
Četvrti moždani živac polazi od jedra n.trochlearisa (nucleus nervi trochlearis), koje se nalazi u visini kaudalnih kolikula mezencefalona, preciznije iza donjih kvržica mezencefalona (srednjeg mozga), blizu ventralne ivice centralne sive supstance kaudalno od jedra n.oculomotoriusa. Vlakna četvrtog kranijalnog nerva se ukrštaju u nivou aqueductus cerebri Sylvii te tako vlakna iz jedra sa obe strane prelaze na suprotnu stranu. Odatle se prostire upolje bočno, potom koso napred od sinusa cavernosa, zajedeno sa trećim i šestim kranijalnim nervom, prelazi preko spoljne strane moždanog kraka i dospeva do donje (dorzalne) strane mozga.



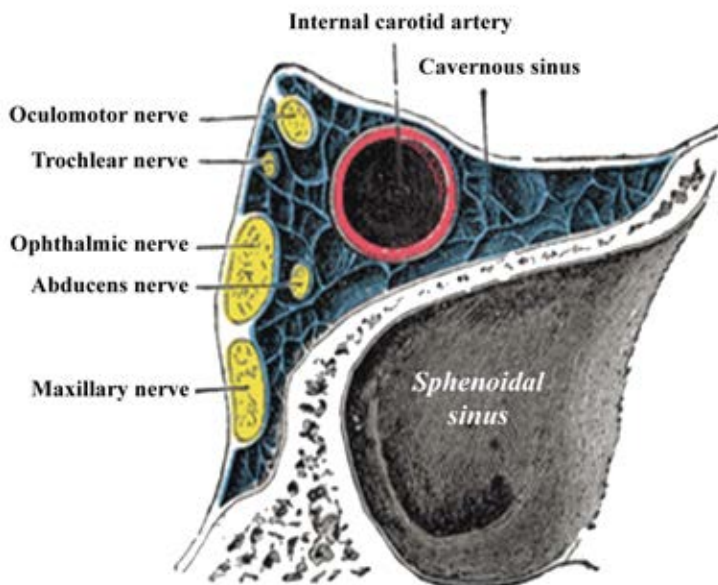
N. trochlearis je jedini kranijalni nerv koji napušta mozak sa dorzalne strane u predelu moždanog stabla. Nakon toga n. trochlearis prolazi prvo kroz tvrdi moždani opna (dura mater) dorzolateralno u odnosu na okulomotorni nerv, na prednjoj ivici tentorijuma cerebri, a potom prolazi kroz spoljašnji zid kavernoznog sinusa (ispod III kranijalnog nerva (n. oculomotorius), a iznad II kranijalnog nerva (n. optalmicus).

Nakon izlaska iz ovog sinusa, n. trochlearis ulazi u očnu duplju kroz gornju orbitalnu pukotinu i deli se u dve do tri grančice koje inervišu gornji kosi mišić (m. obliquus superior) jednog od pokretača očne jabučice (bulbus oculi). Ovaj kranijalni nerv je odgovoran za regulaciju pokreta očnih bulbosa tj. pogleda prema dole i unutra (Јовановић С.В. i sar., 2000., Јовановић С.В. i sar., 1987.).

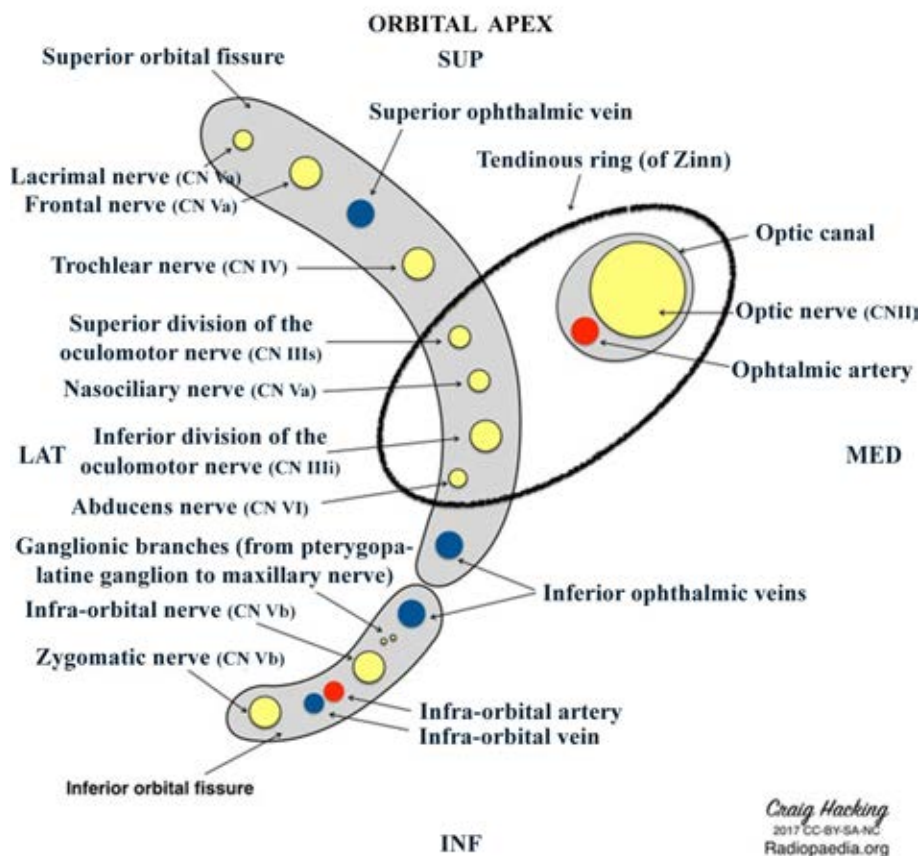
Srednji mozak krvlju snabdevaju zadnja cerebralna arterija, gornja cerebelarna arterija i bazilarna arterija. Motorno jedro trohlearnog nerva se nalazi u blizini srednje linije duž medijalnog longitudinalnog fascikulusa. Poremećaj u bilo kojoj od navedenih arterija može uticati na mezencefalon, a posledično i na jedro trohlearnog nerva.



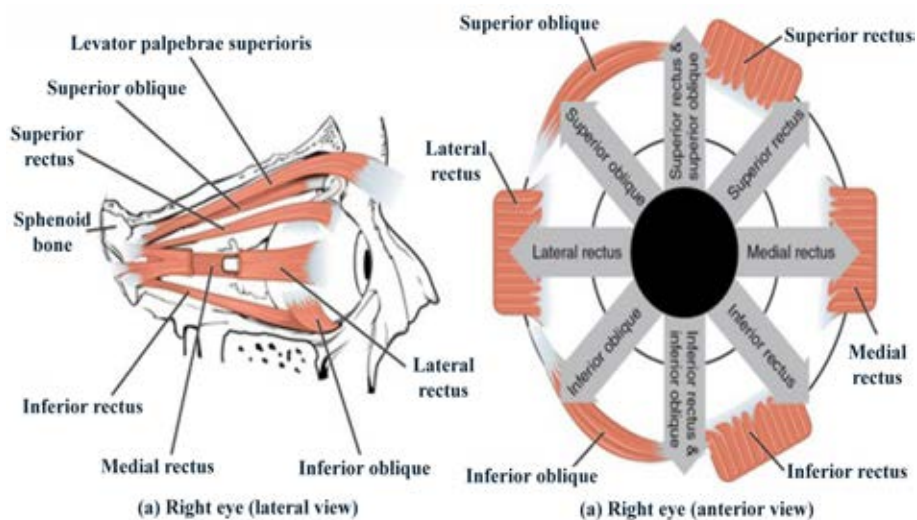
From: radiopaedia.org



Embriološki posmatrano trohlearni nerv, kao i n.abducens, n.hypoglossus i n.oculomotorius su homologni ventralnih korena kičmenih nerava. Tokom četvrte nedelje embrionalnog razvoja, neuralna cev se sastoji od tri primarne vezikule: prozencefalona, rombencefalona i mezencefalona. Mezencefalon se dalje razvija u srednji mozak.



Somatska eferentna vlakna moždanog stabla dovode do ovih kranijalnih nerava. Mišići koje inervišu pomenuti kranijalni nervi potiču iz kranijalnih (preoptičkih i okcipitalnih) miotoma u ranom razvoju skeletnih mišića. U skladu sa navedenim trohlearni nerv potiče iz zadnjeg dela srednjeg mozga odakle polazi, putem navedenim u ranijem tekstu, do gornjeg kosog mišića očnog bulbosa za čiju je inervaciju zadužen (Cooper E.R., 1947.).



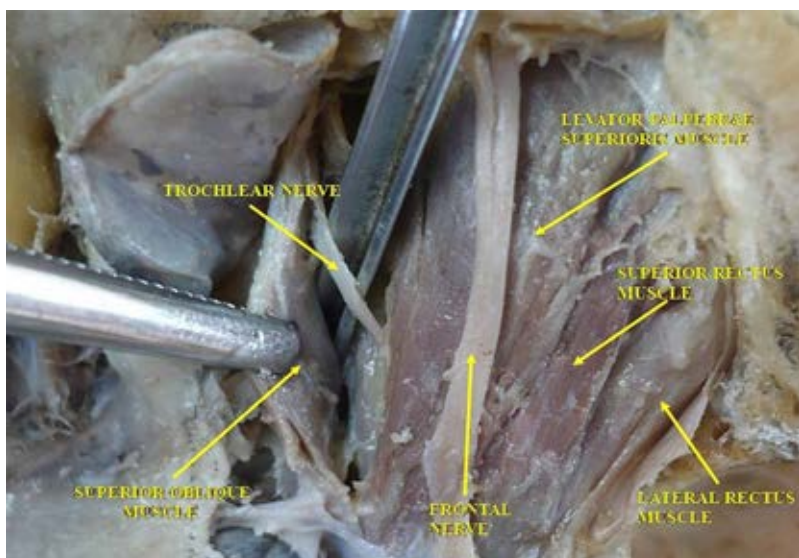
Gornji kosi mišić (musculus obliquus superior) je najduži i najtanji mišić među ekstraokularnim mišićima. Pripaja se u predelu vrha očne šupljine odakle se pruža prema napred ka gornjem unutrašnjem uglu.

Tu se od mišića odvaja njegova završna tetiva koja prolazi kroz tzv. trohleu (fibrozno-hrskavični prsten koji se pripaja na čeonu kost) i koji se potom lepezasto širi i pripaja na gornjem spoljašnjem kvadrantu očne jabučice. Kroz trohleu prolazi i n.trochlearis koji ujedno inervirše pomenuti mišić.

Uloga ovoga nerva je da inervirše mišić koji povlači prednji deo očne jabučice prema dole i istovremeno vrši rotaciju prema spolja, tj. temporalno (Laine F.J., 1996.).

Klinički značaj n.trochlearisa: Paraliza n.trochlearisa može biti urođena, često je posledica komplikacija kod zatvorenih povreda glave, a ograničenje njegovih pokreta se često viđa kod Braunovog sindroma (engl. Braun's syndrome, sindrom tetivnog kanala gornjeg kosog mišića). Ovaj sindrom može biti urođen ili stečen, a podjednako pogađa jedno (čak u 90% slučajeva) ili oba oka. Uzrok nastanka ovoga sindroma može biti kongenitalni (genetske mutacije, poremećaji u razvoju mišića oka), neurološki (poremećaji u razvoju nerava koji kontrolišu pokrete očnih jabučica ili lezije funkcionalnih regija mozga i kore mozga), kao komplikacija nekih drugih stanja i oboljenja npr. Arnold Chiari Syndrome, reumatoidni artritis i sl.

Najčešći uzrok izolovane paralize četvrtog kranijalnog nerva je urođen tj. kongenitalan. Klinički se ovo stanje prepoznaje po prisustvu



duplih slika (diplopije) i karakterističnom nagibu glave (promeni posture glave) ka strani koja nije pogođena paralizom. Na taj način se kompenzuje nedostatak intorzije od gornjeg kosog mišića. Kongenitalne paralize ovoga nerva su najčešće jednostrane. Vrlo često se kod dece u početku mogu zameniti sa tortikolisom kod kojeg je takođe karakterističan nagib glave (Adamec I. et al., 2018.). Postoje navodi koji ukazuju na to da je kongenitalna paraliza češća kod muškaraca (Bagheri A. et al., 2010.).

Zbog svog ekstenzivnog intrakranijalnog toka i krhkosti, trohlearni nerv je u odnosu na druge kranijalne nerve, posebno osetljiv na traume, najčešće se viđa kod saobraćajnih nezgoda, boksera i sl. Pošto je trohlearni nerv jako tanak. Lezije mogu nastati u pomenutim situacijama i kod manjih povreda glave koje ne uključuju gubitak svesti ili frakturu lobanje, a tokom kojih brzo dolazi do usporavanja pokreta glave. Mehanizam povređivanja u ovim situacijama je sila smicanja te posledično dovodi do poremećaja, posebno u gornjoj orbitalnoj pukotini, gde trohlearni nerv ulazi u orbitu (Bixenman W.W., 1981.).

Uzroci paralize četvrtog kranijalnog nerva ređe mogu biti: mikrovaskularna bolest, idiopatski efekat pojedinih tumora ili povišen intrakranijalni pritisak. Takođe mikrovaskularna paraliza trohlearnog nerva se često viđa kod osoba starijih od 50 godina obolelih od dijabetesa (Tamhankar M.A., 2013.). Najčešće je ovo stanje udruženo sa lezijom okulomotornog nerva. Ovi simptomi su češće prolaznog karaktera, nestaju i bez lečenja za nekoliko meseci. Retko paralizuju trohlearnog nerva mogu izazvati Herpes zoster (Herpes zoster), Lajmska bolest (Morbus Lyme), Meningeom (Meningeom), Guillain-Barréov sindrom (Guillain Barréov sy., GBS), kao i sindrom kavernoznog sinusa (Brinar V. i sar., 2019.).

Jedno od mogućih oštećenja trohlearnog nerva je superiorna kosa miokimija koja uzrokuje grčeve gornjeg kosog mišića. Etiologija ovog oboljenja do danas nije poznata, može biti povezana sa drugim stanjima koja uzrokuju mikrotremor. Retko, pomenuti uzrok može da izazove superiornu slabost kosih mišića (Adamec I. et al., 2018.).

Lezije trohlearnog nerva mogu zahvatiti ili nerv ili jedro, klinički oba su prisutna sa sličnim simptomima. Jedina razlika je u tome što unilateralna trohlearna nuklearna lezija zahvata kontralateralni nerv i gornji kosi mišić, a fascikularna lezija utiče na ipsilateralni nerv i mišić. Većina paraliza n.trochlearisa je jednostrana. Međutim, pošto

se dekusacija trohlearnog para nerava dešava kada su blizu jedan drugog, lezija na dorzalnom delu mezencefalona može da izazove bilateralnu trohlearnu paralizu nerava. Ukoliko se u kliničkoj slici manifestuju udruženi simptomi sa drugim očnim motornim nervima, lezija je najverovatnije u kavernozenom sinusu ili srednjem mozgu tj. mezencefalonu. Razlog ovome je što su nervi u ovom prostoru anatomske smešteni relativno blizu jedan drugom i istovremeno dele vaskularno snabdevanje (Adamec I. et al., 2018.).

Klinička slika stečene paralize četvrtog kranijalnog nerva je slična onoj kod kongenitalne paralize. Najčešći simptom zbog kojeg se pacijenti obraćaju lekaru je diplopija ali mogu biti prisutni i zamagljen vid ili manji problemi pri pogledu na dole što oboleli uočavaju najčešće dok čitaju ili silaze niz stepenice. Paralizu ovoga nerva osobe kompenzuju naginjanjem glave na suprotnu stranu i uvlačenjem brade, tako da se zenica zahvaćenog oka može pomeriti na gore te na taj način iznuditi pogled kao nadole i intorziju bulbus oculi (uvrtanje očne jabučice). Tokom kliničkog pregleda registruje se hipertropija na zahvaćenom oku koje je blago povišeno (višlje postavljeno) u odnosu na drugo zdravo oko. Takođe, kada se zaštititi, položaj zahvaćenog oka će biti nešto viši u odnosu na drugo oko (Brazis P.W., 2009.).

Literatura:

Adamec I, Habek M. Superior oblique myokymia. *Pract Neurol.* 2018. Oct;18(5):415-416.

Bagheri A, Fallahi MR, Abrishami M, Salour H, Aletaha M. Clinical features and outcomes of treatment for fourth nerve palsy. *J Ophthalmic Vis Res.* 2010. Jan;5(1):27-31.

Bixenman WW. Diagnosis of superior oblique palsy. *J Clin Neuroophthalmol.* 1981. Sep;1(3):199-208.

Brazis PW. Isolated palsies of cranial nerves III, IV, and VI. *Semin Neurol.* 2009. Feb;29(1):14-28.

Brinar Vesna i suradnici, Neurologija za medicinare, drugo, obnovljeno i dopunjeno izdanje, Medicinska naklada, ISBN 978-953-176-871-9, 2019.god.

Cooper ER. THE TROCHLEAR NERVE IN THE HUMAN EMBRYO AND FOETUS. Br J Ophthalmol. 1947 May;31(5):257-75.

Dr Branislav Filipović, Vuk Đulejić, Bazična i primenjena Neuroanatomija sa osnovama kliničke anatomije centralnog nervnog sistema, izdavač DONVAS, Beograd, 2018.

Laine FJ. Cranial nerves III, IV, and VI. Top Magn Reson Imaging, Apr;8(2):111-30. 1996.

Neurologija-nova knjiga.pdf <https://www.scribd.com/doc/50078912/Neurologija-Nova-knjiga>, <https://www.belimantil.info/portal/2014.god>.

Park HK, Rha HK, Lee KJ, Chough CK, Joo W. Microsurgical Anatomy of the Oculomotor Nerve. Clin Anat. Jan;30(1):21-31. 2017.

Славољуб В. Јовановић, Нева Л. Лотрић, Дескриптивна и топографска анатомија човека. Београд, Загреб: Научна књига, 1987.

Славољуб В. Јовановић, Надежда А. Јеличић, Анатомија човека - глава и врат. Београд: Савремена администрација. ISBN 978-86-387-0604-4, 2000.

Seung Y. Kim; Mahsaw Motlagh; Imama A. Naqvi. Neuroanatomy, [https:// www. ncbi. nlm. nih.gov/ books/NBK537244/#article-30628.s7](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537244/#article-30628.s7).

Tamhankar MA, Biousse V, Ying GS, Prasad S, Subramanian PS, Lee MS, Eggenberger E, Moss HE, Pineles S, Bennett J, Osborne B, Volpe NJ, Liu GT, Bruce BB, Newman NJ, Galetta SL, Balcer LJ. Isolated third, fourth, and sixth cranial nerve palsies from presumed microvascular versus other causes: a prospective study. Ophthalmology, Nov;120(11):2264-9, 2013.

Vladimir Kostić urednik, Neurologija za studente medicine, Medicinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2020.

Drugi izvori podataka:

<https://www.elsevier.com/resources/anatomy/nervous-system/peripheral-nervous-system/trochlear-nerve/21469#article-content>

https://www.researchgate.net/figure/Trochlear-nerve-palsy-and-Claude-Bernard-Horner-syndrome-a-Slight-ptosis-on-the-right_fig2_51826262

https://de.wikipedia.org/wiki/Nervus_trochlearis

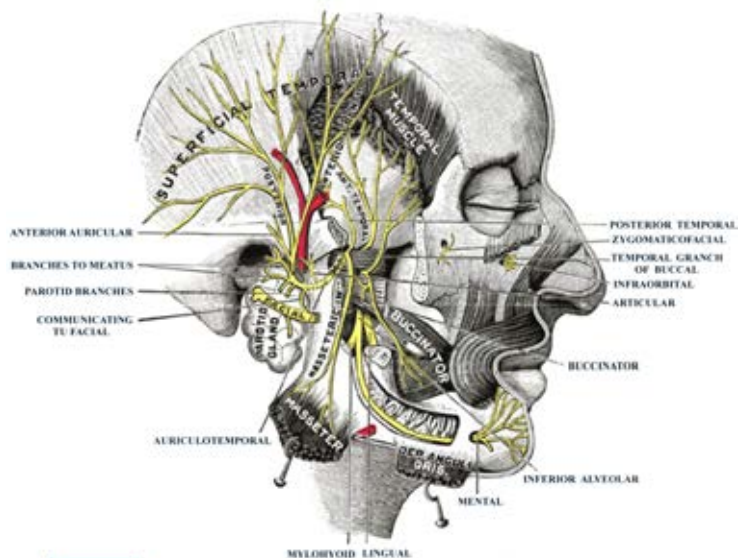
https://no.wikipedia.org/wiki/Nervus_trochlearis

https://www.medicin.wiki/wiki/n-trochlearis/hirurškiprikaz_n.trochlearisa

Nervus Trochlearis - Aufbau, Funktion & Krankheiten / MedLexi.de

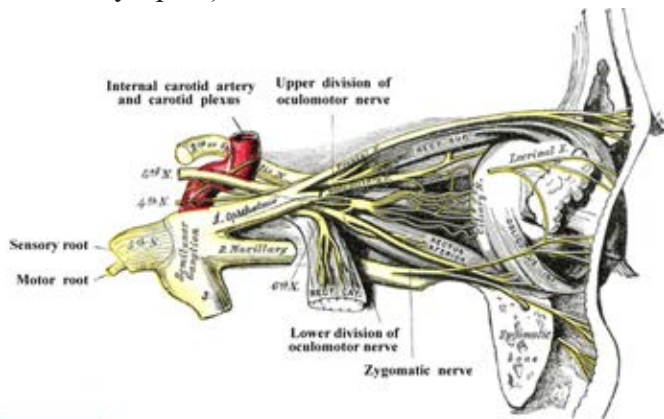
V KRANIJALNI NERV TROGRANI / TRIGEMINALNI ŽIVAC (*nervus trigeminus*)

Trigeminalni nerv (n.trigeminus) je peti od dvanaest kranijalnih nerava. On je mešoviti kranijalni živac, a odgovoran je za prenošenje brojnih motornih, senzornih i autonomnih stimulusa struktura glave. N.trigeminus se sastoji iz motornog dela (portio minor) i senzitivnog dela (portio major - radix sensoria). Funkcija ovoga nerva je da inerviše mastikatornu muskulaturu i to: prednji trbuh dvotrušnog mišića (venter anterior musculus digastricus), milohioidni mišić (musculus

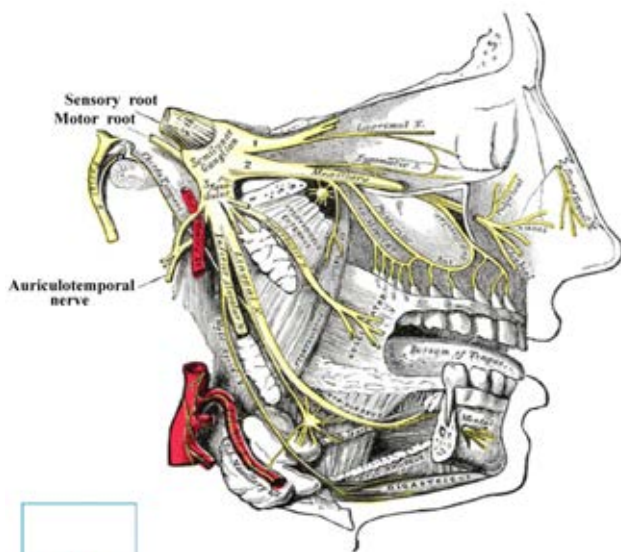


Copyright © 2023, StatPearls Publishing LLC.

mylohyoideus), mišić zatezač mekog nepca (musculus tensor veli palatini) i mišić zatezač bubne opne (engl. tensor tympani muscle, lat. musculus tensor tympani).



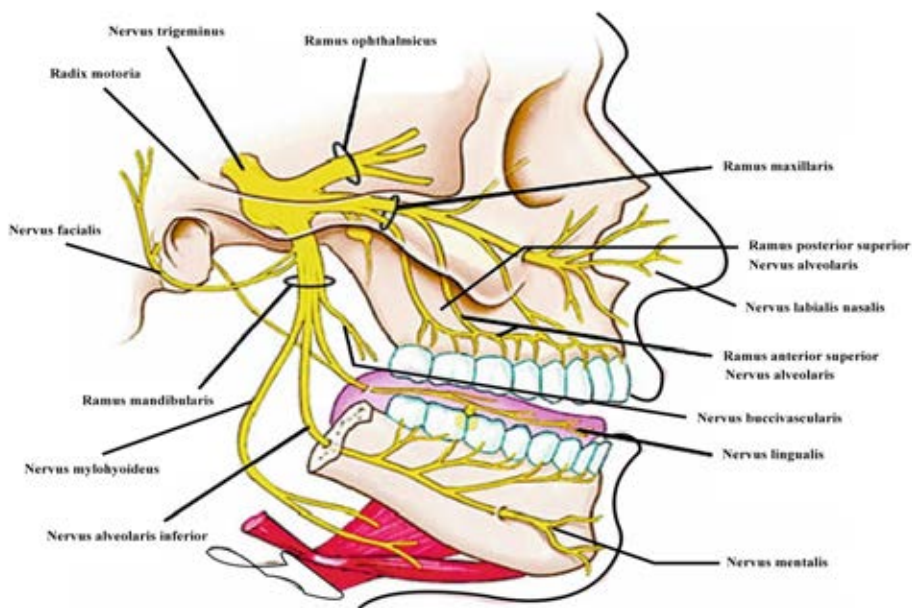
Copyright © 2023, StatPearls Publishing LLC.



Copyright © 2023, StatPearls Publishing LLC.

Na prikazanim slikama trigeminalni nerv i njegove tri glavne grane (prikazane žutom): oftalmička (V1), maksilarna (V2) i mandibularna grana (V3).

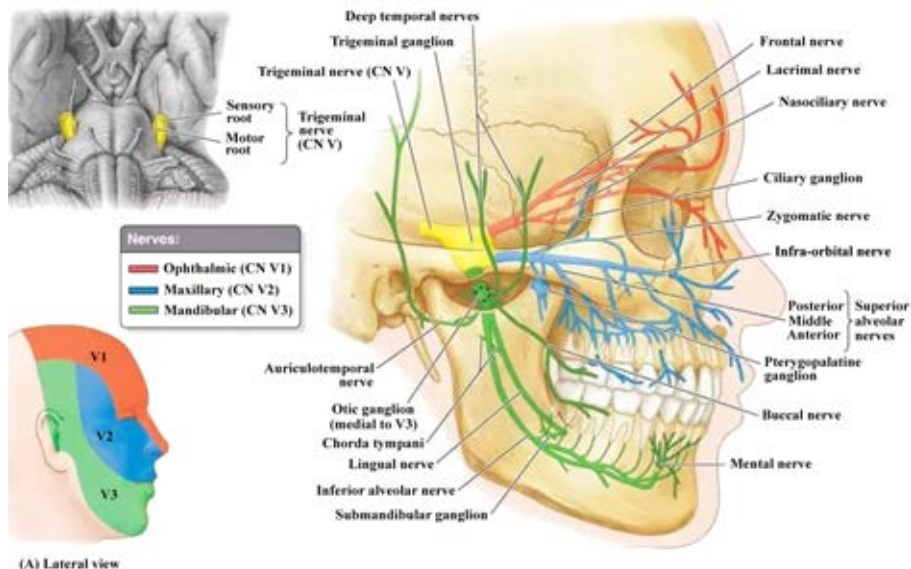
Senzitivni deo n.trigeminusa inervise kožu lica i prednjeg dela glave, sluzokožu nosne i usne duplje, kao i prednje 2/3 jezika, zube, vežnjaču, delove očne jabučice, paranazalne sinuse, pojedine delove tvrde moždane opne. Pomenutim granama trigeminalnog nerva se priključuju simpatička i parasimpatička nervna vlakna koja potiču od VII KN (n.fatialis, facijalni živac) i IX KN (nervus glossopharyngeus, jezično-ždrelni živac), a koja inervišu različite organe. Zbog svega navedenog neki autori ga nazivaju glavnim regulatorom senzornih modaliteta glave.



©mrimaster.com

TRIGEMINAL NERVE (CN V)

@HEALTHY_STREET

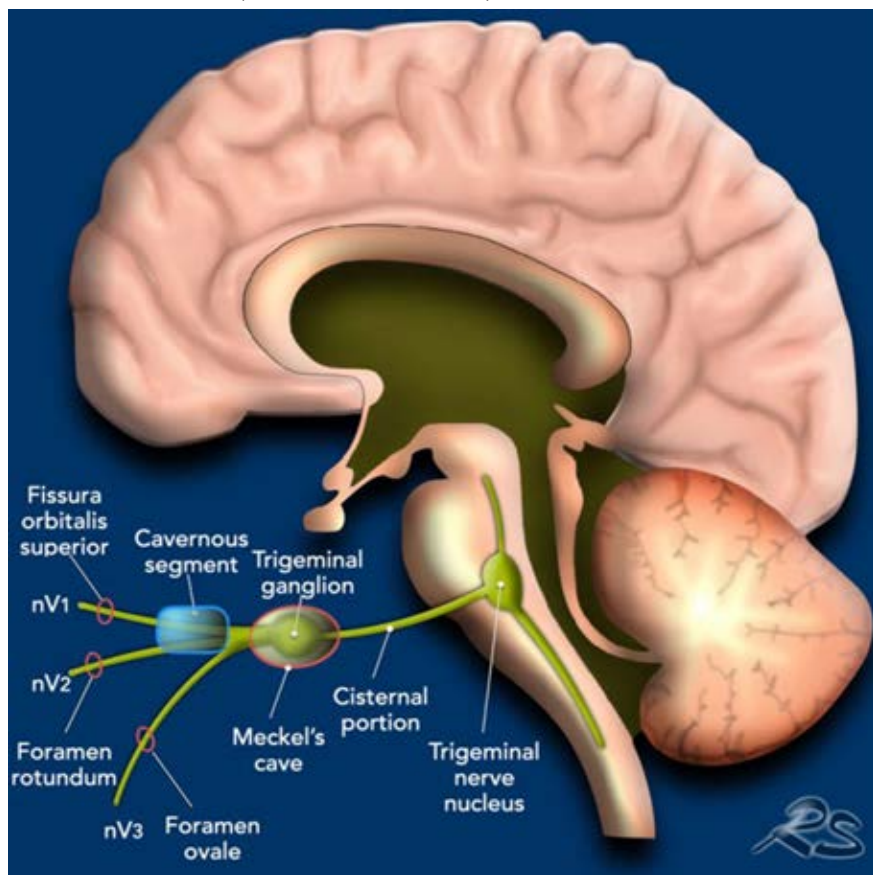


Za razliku od ostalih, n.trigeminus je prilično veliki nerv koji ima svoja četiri jedra (motorno jedro, glavno senzorno jedro, spinalno jedro i mezencefalično jedro trigeminalnog nerva) koja šalju vlakna da formiraju svoje puteve, a istovremeno su povezana i sa tri odvojene grane (oftalmička (KN V1 ili Va) grana, maksilarna grana (KN V2 ili Vb) i mandibularna grana tj. nerv (KN V3 ili Vc) (Jovanović V.S. i sar., 2000., Standring S. yp., 2009.).

Embriološki gledano trigeminalni nerv se razvija od nerva prvog škružnog luka i stoga inerviše sve mišiće koji se formiraju iz mišićnog sistema ovoga škružnog luka. (vidi raniji tekst)

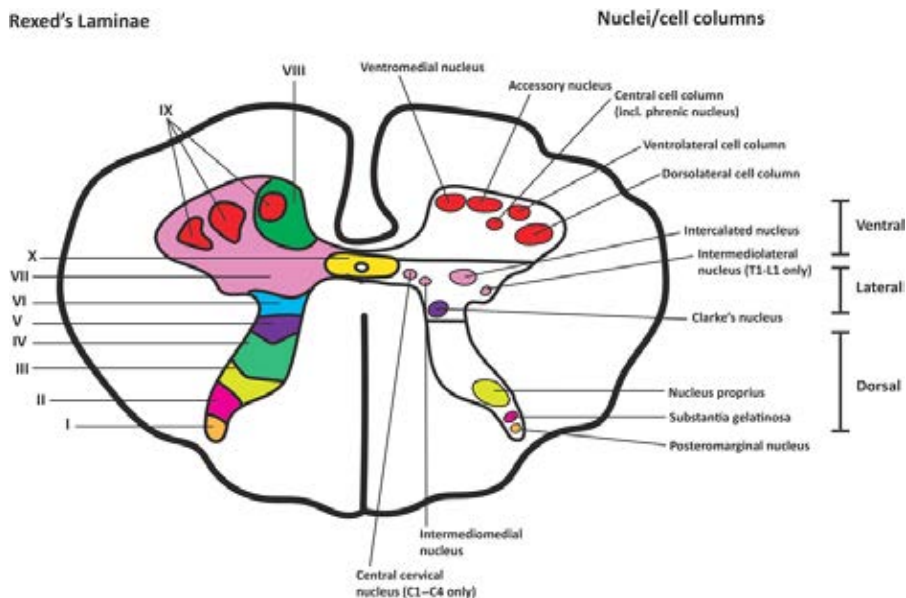
Trigeminalni nerv napušta moždano stablo na granici prednje i lateralne strane ponsa sa dva priljubljena korena, motorni i senzitivni. Na dalje oba korena priljubljena zajedno se pružaju koso prema gore, lateralno i napred ulaze u trigeminalnu jamu. Nakon što pređu preko

gornjeg ruba petroznog dela slepoočne kosti, petrozne piramide, gde se probija kroz dura mater (tvrdu moždanu opnu). U duralnom džepu iznad trigeminalne šupljine (foramen lacerum), trigeminalni nerv nabubri i formira ganglion trigeminusa (ganglion Gasseri). Zatim se deli na svoje tri terminalne grane: oftalmološki nerv, maksilarni nerv i mandibularni nerv (Huff T. et al., 2018.).



Prva senzitivna proprioceptivna vlakna nastaju iz unipolarnih ćelija na lateralnoj granici ponsa smeštenih u semilunarnom tzv. Gasserovom ganglionu, lateralno od motornog jedra u ponsu (nucleus principalis n.trigemini). U nucleus principalis n.trigemini se završavaju vlakna epikritičkog senzibiliteta lica. Oralno od njega se nalazi mezencefalično jedro u kojem je lociran centar za žvakanje meke i tvrde hrane. Kaudalno od njega u produženoj moždini i meduli spinalis je

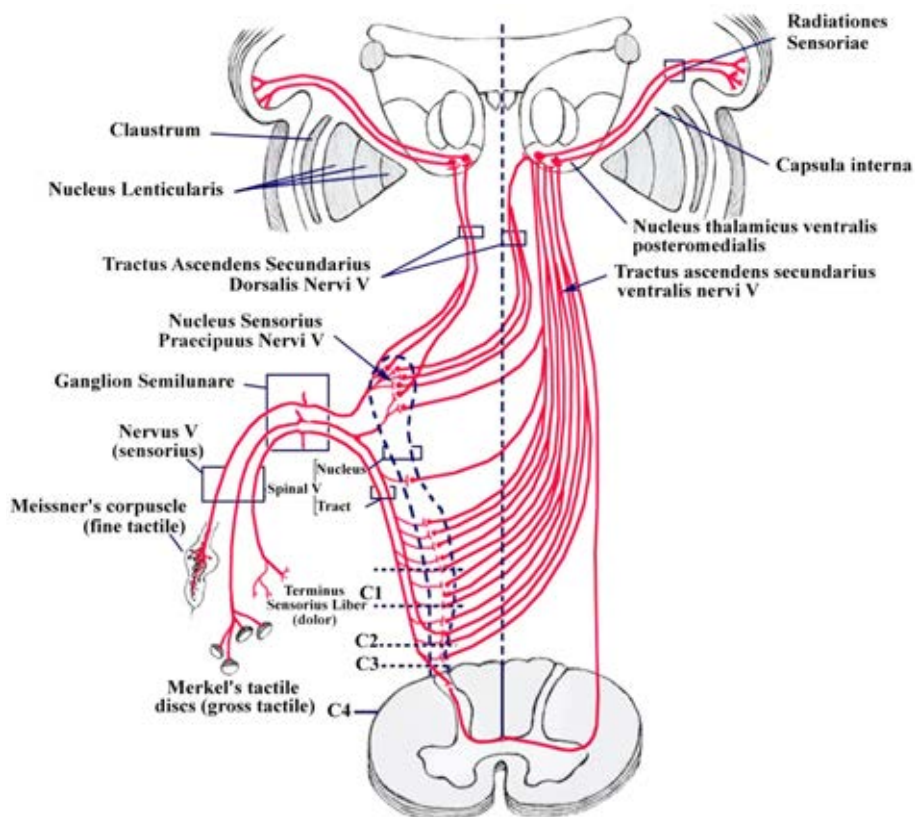
locirano descendntno jedro trigeminusa (nucleus trigeminalis tractus spinalis n.trigemini) koje se završava kod C2 segmenta kao substantia gelatinosa of Rolando (or SGR). Ovo jedgro prima vlakna protopatskog senzibiliteta lica. Deo senzitivnih vlakana silazi i postepeno se završava duž pomenute substantie gelatinose. Vlakna ovoga jedra se mogu podeliti na pars caudalis, pars interpolaris i subnucleus oralis. Ovakva somatotopska organizacija objašnjava oblast perioralne inervacije u obliku posude tzv. Solderove linije. Vlakna iz viših delova lica (zona ophthalmicusa) se završavaju u gornjem delu ovog jedra, a prenose senzacije bola, temperaturu, grubi dodir - protopatski dodir. Mezencefalično jedro n.trigeminusa (nucleus originalis accessorius n.trigeminus seu nucleus tractus mesencephalici n.trigemini) nalazi se bočno i iza centralne sive mase mezencefalona u visini donjih kolikula (deo za duboki senzibilitet lica). Mezencefalično jedro prima aferentna vlakna od mišića žvakača i šalje eferentna vlakna do njih. Ovi putevi čine anatomsku osnovu refleksa masetera. Posebno važno je znati da se nucleus mesencephalicus nervi trigemini sastoji od pseudounipolarnih nervnih ćelija. Aferentna vlakna iz m.massetera (žvakaćih mišića) ne vode do tela nervnih ćelija u trigeminalnom ganglionu, već vode direktno u jedro V KN (n.trigeminusa). Pojedini autori navedeno jedro, koje se nalazi u CNS, nazivaju ganglionom (Tewfik T.L., 2017).



Na str. 233 šematski je prikazan poprečni presek kičmene moždine kod čoveka (približno nivo C7) sa ocrtanim Reksedovim laminama (levo) (Rexed's laminae) i približnim lokacijama ćelijskih jedara i ćelijskih stubova unutar sive mase (desno).

Leva strana prikazuje 10 podela koje je Reksed identifikovao 1952. godine. Ovi slojevi su identifikovani na osnovu različitih morfologija ćelija otkrivenih bojenjem krezil ljubičastom bojom (Nissl). Desna strana prikazuje približne lokacije ključnih jedara i ćelijskih stubova. U većini slučajeva, one odgovaraju jednoj Reksedovoj lamini i obojene su isto kao i lamina sa kojom su najviše povezane. Regionalna odstupanja se mogu videti u cervikalnoj, torakalnoj i lumbalnoj regiji, a detaljno su iznete u opisu lamine sa kojom su najviše povezana. Ventralni, lateralni / srednji i dorzalni regioni rogoва su prikazani pored, radi reference.

Nucleus motorius nervi trigemini za posebna visceromotorna vlakna trigeminalnog nerva se nalazi u ponsu. Motorno jedro trigeminusa sadrži motorne neurone koji inervišu mišiće prvog graničnog luka, odnosno mišiće žvakače, m.tensor tympani, m.tensor veli palatini, milohioidni mišić i prednji trbuh digastričnog dela (Brainstem Nuclei of the Cranial Nerves at wustl.edu Archived 2007.). Ovo jedro se nalazi u gornjem delu ponsa, inferiorno u odnosu na bočni deo dna četvrte moždane komore (Sinnatamby C.S., 2011.). Trigeminalno motorno jedro formira eferentni put refleksa trzaja vilice. Pošto se aksoni koji su uključeni u ovaj refleks ne ukrštaju, lezija koja je u nivou motornog trigeminalnog jedra dovodi do ipsilateralne hemipareze.



Moždano stablo (dorzalno) sa šematskim slikama CN iz Grejeve anatomije. (van autorskih prava)

Crvena jedra na levoj strani slike (desna strana moždanog stabla) predstavljaju motorna jedra. Plava jedra na desnoj strani slike (leva strana moždanog stabla) predstavljaju senzorna jedra.

Iz senzitivnih jedara vlakna centralnog neurona prelaze na suprotnu stranu moždanog stabla i priključuju se ushodnim senzitivnim putevima na prolazu za talamus. Senzorna vlakna prenose draži na periferiju preko:

V₁ (n.ophtalmicus) - ulazi u kavernozi sinus i povlači se ventralno duž njegovog bočnog zida. Ova grana trigeminalnog nerva pre nego što stigne do orbite kroz gornju orbitalnu pukotinu, daje rekurentni meningealni ramus do moždanih ovojnica. Po ulasku u orbitu grana se na svoje tri terminalne grane: frontalni nerv, nazocilijarni nerv i suzni

nerv (nosi visceromotorna vlakna za parasimpatičku inervaciju suzne žlezde preko vlakana iz n.facialis). N.ophtalmicus inerviše kožu čela do baurikalne linije gornjeg kapka sluzokože oka, prednjeg dela nosa, frontalnog i etmoidalnog sinusa, orbite, tentorium cerebeli, delom i tvrdu moždanu opnu. N.ophtalmicus preko fissure orbitalis superior i kavernoznog sinusa ulazi u ganglion Gasseri (Huff T. et al., 2018.).

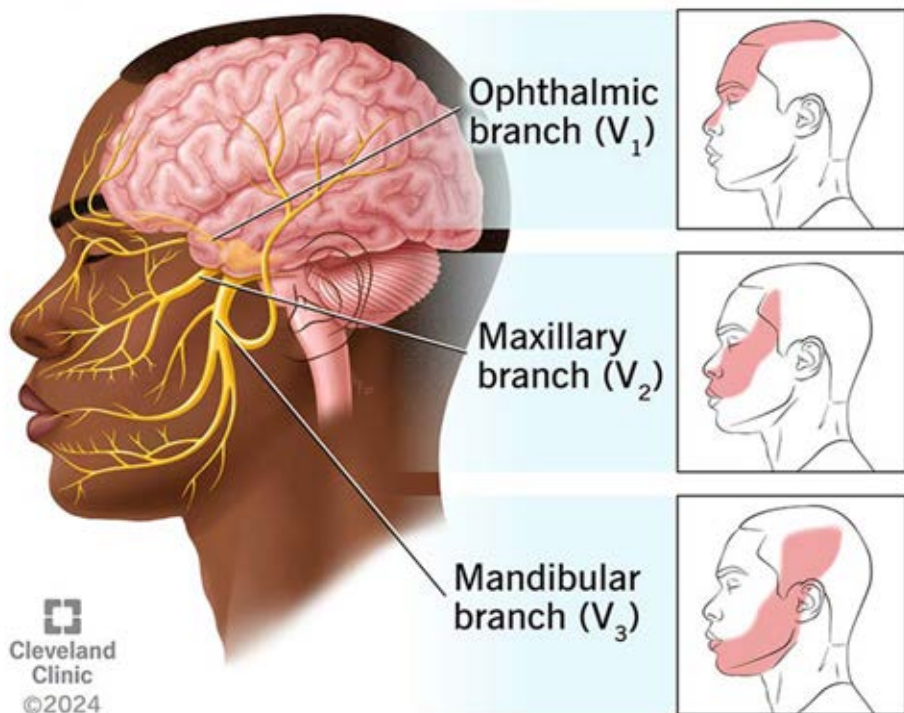
V₂ (n.maxilaris) - prolazi ventralno u bazolateralnom zidu kavernoznog sinusa gde daje meningealni ramus pre nego što prođe kroz foramen rotundum. Preko foramen rotunduma stiže do pterigopalatinalne jame (pterygopalatine fossa). Na ovome mestu se deli na svoje terminalne grane: zigomatični nerv, infraorbitalni nerv i ganlionske grane. N. maxilaris inerviše kožu lica do usnih uglova, kožu donjeg kapka, sluzokožu gornje usne, nepce, delom nos, maksilarni sinus, gornje zube, alveole i delom duru mater. Preko canalis infraorbitalis maxillae, foramen rotunduma ulazi u Gasserov ganglion (Huff T. et al., 2018., Tewfik T.L., 2017., Jovanović V.S. i sar., 2000.).

V₃ (n.mandibularis) - prolazi kroz foramen ovale u infratemporalnu fosu. Za razliku od druge dve grane trigeminalnog nerva, mandibularni nerv samo ovde daje rekurentni meningealni ramus (rekurentnu meningealnu granu), izvan lobanjske duplje. Na dalje zajedno sa srednjom meningealnom arterijom ponovo ulazi u lobanjsku duplju preko spinoznog foramena gde opskrbljuje krvlju deo meninga. U infratemporalnoj jami ovaj nerv se deli na četiri somatosenzitivne terminalne grane: aurikulotemporalni nerv (nervus auriculotemporalis), jezični nerv (nervus lingualis), bukalni nerv (nervus buccalis) i donji alveolarni nerv (nervus alveolaris inferior). Na ovome mestu daje još i posebne visceromotorne grane koje inervišu između ostalog i mišiće žvakače. Mandibularni nerv je jedina grana n.trigeminusa koja sadrži motorna vlakna. Kroz foramen ovale ulazi u ganlion Gasseri, a njegova grana je n.lingualis (Huff T. et al., 2018., Tewfik T.L., 2017., Jovanović V.S. i sar., 2000.).

Takođe pored navedenog inerviše i kožu lica, brade od usnih uglova na dole, ušnu školjku i spoljni ušni kanal, sluzokožu usne šupljine, pozadi alveole i donje zube, prednje 2/3 jezika i delom duru mater. Terminalne grane ovoga nerva uz n.glosopharingeus inervišu parotidne žlezde i njihovu sekreciju, a uz vlakna n.facialis submandibularne i sublingvalne žlezde.

Trigeminal nerve and the brain

Pain areas



Nakon trigeminalnog gangliona, senzitivna vlakna (radix sensoria) n.trigeminusa nazivaju se portio major nervi trigemini. Motorna vlakna iz radix motoria, koja čine manji deo portio minor nervi trigemini, prolaze kroz trigeminalni ganglion i smeštaju se uz mandibularni nerv. Portio major sadrži čisto somatosenzitivna vlakna epikritičkog, protopatskog i proprioceptivnog senzibiliteta čija se tela nervnih ćelija nalaze pretežno u trigeminalnom ganglionu. Zbog razvojnih specifičnosti tela nervnih ćelija proprioceptivnog neurona se nalaze u mezencefaličnom jedru n.trigeminusa, u moždanom stablu. Mešoviti portio minor se sastoji pretežno od motornih vlakana. On sadrži samo mali deo proprioceptivnih vlakana i to za mišiće koja primaju ova motorna vlakna. Ovaj mali broj motornih vlakna potiču takođe iz radix sensoria (Adel K. A., 2006., Radojičić M.B., 2011.).

Senzitivna vlakna se dele na:

- ushodnu granu koja završava u glavnom jedru V KN nerva neposredno lateralno do motornog jedra, pretežno prenosi senzibilitet za dodir;

- nishodnu granu koja šalje ogranke u spinalno jedro V KN nerva, koja ide kroz medulu i preklapa se sa Lissauerovim traktom (fasciculus dorsolateralis), a prenosi senzibilitet za dodir, bol i temperaturu.

Senzitivna vlakna učestvuju kao aferentni putevi u refleksima: masetera sa VII KN, kornealnim i konjunktivalnim refleksom sa VII KN, refleksu kivanja potiče od vlakana VII, IX i XI KN, sisanja sa IX KN, gutanja sa IX i X KN, povraćanja pod uticajem mirisnih i ukusnih draži i psihičkih funkcija sa X KN.

Periferna oštećenja senzitivnog dela n.trigeminusa daju hipesteziju i anesteziju u vidu spratova u inervacionom predelu ovoga nerva što se klinički različito manifestuje. Ako su u pitanju nuklearne lezije smetnje senzibiliteta zahvataju predeo oko usta u obliku lukova idući ka periferiji. Kod supranuklearne lezije dolazi do ispada senzibiliteta suprotne polovine lica od lezije (razlog pomenutom je ukršteni spinotalamički put tj. lemniscus medialis) (Tewfik T.L., 2017., Radojičić M.B., 2011.).

Vlakna motornog manjeg dela n.trigeminusa (portio minor, radix motorio), motorno jedro nucleus originis n.trigemini (na srednjem nivou ponsa) prolaze:

- 1.kroz motorni koren (portio minor) od ventralne površine ponsa kroz foramen ovale i inervišu mastikatorne mišiće (mm.masseter, temporalis, pterygoideus externus i internus seu medialis) i unutrašnji krilasti mišić;

- 2.kroz ganglion opticum za inervaciju mm.tensor tympani i tensor veli palatini;

- 3.preko n.mylohyoideusa do m.mylohyoideusa i prednjeg trbuha m.digastricus (Tewfik T.L., 2017., Radojičić M.B., 2011.).

Zbog ove bikortikalne inervacije („centralne veze”) kod obostrane lezije kortikobulbarnog dela piramidnog puta dolazi do nemogućnosti žvakanja (disease), nemogućnosti otvaranja usta, pseudobulbarne paralize n.trigeminusa.

Refleksna vlakna dolaze iz tractus spinalisa n.trigemini i ekstrapiramidnih puteva. Iz glavnog senzitivnog jedra V KN putevi koji prenose dodir idu do talamusa i viših centara preko dorzalnog sekundarnog puta n.trigeminusa. Iz spinalnog jedra V KN idu putevi za bol, dodir i temperaturu, dolaze do talamusa preko ventralnog sekundarnog puta ovoga nerva, a refleksna vlakna stižu do motornih jedara V, VII i IX KN. Vlakna za bol i temperaturu, (jedra su im u ganglionu semilunare) idu kaudalno i grade spinalni koren n. trigeminusa koji se spušta u pons i medulu. Nova vlakna nastaju iz ćelija spinalnog korena, prelaze na suprotnu stranu moždanog stabla u difuznom obliku, potom se penju preko trigeminalnog lemniskusa do postventralnog jedra talamusa. Centralne veze mezencefaličnog jedra su nejasne (Snell R.S., 2010., Hall J.E. et al., 2006., 2017. i 2022.).

Povrede ili procesi u ponsu (tumor, zapaljenje, aneurizme), gaserovom ganglionu senzitivnog jedra daju anesteziju za dodir u istoj polovini lica. Ako je oštećen bulbotalamički put javlja se hemianestezija lica suprotne strane za sve kvalitete. Može biti zahvaćena i portio minor što ne daje znake paralize mastikatorne muskulature iste strane.

Povrede descendentnog senzitivnog jedra n.trigeminusa daju, zavisno od visine lezije, analgeziju i termanesteziju uz očuvan senzibilitet za dodir u odgovarajućem delu lica (kod siringobulbije postoji oštećenje senzibiliteta lica koje se klinički manifestuje u vidu koncentričnih krugova).

Oštećenje motornog jedra daje paralizu mišića sa atrofijom u području koje inerviša n.trigeminus uz odgovarajući nalaz na EMG. Nadražajni simptomi motornog dela mogu uzrokovati tonične grčeve mastikatorne muskulature (trizmus); klonične grčeve npr. kod Epi napada (Snell R.S., 2010.).

Klinički simptomi lezije n.trigeminusa prepoznati su kao:

- bol koji je izražen ako je zahvaćen Gasserov ganglion ili periferne grane;
- poremećaj senzibiliteta u inervacionom području i rana anestezija rožnjače;
- disocirana anestezija u vidu gubitka osećaja za bol, ne za dodir, kada je zahvaćen spinalni krak trigeminusa;

- parestezija kao prateći simptom može se javiti kod anemije, neurotičnih i histeričnih bolesnika i sl.;

- paraliza mastikatorne muskulature sa devijacijom vilice ka zahvaćenoj strani;

- lezija može rezultirati oštećenjem refleksa: gubitak refleksa masetera, palpebralnog refleksa, refleksa kijanja, kornealnog i konjunktivalnog refleksa;

- oštećenje sluha nastaje usled paralize tensora tympani;

- trizmus nastaje kod besnila, tetanusa, epilepsije i histerije i

- trofički i sekretorni poremećaji (Hall J.E., Guyton A.C., 2017. i 2022.).

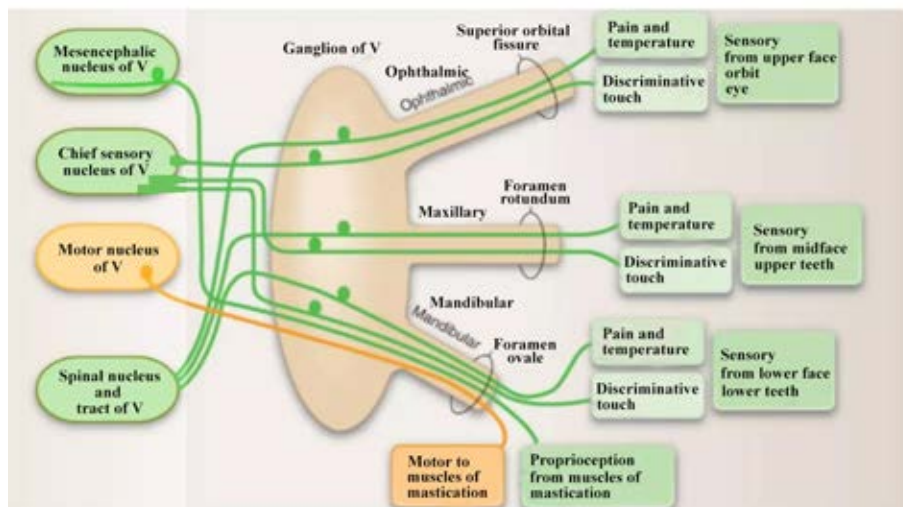
Pregled: senzibilitet, refleksi, motorika

Ispitivanje senzibiliteta za dodir, bol i temperaturu vrši se tokom pregleda uporedo sa jedne ili obe strane lica. Ispitivanje kornealnog i konjunktivalnog refleksa vrši se na taj način što pacijent gleda u suprotnu stranu od one sa koje se prilazi oku vatom. Ako je refleksni luk očuvan klinički odgovor tokom pregleda je obostrano treptanje. Konjunktivalni refleks je nestalan, a asimetrija je patološki znak. Ako je oštećen eferentni deo refleksnog luka (n.facialis koji inervira m.orbicularis oculi) neće doći do refleksnog zatvaranja oka, ali će kao dokaz da je aferentni neuron očuvan bolesnik trepnuti drugim okom. Snižen ili ugašen kornealni refleks može biti najraniji znak oštećenja n.trigemnusa.

Pregled mastikatorne muskulature vrši se palpacijom uz otvaranje usta. Bočno kretanje vilice (levo - desno) refleks masetera može biti diskretno pojačan što govori o supranuklearnoj („centralna”) leziji oba kortikobulbarna puta.

Navedeni poremećaji se mogu javiti kao posledica mnogih bolesti i stanja kao što su npr. neuralgije, neuritis, tumori, sifilis, tuberkuloza, siringobulbije, meningitis, oboljenja ponsa, fraktura lobanje, aneurizme karotidne arterije, psihoneuroze, tromboze kavernoznog sinusa i sl. (Snell R.S., 2010., Pazhaniappan N., 2020.).

Nervus trigeminus anatomsko funkcionalni pregled.



Sindromi u oboljenjima n.trigeminusa

Tic douloureux (Trigeminal neuralgia, TN or TGN, trifacijalna neuralgija, facial neuralgia seu prosopalgija, Fothergillova neuralgija), John Fothergill 1773.godina, uočava na istraživanju 14 obolelih prevalencu ženskog pola. Hroničnu paroksizmalnu trigeminalnu neuralgiju koju karakteriše kratak, svega nekoliko sekundi, jak intenzivan iznenadni periodični bol u inervacionom polju jedne ili više grana trigeminusa. Učestalost napada varira jednom ili više puta u danu do nekoliko meseci ili godina, a može se javiti nakon iritacije „aktivirajuće zone”. Što bol duže traje, biva sve učestaliji. U toku napada bola kod osobe se vide vazomotorni simptomi: pojačano lučenje suza, hiperemija vežnjače, navala krvi u lice što se manifestuje naglim crvenilom kože lica i pojačanim lučenjem pljuvačke tj. hypersalivacijom (Snell R.S., 2010., Cruccu G. et al., 2016.).

Kada se iscrpi dijagnostika i isključi bilo koji uzrok, stanje se definiše kao neizdrživa patnja. Uzroci ovog oblika neuralgije n.trigeminusa mogu biti i hladnoća, pritisak, strujanje vazduha i sl. Etiologija je nepoznata, idiopatska, najčešće je lokalizovana unilateralno, ograničena na jednu granu. Češće se viđa kod starijih osoba i žena srednje životne dobi. Ranije se mislilo da je u vezi sa epilepsijom, herpesom i aterosklerozom, ali povezanost ovih entiteta nije dokazana.

Neuralgije n.trigeminusa se dele na simptomatske i idiopatske.

Simptomatske nastaju kao posledica nekog oboljenja čiji simptom perzistira, a ima karakteristike napred navedene npr. bolesti zuba, nepravilan zagrizač (često neadekvatne ili nefunkcionalne protetske radnje u ustima imaju za posledicu navedene simptome), zatim bolesti baze lobanje kao što su apsces, tumori, aneurizme, zapaljenja petroznog dela temporalne kosti kao posledice akutnog gnojnog zapaljenja srednjeg uha i sl.

Idiopatska neuralgija nervus trigeminusa, Fothergillova bolest, je samostalan entitet nepoznate etiologije. Njega karakterišu napadi iznenadnog nepodnošljivog bola u polju inervacije n.trigeminusa bez povoda ili nastaje podražajem dolorogenih zona.

Lečenje neuralgije n.trigeminusa može biti medikamentozno (antiepileptik najčešće Carbamazepin a 200mg tbl. seu Tegretol tbl.). Na dalje tretman trigeminalgije može biti pored navedenog uz phemytoin (npr. Dilantin) 0.1g, vazodilatatori, polivitaminska terapija uz B12, i na kraju mogu se plasirati i alkoholne injekcije u ganglion ili neku od zahvaćenih grana n.trigeminusa čime se postiže blokada tj. eliminacija bola u dužem vremenskom periodu i do nekoliko meseci pa i godina. Doze lekova i kombinacije istih kao i plan lečenja sprovodi ordinirajući neurolog ili maksilofacijalni hirurg, a terapija se ukida nakon prestanka bola. Što se tiče hirurškog lečenja ono se sprovodi nakon što se iscrpe svi predloženi terapijski koraci. Hirurško lečenje trigeminalne neuralgije podrazumeva perkutanu elektrokoagulaciju preganglijskih korenova u lokalnoj anesteziji nakon koje se postiže remisija od nekoliko dana do nekoliko godina. Starenjem pacijenta napadi bola imaju tendencu da budu sve kraći, a periodi bez bola duži (Cruccu G. et al., 2016., Araya E.I. et al., 2020.).

Paratrigeminalni sindrom (Raeder paratrigeminal syndrome) naziva se još i okulosimpatički sindrom. Javlja se kod tumora Gasserovog gangliona koji karakteriše neuralgija n.trigeminusa uz prisutan jednostrani konstantan bol u području inervacije prve grane n.trigeminusa sa sledstvenom anestezijom lica zahvaćene strane. Istovremeno se razvija slabost mišića, a može biti zahvaćen istostrani ili susedni n.oculomotorius, kao i simpatički snop oko istostrane unutrašnje karotide, tzv. Hornerov sy. koji je uzrokovan oštećenjem simpatikusa u srednjoj kranijalnoj fosi (Cruccu G. et al., 2016., Pazhaniappan N., 2020.).

Sindrom n.auriculotemporalisa (Frey's syndrome, Freijev sindrom) karakteriše crvenilo i znojenje jedne polovine lica homolateralno u području inervacije aurikulotemporalnog nerva. Uzrok ovoga stanja su često komplikacije tokom preležanog parotitisa (Guyton A.C., 2022., Radojčić B.M., 2011.).

Bonnierov sindrom nastaje zbog lezije lateralnog vestibularnog jedra (Deiters's nucleus) ili vestibularnog aparata i susednih puteva. Klinički se prepoznaje po prisutnim simptomima Menierove bolesti (paroksizmalni vertigo), poremećajima u okviru IX, X i V KN, a može biti prisutna i kontralateralna hemiplegija, povremena somnolencija, anksioznost, tahikardija i opšta slabost (Guyton A.C., 2022., Radojčić B.M., 2011.).

Literatura:

Adel K. Afifi. (2006.) Funkcionalna neuroanatomija: Tekst i atlas. Meksiko D.F. : MekGrav Hil str. 324.

American Association of Neurological Surgeons. Trigeminal Neuralgia. (<https://www.aans.org/Patients/Neurosurgical-Conditions-and-Treatments/Trigeminal-Neuralgia?formid=123>) Accessed 11/2/2021.

American Family Physician. Trigeminal Neuralgia. (<http://www.aafp.org/afp/2008/0501/p1291.html>) Accessed 11/2/2021.

Araya EI, Claudino RF, Piovesan EJ, Chichorro JG (2020-01-23) „Trigeminal Neuralgia: Basic and Clinical Aspects”. Current Neuropharmacology. 18 (2): 109-119.

Arthur C. Guyton, John E. Hall, Michael E. Hall, Medicinska fiziologija, udžebenik 14 izdanje, Medicinska Naklada Zagreb, 2022.

Borivoje M. Radojčić, Klinička neurologija XVII prerađeno i prošireno izdanje za lekare i studente, Beograd, maj 2011.

Brainstem Nuclei of the Cranial Nerves at wustl.edu Archived 2007-04-13 at the Wayback Machine.

Butler A.B., Hodos W., (2005.): Comparative vertebrate

neuroanatomy: evolution and adaptation. Wiley-Blackwell, ISBN 978-0-471-21005-4.

Cruccu G, Finnerup NB, Jensen TS, Scholz J, Sindou M, Svensson P, et al. (July 2016.) „Trigeminal neuralgia: New classification and diagnostic grading for practice and research”. *Neurology*. 87 (2): 220-228.

Davis, Matthew C. et al. „The Naming Of The Cranial Nerves: A Historical Review.”

Clinical Anatomy, vol 27, no. 1, 2013, pp. 14-19. Wiley-Blackwell, doi:10.1002/ca.22345.

Goodale M.A. (2011.): Transforming vision into action. *Vision Research*, 51 (13): 1567-1587.

Huff, Trevor, and Daniel Daly. „Neuroanatomy, Cranial Nerve 5, Trigeminal (CNV)”.

Ncbi. Nlm. Nih. Gov, 2018, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482283/>. Accessed 27 Apr 2018.

Hall J.E., Guyton A.C. (2006.): Textbook of medical physiology, 11th edition. Elsevier Saunders, St. Louis, Mo, ISBN 0-7216-0240-1.

John E. Hall, Arthur C. Guyton, Medicinska fiziologija, udžbenik 13 izdanje, Medicinska Naklada Zagreb, 2017.

National Institute for Neurological Disorders and Stroke. Trigeminal Neuralgia Fact Sheet. (http://www.ninds.nih.gov/disorders/trigeminal_neuralgia/detail_trigeminal_neuralgia.htm) Accessed 11/2/2021.

Pazhaniappan N., (15 August 2020.) „The Trigeminal Nerve (CN V)”. TeachMeAnatomy. Retrieved 5 April 2021.

Sinnatamby, Chummy S. (2011.) Last's Anatomy (12th ed.). p. 478. ISBN 978-0-7295-3752-0.

Славољуб В. Јовановић, Надежда А. Јеличић (2000.) Анатомија човека - глава и врат. Београд: Савремена администрација. ISBN 978-86-387-0604-4.

Susan Standring, ур. (2009.) [1858] Gray's anatomy: The Anatomical

Basis of Clinical Practice, Expert Consult. illustrated by Richard E. M. Moore (40 изд.). Churchill Livingstone. ISBN 978-0-443-06684-9.

Snell, Richard S. Clinical Neuroanatomy. 7th ed., Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2010.

Tewfik, Ted L. „Trigeminal Nerve Anatomy: Gross Anatomy, Branches Of The Trigeminal Nerve, Microscopic Anatomy”. Emedicine. Medscape.Com, 2017. Accessed 27 Apr 2018.

Drugi izvori podataka:

<https://radiologyassistant.nl/head-neck/trigeminus/trigeminal-neuralgia-and-neuropathy>

https://www.researchgate.net/figure/Schematic-transverse-section-of-the-human-spinal-cord-approximate-spinal-levelC7-with_fig4_363541751

<https://radiopaedia.org/cases/brainstem-nuclei-dorsal-section-grays-illustration-2#image-23650>

Brainstem (dorsal) with CN schematic images from Gray's anatomy (out of copyright) The red nuclei on the left of the image (right side of the brainstem) represent the motor nuclei. The blue nuclei on the right of the image (left side of the brainstem) represent the sensory nuclei.

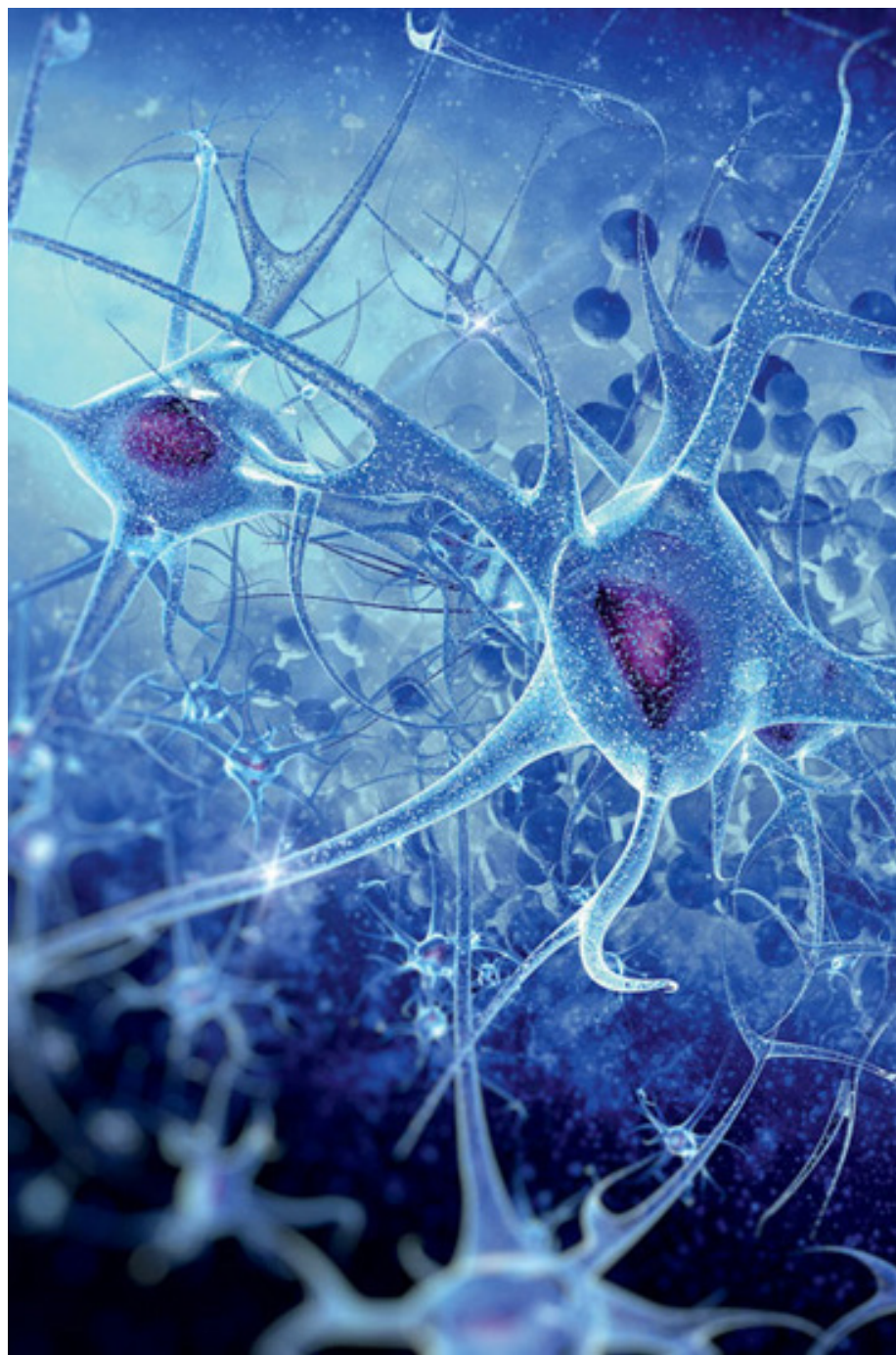
<https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/15671-trigeminal-neuralgia>

Nervus trigeminus izvor: Contributor by Gray's Anatomy Plates, Neuroanatomy, Cranial Nerve 5 (Trigeminal), StatPearls Publishing, 2023.

Nervus trigeminus Anatomsko funkcionalni pregled.

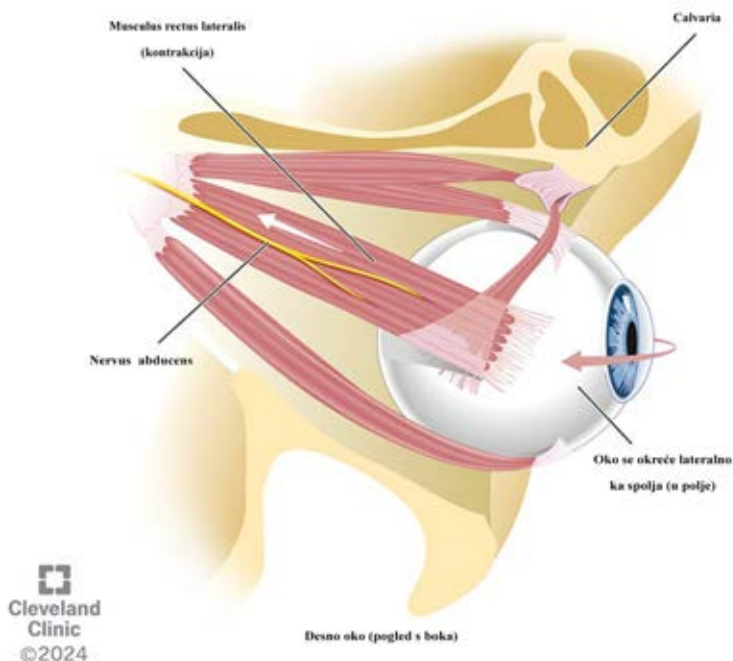
Nervus-trigeminus-Anatomsko-funkcionalne-karakteristike-klinički-pregled-i-najčešći-poremećaji-9-2048.

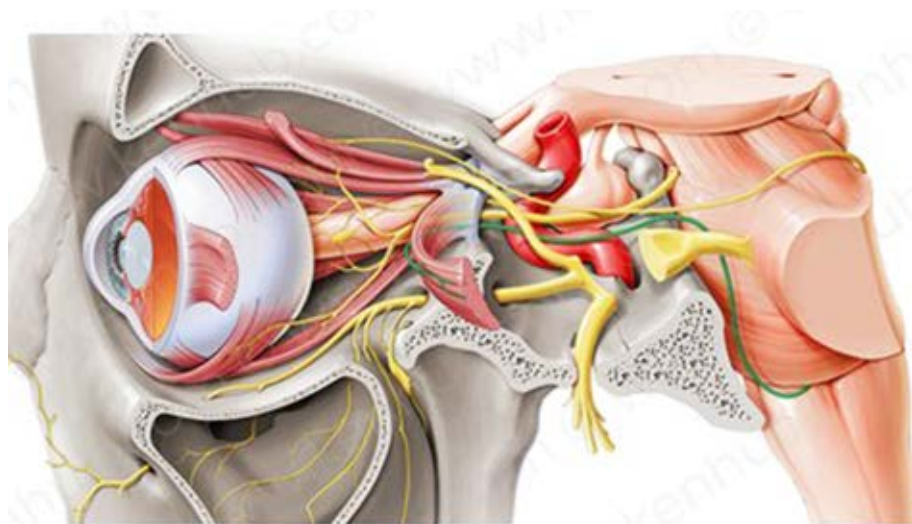
Nervus trigeminus (V) - Funkcionalni pregled.



VI KRANIJALNI NERV NERV ODVODILAC (*nervus abducens*)

Nervus abducens je šesti kranijalni nerv ili nerv odvodilac, kako se u pojedinim naučnim krugovima još naziva. Čisto je motorni nerv što znači da nema senzornu funkciju. Inervirše spoljašnji pravi mišić oka. N.abducens je jedan od živaca koji zajedno sa III n.oculomotoriusom i IV n.trochlearisom, čini tzv. grupu „okulogirnih živaca” koji inervišu pokretače očne jabučice, odgovorni su za ekstraokularne motoričke funkcije oka.





© www.kenhub.com



Nucleus nervi trochlearis

Musculus obliquus superior

Nervus trochlearis

Nervus abducens

Musculus rectus lateralis

Nucleus nervi abducentis

©www.kenhub.com

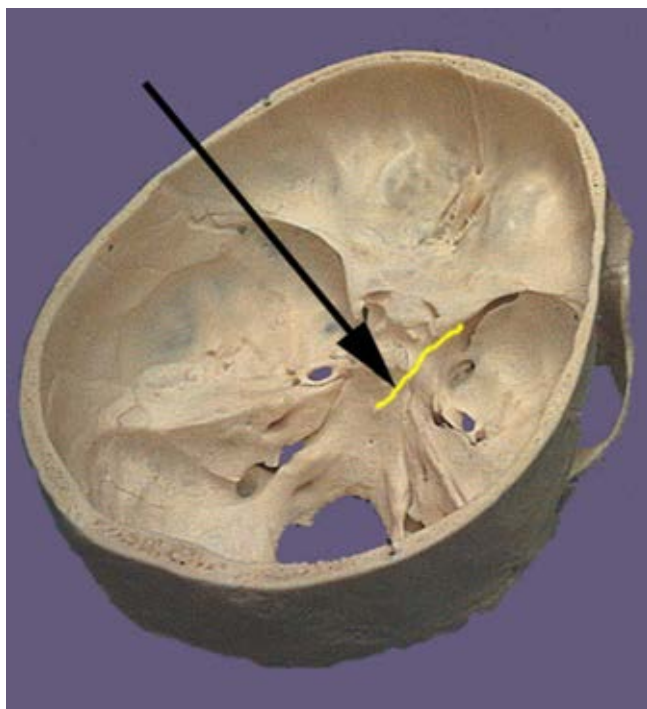


Na slici je prikazana putanja nervus abducens (CN VI) od ponsa do lateralnog pravog mišića oka. (Preštampano uz dozvolu Vilson-Pauels L., Akeson E.J., Stjuart P.A. i dr. Kranijalni živci u zdravlju i bolesti, 2.izdanje.Autorska prava 2002. B.C.Deker).

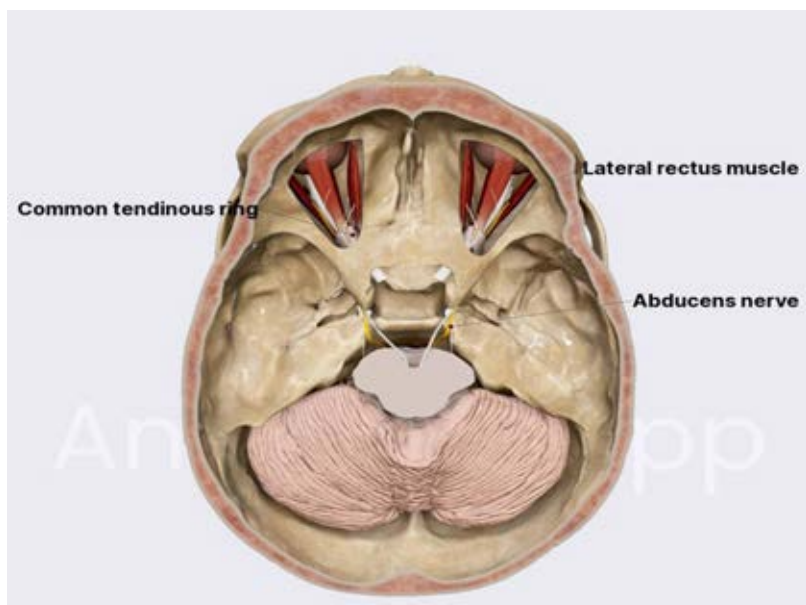
Ovaj kranijalni nerv se može podeliti u četiri različita dela: jedro, cisternalni deo, kavernozni sinusni deo i orbitalni deo. Jedro n.abducens je smešteno u kaudalnom delu ponsa (pons ili moždani most, poznat je i kao Varolijev most, anatomski je deo moždanog stabla) lokalizovano sa obe strane srednje linije IV moždane komore (preciznije ispod IV moždane komore tj. ventralno od dna IV moždane komore i lateralno od medijalnog longitudinalnog fascikulusa). Dalji put nastavlja homolateralno bazalno napred prelazi gornji rub vrha petroznog dela slepoočne kosti (ossis temporalis) prema klivusu unutar fibrozne ovojnice tzv. Dorelov kanal (Sulcus Dorelli).

Da se podsetimo, slepoočna kost je smeštena bočno i na bazi lobanje ispred bokova slepoočnih režnjeva moždane kore. Sa strane ova kost je prekrivena lobanjskim krovom i strukturom ušiju. Kroz slepoočnu kost prolazi sedam kranijalnih nerava i glavni krvni sudovi koji vode do i od mozga (Sofradžija A. i sar., 2004., Radojičić B.M., 2011.).

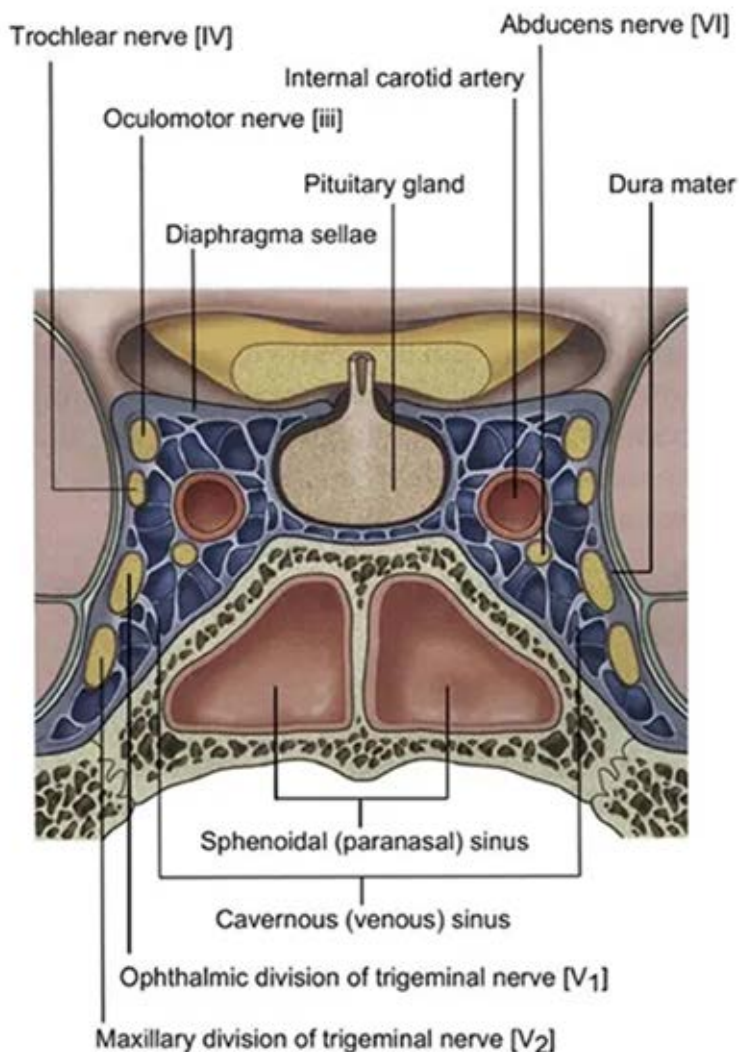
Na dalje n.abducens ulazi u tvrdu moždanu ovojnicu (dura mater) inferiorno u odnosu na zadnji klinoidni nastavak. Dorelov kanal je najčešća lokalizacija gde se u slučaju povećanog intrakranijalnog pritiska može uklještit i n.abducens pri čemu dolazi do oduzetosti spoljašnjeg pravog mišića (m.rectus externus) koji on inerviše. N.abducens put dalje nastavlja do spoljašnjeg zida kavernoznog sinusa i zajedno sa III i IV KN i prvom granom V KN, lateralno od unutrašnje karotidne arterije (a.carotis interne), a medijalno od bočnog zida kavernoznog sinusa (na spoju ponsa i medule tzv. pontomedularni žljeb) prolazi kroz sfenoidalnu fisuru i ulazi u orbitu kroz gornju orbitalnu fisuru unutar tetivnog prstena da bi nakon toga završio u spoljašnjem pravom mišiću (m.rectus externus) koji je zadužen za abdukciju bulbusa (Borivoje M.R., 2011.).



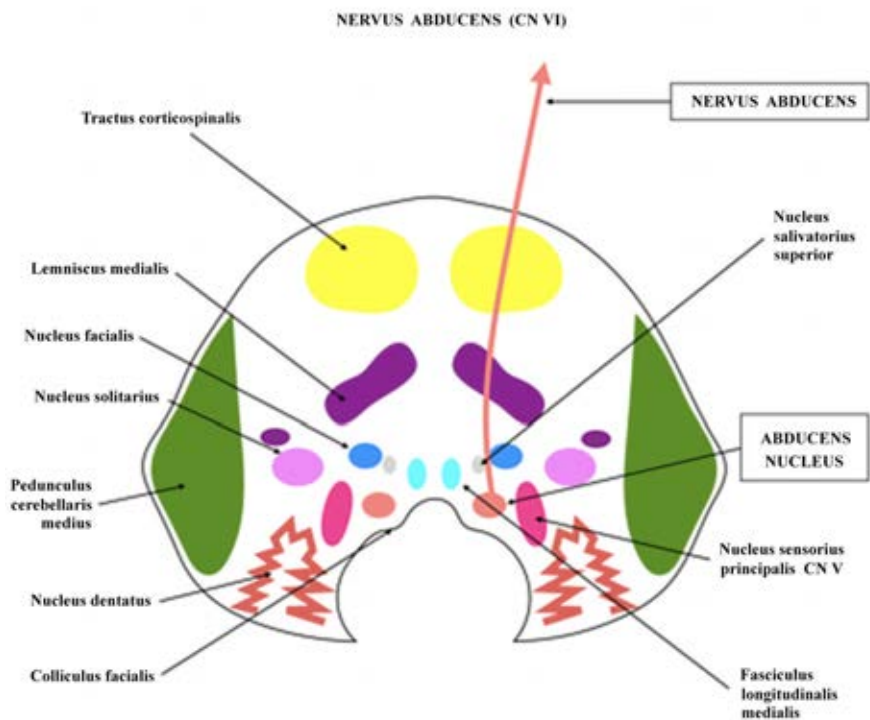
Put kroz lobanjsku duplju i topografski prikaz.



Na slici dole je prikazan koronarni presek kavernoznog sinusa. Okulomotorni nerv (CN III) i trohlearni nerv (CN IV) putuju anteriorno duž bočnog zida zajedno sa oftalmičkom i maksilarnom granom trigeminalnog nerva (CN V). Abducens (CN VI) pluta u sredini kavernoznog sinusa pored unutrašnje karotidne arterije. (Preštampano uz dozvolu Drejaka R., Fogla V., Mičela A. Greja, „Anatomija za studente”, 2. izdanje, London: Čerčil Livingston, 2010.).



Medijalni longitudinalni fascikulus (fasciculus medialis longitudinalis) je izuzetno dobro mijelinizovan nervni trakt koji povezuje okulomotorno jedro trećeg kranijalnog nerva na ipsilateralnoj strani sa paramedijalnom retikularnom formacijom ponsa (moždanog mosta) i četvrtog kranijalnog nerva kontralateralnog ponsa. Oko ovog jedra n. facialis pravi prvo koleno. Oko 40% aksona prolazi kroz ipsilateralni medijalni longitudinalni fascikulus da bi prešli na subnukleus kontralateralnog medijalnog rektusa, i na kraju inervisali kontralateralni musculus rectus medialis. Jezgro n.abducens opskrbljuju grane a.basilaris (Davis M.C. et al., 2013.).

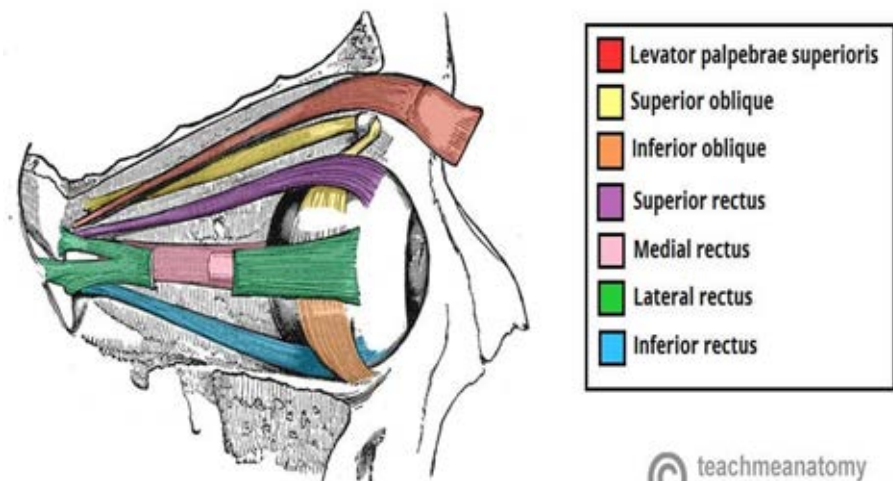


Craig Hickling
2015 CC BY-SA-NC
Radopedia.org

Kao što se vidi iz prethodnog teksta ovaj kranijalni nerv ima najduži put kroz lobanjsku duplju. Glavna funkcija n.abducens je da preko svojih somatskih eferentnih aksona inervise bočni pravi mišić bulbusa (musculus rectus bulbi temporalis) koji ima funkciju da rotira očnu jabučicu u polje, tj. abducira oko na ipsilateralnoj strani. Takođe je

sekundarno uključen u inervaciju kontralateralnog medijalnog pravog mišića putem nazalnog longitudinalnog fascikulusa što rezultira da se oba oka pokreću koordinisano temporalno (Ipsalali H.O. et al., 2019., Tayebi M.A. et al., 2018., Shumway C.L., 2022.).

Da se podsetimo mišića oka:



© teachmeanatomy
The #1 Applied Human Anatomy Site on the Web

Istraživanja su dokumentovala nekoliko fizioloških varijanti anatomije n.abducensa. Naime na 20 kadaveričnih glava (40 živaca) pronađene su tri varijante: prva je nađena u 70% istraženih slučajeva gde je n.abducens jedno stablo, 20% slučajeva je registrovano grananje živca isključivo unutar kavernoznog sinusa, a u svega 10% imalo je varijaciju u obliku duplikata n.abducensa (Wang J.M.H. et al., 2018.).

Klinički značaj VI KN, s obzirom na svoj dugi tok te veće mogućnosti lezije ovoga živca u sklopu povreda srednje jame, kavernoznog sinusa ili same orbite, zatim tokom raznih operativnih zahvata, kao i raznih drugih stanja i bolesti, je veliki. Trauma glave u ovim ozledama učestvuje sa oko 1% do 3%, a klinički nalaz u tom slučaju se prepoznaje po nemogućnosti abdukcije ipsilateralnog oka i delimične nemogućnosti adukcije kontralateralnog oka. Kod ovih osoba se klinički registruju diplopije (duple slike) zbog neometanog delovanja m.rectus medialisa. U tom slučaju vid na daljinu je lošiji, a na pregledu se uočava ezotropija, odnosno skretanje oka ka unutra. Često pacijenti pored strabizma pokušavaju da održe binokularnu fuziju

kako bi smanjili diplopije okretanjem glave na stranu paretičnog mišića, a oči u pravcu dejstva unutrašnjeg pravog mišića. Budući da se deo vlakana ukršta kako je ranije u tekstu navedeno, u odnosu na nedostatak kontralateralne adukcije može se lakše detektovati da li se radi o leziji u jezgru n.abducensa, pre ili iza medijalnog longitudinalnog fascikulusa. Na pregledu pacijent neće moći abducirati oko sa zahvaćene strane preko središnje linije, a žali će se na pogoršanje diplopija pri pogledu bočno, u stranu (Apaydin N. et al., 2019., Choi K.D. et al., 2019., Ibekwe E., 2018.).

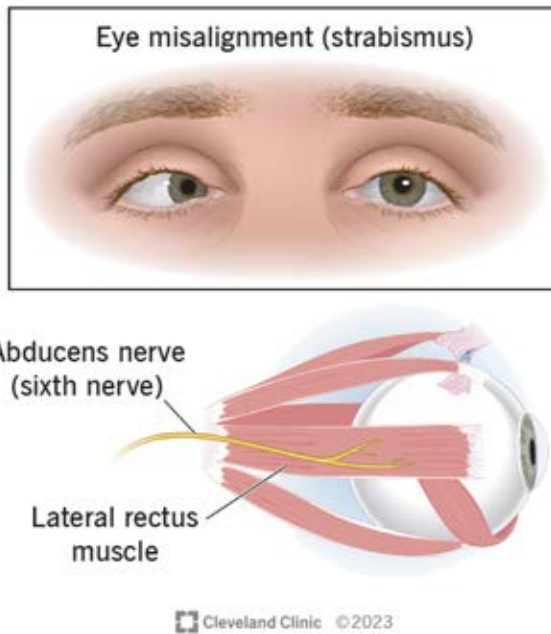
U blizini jedra n. abducensa je pontin centar pogleda. U slučaju lezije ponsa oštećuje se i piramidni put pri čemu može nastati homolateralna pareza pogleda sa kontralateralnom hemiplegijom (Fovilev Sy.) ili homolateralna pareza VI i VII KN sa kontralateralnom hemiplegijom (Millard Gubler Sy.). (vidi tekst VII KN) Lezije koje zahvataju dorzalni deo ponsa uzrokuju ipsilateralnu paralizu lica i lateralnu paralizu m. rectusa. Pored pomenutog, veliki klinički značaj ima Korsakovljev sindrom (Wernicke Korsakoff sindrom, WKS), naziva se još i alkoholna demencija. Ovaj sindrom karakteriše skup neuroloških simptoma koji se povezuje sa paralizom n.abducensa, najčešće kod nedostatka tiamina (vitamin B1) zbog prekomerne upotrebe alkohola i stresa. Zapravo prvo se razvija Vernikeova encefalopatija, odnosno alkoholna encefalopatija i alkoholna demencija, a potom i Korsakovljev sindrom koji se često predstavlja i kao skup simptoma Vernikeove encefalopatije, a može se nazvati i Korsakovljeva psihoza (Korsakoff psychosis). Simptomi Vernikeove encefalopatije uključuju iznenadnu epizodu smanjene mentalne sposobnosti, konfuziju, tremor nogu, izrazito smanjenje koordinacije mišića, smanjenje vida i promene koje se tiču ranije navedenog, a vezane su za n.abducens u ovoj situaciji (uključujući obaranje očnih kapaka, diplopije, nenormalno kretanje očnih bulbusa i slično) i druge simptome vezane za dejstvo alkohola. Simptomi Vernikeove encefalopatije često se kategorišu kao triada simptoma: očni (oftalmoplegija), cerebelarni (poremećaj ravnoteže i kontrole tela, ataksija) i simptomi konfuzije.

Wernicke encephalopatija je stanje koje zahteva hitnu medicinsku intervenciju i uz odgovarajući tretman može biti reverzibilno. Za razliku od pomenutog, Korsakovljev sindrom je najčešće hronično stanje i često prati epizodu Vernikeove encefalopatije. Korsakovljev sindrom se sastoji od gubitka pamćenja, uključujući i gubitak sposobnosti sećanja

na stare sadržaje i formiranje novih, zatim halucinacije i poremećaj konfiguracije iznošenja teksta i priča (Kolb B. et al., 2003.).

Na dalje, zbog atrofije dna IV moždane komore kao i drugih regija mozga (mamilarna tela, talamus, periakveduktalna siva masa, zidovi treće moždane komore, cerebeluma i frontalnog režnja) može se razviti oftalmoplegija što na dalje može uticati na vlakna n.abducensa, a za posledicu imati horizontalni nistagmus (Ipsalali H.O., 2019.).

Sixth nerve palsy



Uzroci lezije odvođućeg živca, VI KN ili n. abducens, mogu biti još i: tumori, pseudotumori mozga, aneurizme, hidrocefalus, edem mozga, intrakranijalno krvarenje, hipertenzija, demijelinizacija, a često se bilateralna paraliza n.abducens povezuje sa idiopatskom intrakranijalnom hipertenzijom, ređe se viđa kao posledica hemioterapije. Takođe, klinički se poremećaji u funkciji ovoga nerva mogu registrovati kod virusnih ili bakterijskih infekcija, raznih drugih oblika neuropatije kao npr. kod dijabetesa (Apaydin N. et al., 2019.).

Literatura:

Apaydin N, Kendir S, Karahan ST. The Anatomical Relationships of the Ocular Motor Nerves with an Emphasis on Surgical Anatomy of the Orbit. *Anat Rec (Hoboken)*. 2019. Apr; 302(4):568-574.

Borivoje M. Radojičić, Klinička neurologija XVII prerađeno i prošireno izdanje za lekare i studente, Beograd, maj 2011.

Choi KD, Choi SY, Kim JS, Choi JH, Yang TH, Oh SY, Kim SH, Lee HS, Lee SH, Jeong SH, Kim HJ, Choi JY. Acquired Ocular Motor Nerve Palsy in Neurology Clinics: A Prospective Multicenter Study. *J Clin Neurol*. 2019. Apr; 15(2):221-227.

Davis, Matthew C. et al., „The Naming Of The Cranial Nerves: A Historical Review.” *Clinical Anatomy*, vol 27, no. 1, 2013, pp. 14-19. Wiley-Blackwell, doi:10.1002/ca.22345.

Ibekwe E, Horsley NB, Jiang L, Achenjang NS, Anudu A, Akhtar Z, Chornenka KG, Monohan GP, Chornenky YG. Abducens Nerve Palsy as Initial Presentation of Multiple Myeloma and Intracranial Plasmacytoma. *J Clin Med*. 2018. Sep 03;7(9).

Ipsalali HO, Ciftci AC, Kilic D, Sendemir G, Seyhan S, Kaya I, Ortug G. Variations of the 6th cranial nerve (nervus abducens) in the petroclival region: A microsurgical study. *Morphologie*. 2019. Jun;103(341 Pt 2):103-109.

Kolb, Bryan; Whishaw, Ian Q., (2003.) Fundamentals of human neuropsychology. New York: Worth Publishers. стр. 473. ISBN 978-0-7167-5300-1. OCLC 55617319.A.

Shumway CL, Motlagh M, Wade M. StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): Jul 25, 2022. Anatomy, Head and Neck, Orbit Bones.

Славољуб В. Јовановић, Надежда А. Јеличић (2000.) Анатомија човека - глава и врат. Београд: Савремена администрација. ISBN 978-86-387-0604-4.

Sofradžija A., Šoljan D., Hadžiselimović R., (2004.) Biologija 1. Svjetlost, Sarajevo. ISBN 9958-10-686-8.

Tayebi Meybodi A, Borba Moreira L, Little AS, Lawton MT, Preul MC. Anatomical assessment of the endoscopic endonasal approach for the treatment of paraclinoid aneurysms. J Neurosurg. 2018. Dec 21;131(6):1734-1742.

Wang JMH, Edwards BA, Loukas M, Oskouian RJ, Tubbs RS. Supernumerary Abducens Nerves: A Comprehensive Review. World Neurosurg. 2018. Apr;112:39-4.

Drugi izvori podataka:

Abducens nerve (cranial nerve VI) Author: Christina Loukopoulou, MSc Reviewer: Dclan Tempany, BSc (Hons) Last reviewed: October 30, 2023.

<https://my.clevelandclinic.org/health/body/abducens-nerve>

<https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/sixth-nerve-palsy>

<https://geekymedics.com/the-abducens-nerve-vi>

<https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/sixth-nerve-palsy>

<https://geekymedics.com/the-abducens-nerve-vi>

Route of the sixth nerve from the pons to the lateral rectus. (Reprinted with permission from Wilson-Pauwels L, Akesson E J, Stewart PA, et al. *Cranial Nerves in Health and Disease*, 2nd ed. Copyright 2002. BC Decker).

Reprinted with permission from Drake R., Vogl W., Mitchell A., *Gray's anatomy for students*, 2nd edition. London: Churchill Livingstone, 2010.).

CENTRALNE ILI SUPRANUKLEARNE VEZE OKULOGIRA

Da bi se funkcija okulogira (III, IV i VI kranijalni nerv), održala u fiziološkom okviru i omogućila njihova nesmetana funkcija, neophodno je da su održane anatomske i fiziološke strukture ovih nerava kao i njihove veze sa pojedinim strukturama mozga. Iz tog razloga ćemo se na ovome mestu osvrnuti u kratkim crtama na centralne ili supranuklearne veze pomenutih kranijalnih nerava, a čije se posledice lezija češće viđaju u kliničkoj praksi. Cilj je blagovremeno prepoznavanje lokalizacije lezije, brza dijagnostika i sledstveno zbrinjavanje pacijenata.

U odnosu na lokalizaciju patološkog procesa koji je uzrokovao leziju oftalmoplegiju možemo podeliti:

1. Supranuklearna oftalmoplegija: kao što im ime kaže lezije u ovom slučaju su lokalizovane iznad jedara. Posledica pomenutog su oštećeni kortikalni centri za pogled, kao i njihove veze sa centrom za horizontalni pogled (pons) ili centrom za vertikalni pogled (mezencefalon). Pacijent ne može ni voljno ni refleksno da pokreće očne bulbuse, tj. oči.

2. Nuklearna oftalmoplegija: lezija je nastala u nivou jedara moždanog stabla.

3. Infranuklearna oftalmoplegija: oštećeni su sami nervi odnosno stabla samih nerava. Ona može biti kompletna i delimična (nekompletna, parcijalna). Spoljašnja oftalmoplegija označava paralizu pokretača oka, dok unutrašnja podrazumeva paralizu glatke muskulature unutar oka, u irisu i cilijarnom telu. Ovo stanje je klinički prepoznatljivo po širokim zenicama koje ne reaguju na svetlosnu draž i akomodaciju.

4. Internuklearna oftalmoplegija: podrazumeva bilateralnu ili unilateralnu parezu očnih jabučica u lateralnom horizontalnom pogledu ali ne i pri konvergenciji. Kod ovog oblika oftalmoplegije oštećen je

asocijativni put moždanog stabla (tractus longitudinalis medialis).

Ovaj asocijativni put moždanog stabla povezuje međusobno jedra bulbomotora sa jedrima nervus vestibularisa i jedrima cervikalnog dela kičmene moždine. Pomoću ove veze čoveku je omogućeno pokretanje glave, očiju i vrata u isto vreme ka istoj strani (Leon D., 2018., Radojičić B.M., 2011.).

Draženje 8 zone po Brodmanu (nalazi se ispred polja 6, bliže prednjem delu frontalnog korteksa u parijetalnom režnju gde je smeštena zona za voljne konjugovane pokrete očnih jabučica) omogućava pokrete očiju ka suprotnoj strani. Lezija ove zone dovodi do devijacije pokreta pogleda ka istoj strani, ređe nistagmusa (Ny) i to ako povreda nije teška i ako postoji samo slabost, a ne paraliza. Ako je oštećenje teže, nastaje paraliza pogleda ka suprotnoj strani, a zatim zbog preuzimanja funkcije očuvanog centra suprotne hemisfere dolazi do skretanja ka strani lezije (bolesnik gleda ka strani lezije tj. žarištu). Obično je ovo praćeno hemiparezom ili hemiplegijom (bolesnik gleda suprotno od lezije, viđa se kod vaskularnih obolenja, a najčešće je prolazno stanje) (Leon D., 2018., Radojičić B.M., 2011.).

Draženje 17, 18, 19 zone okcipitalne kore po Brodmanu (centar za automatsko praćenje, fiksaciju, svetlosnih utisaka i predmeta koji se kreću) nastaje epileptičko pražnjenje što dovodi do skretanja pogleda u suprotnom pravcu od lezije. U slučaju ispada funkcije ovih centara bolesnik gleda u pravcu svoje lezije suprotno od oduzete strane.

Lezije gornjeg kolikula mezencefalona (colliculus rostralis laminae quadrigeminae, za koji se smatra da je centar za vertikalne pokrete očiju) nastaje Parinaudov sindrom. Često je praćen vertikalnim nistagmusom (oštećenje laminae quadrigeminae).

U blizini nucleusa n.abducesa nalazi se pontin centar pogleda koji reguliše horizontalne pokrete očnih jabučica. Ovaj centar je delom smešten u vestibularnim jedrima. Oštećenjem ovog centra nastaje paraliza pogleda očnih jabučica ka istoj strani i devijacija ka strani očuvanog centra. Ako pomenuta lezija postoji poklapa se sa stranom hemiplegije zbog ukrštanja pontinog puta u nižim partijama, bolesnik gleda u pravcu lezije. Ako se radi o pontinoj paralizi pogleda draženje vestibularnog aparata biće bez efekta, dok kod kortikalnih povreda ovo ispitivanje daje nistagmus.

Kod lezije bazalnih ganglia nastaju tzv. okulogirne krize. Karakteristika ovog stanja su klonični i konjugovani spazmi očnih mišića uz skretanje očiju prema gore, ređe u stranu i dole. Ovo stanje može da traje nekoliko sekundi ili minuta, ređe nekoliko časova. Uzroci ovoga poremećaja mogu biti: encefalitis, epileptični napadi, chorea, atetoza, zatim histerija, traumatske neuroze, a ređe se viđaju kod migrene.

Tractus longitudinalis medialis vezuje jedra okulogira sa drugim jedrima moždanog stabla i koordiniše pokrete očnih jabučica sa pokretima glave tj. vrata (najveći broj vlakana je iz vestibularnih jedara). Lezije ove regije daju internuklearne oftalmoplegije (Leon D., 2018., Radojičić B.M., 2011.).

Oduzetost bulbomotora može biti:

- pareza (klinički se manifestuje nejasnim binokularnim vidom);
- paraliza (klinički rezultira diplopijom, tj. duplim slikama, koju pacijent koriguje prinudnim položajem glave uz subjektivno prisutne vrtoglavice).

Uzroci nastanka pareze i paralize bulbomotora mogu biti poreklom traumatske lezije (prelom baze lobanje), degenerativne promene (progresivna nuklearna oftalmoplegija), zapaljenske prirode (meningitis, botulizam, sifilis, poliradikuloneuritis i dr.), vaskularne prirode (sklerotične petehije u međumozgu) i tumorskog porekla (meningeom pri bazi lobanje).

Kliničke manifestacije oštećenja okulogira:

Oftalmoplegija (paraliza): može biti akutna i hronična ili progresivna, takođe može biti centralna i periferna.

Paraliza n.oculomotoriusa (III KN):

-Ophthalmoplegia externa podrazumeva oduzetost spoljašnjih pokretača bulbusa oka. Ona može biti potpuna (kompletna), što podrazumeva oduzetost svih spoljašnjih mišića oka i nepotpuna (inkompletna) kada su oduzeti samo pojedini mišići jednog ili oba oka. Spoljašnja oduzetost n.oculomotoriusa klinički se manifestuje divergentnim strabizmom, diplopijom i ptozom kapka.

- Ophthalmoplegia interna - oduzetost unutrašnjih pokretača bulbusa

oka. Ona može biti potpuna uz prateće simptome: mydriasis paralitica (raširena zenica) i odsustvo reakcije na svetlost i akomodaciju oba oka.

-Ophthalmoplegia completa - prisustvo spoljašnje i unutrašnje oduzetosti n.oculomotoriusa. Najčešće nastaje zbog patoloških procesa na bazi lobanje ili u orbiti, a klinički se manifestuje paralizom spoljašnjih mišića jednog ili oba oka, očna jabučica je nepomična, a zenica maksimalno raširena i potpuno ukočena.

-Cycloplegia - paraliza cilijarnog mišića oka, što rezultira gubitkom akomodacije. U pomenutoj situaciji zakrivljenost sočiva ne može da se prilagodi fokusiranju posmatranog objekta u blizini što za posledicu ima presbiopiju i na dalje gubitak elastičnosti sočiva te se ne mogu fokusirati predmeti u blizini. Cikloplegija koju prati midrijaza (raširena zenica) najčešća je posledica lokalne primene muskarinskih antagonista kao što su npr. atropin i ciklopentolat.

-Oftalmoplegija pojedinih mišića: podrazumeva internuklearnu leziju uz oduzetost očnih mišića. Najčešće nastaje zbog povrede vlakana između jedara n.oculomotoriusa tj. povrede u području laminae quadrigeminae. Iz tih razloga su poremećeni konjugovani pokreti oba oka. Oftalmoplegija može biti nepotpuna i potpuna.

-Paraliza m.levator palpebrae superioris za posledicu ima ptozu gornjeg kapka koja nastaje kod npr. Myasthenia gravis.

-Simpatička oftalmoplegija ili okulosisimpatička paraliza (Klode-Bernard - Hornerov sindrom) nastaje kao posledica unilateralnog (jednostranog) prekida simpatičke inervacije oka. Prema načinu nastanka Hornerov sindrom može biti urođen, stečen ili autosomno dominantno nasledan. Uzrok prekida sprovođenja impulsa u simpatičkim vlaknima može biti centralne prirode, npr. prekid između hipotalamusa i mesta na kome vlakna izlaze iz kičmene moždine na nivou segmenta C8-Th2 (centrum ciliospinalis) ili periferne koji karakteriše npr. prekid vratnog simpatičkog lanca impulsa, gornjeg cervikalnog gangliona, udruženo sa opstrukcijom karotidne arterije. Kliničke manifestacije Hornerovog sindroma se mogu prepoznati kod: zapaljenja srednjeg uva, lezije primarnog neurona, lezije i oštećenja postganglijskog neurona, Multipleks skleroze, Siringomijelije, moždanog udara, tumora ili kompresije preganglijskog neurona (u studiji iznet podatak da se u 33% slučajeva lezije moždanog stabla javlja Hornerov sindrom) (Krasnianski

M. et al., 2001.), tumora vrha pluća (Pancoast tumor) kada je praćen i neurološkom simptomatologijom kao npr. bolom u ruci i atrofijom mišića ruke zahvaćene strane, ishemije karotidne arterije i disekcije karotidne aneurizme (istaživanjem je dokazano da je od 44% (ili u 65 od 146) bolesnika sa ekstrakranijalnom disekcijom unutrašnje karotidne arterije, Hornerov sindrom dijagnostikovao u polovini slučajeva (ili u 32 od 65) (Biousse V. et al., 1998.)., tumora srednje moždane jame, ishemije karotidnih arterija, migrene, simpatitektomije i dr. (Hageman G. et al., 2013.).

Najčešći simptomi koji karakterišu kliničku sliku Hornerovog sindroma javljaju se na jednoj strani lica: ptoza (zbog izostanka simpatičke inervacije m.tarsalis superior (Müllerov mišić), (Adam and Victor's principles of neurology, 2001.) nastaje delimična spuštenost gornjeg kapka ili inverzna ptoza, mala visina donjeg očnog kapka; mioza zbog narušene funkcije m.dilatator pupillae, poremećaj dovodi do slabljenja reakcije zenice na svetlosnu draž; enoftalmus ili uvlačenje očne jabučice u očnu duplju; dishidroza (poremećaj znojenja) u pojedinim slučajevima nastaje i potpuni prestanak znojenja ili anhidroza lokalizovana samo na jednoj strani lica, a nastaje zbog oštećenja ciliospinalnog refleksa i karakteriše je pored dishidrose još i konjugovana hiperemija i jednostrano crvenilo kože lica; heterohromija ili različitost boje dužice oka. Heterohromija je izazvana odsustvom simpatičke inervacije što sprečava pigmentaciju melanina u melanocitima koji se nalazi u osnovi dužice (stroma iridis) (Gesundheit B. et al., 2005.).

„Purfur Pti sindrom”, sindrom nazvan po francuskom lekaru Fransoa Purfur di Pti, (1664-1741), suprotan je Hornerovom sindromu. Ovaj sindrom se klinički manifestuje midrijazom, egzoftalmusom i povlačenjem (retrakcijom) očnih kapaka. Purfur Pti sindrom je izazvan mehanizmom hiperekscitacije simpatičkog nervnog sistema nakon njegove lezije primarnom bolešću (Aouba A. et al., 2003.).

- Argil Robertsonova zenica (Argyll Robertson pupil) ili Argil Robertsonov znak (ɑːrgail rɒbɨtsən), nazvan po škotskom naučniku Douglas Argyll Robertsonu, a upućuje na prisutnost neurosifilisa, u stadijumu tabesa doralisa i progresivne paralize. Ovo stanje karakteriše mioza odnosno gubitak sposobnosti zenice za reakciju na svetlostne podražaje i ciliospinalni refleks, pri čemu je očuvan refleks za akomodaciju i konvergenciju (Argyll Robertsonov znak, Hrvatska enciklopedija 2021., Adam and Victor's principles of neurology., 2001.).

- Paraliza konvergencije nastaje usled centralne lezije. U tom slučaju unutrašnji pravi mišići nisu oštećeni samo ne mogu da dovedu do konvergencije bulbusa. Kod paralize konvergencije mogu biti prisutne dipopije pri gledanju bliskih predmeta, dok kod gledanja u daljinu to ne važi. U ovoj situaciji je oštećena i konsenzualna reakcija na svetlosnu draž.

Klinički posmatrano može biti:

1.Paraliza n.troclearisa (IV KN) koja je retka, karakteriše se lakim konvergentnim strabizmom i diplopijama pri pogledu na niže (bolesnik ne može npr. da siđe niz stepenice) te kompenzatorno zabacuje glavu unazad.

2.Paraliza n.abducensa (VI KN) je najčešća zbog dugog intrakranijalnog puta ovoga nerva. Uzrok paralize n.abducensa može biti pozni sifilis, oboljenja baze lobanje i traume, a karakteriše je konvergentni strabizam i diplopije.

3.U slučaju procesa u piramidi temporalne kosti, kod sekundarnog apikalnog petrozitisa tj. zapaljenja vrha piramide slepoočne kosti nastaje tzv. Gradenigov sindrom (Gradenigo - Lannois syndrome). Ovo stanje karakteriše trijas simptoma: supurativno zapaljenje srednjeg uha, bol u predelu distribucije n.trigeminusa i pareza n. abducensa. Klinički se manifestuje paralizom n.abducensa sa diplopijama (dvoslikama), homolateralna neuralgija n.trigeminusa i gnojnom sekrecijom iz uha zahvaćene strane. Slične pomenutom mogu se javiti i simptomi kod ekspanzije malignog tumora nazofarinksa (Murakami T. et al., 1996., Motamed M. et al., 2000.).

4.Mijastenična stanja: karakteriše ih napor da vidne osovine ostanu paralelne. Ova stanja su vrlo kompleksna i prate ih funkcionalne, kongenitalne i neurastenične smetnje. Mišićna slabost dovodi do poremećaja vida, vrtoglavice, migrene, parestezije i bolova u okcipitalnom i cervikalnom delu glave.

5.Supranuklearne lezije: lezije frontalnog i okcipitalnog režnja dovode do paralize konjugovanih pokreta u suprotnu stranu sa devijacijom u pravcu lezije. Iritativne lezije izazivaju konjugovanu devijaciju očnih bulbusa ka suprotnoj strani. Spontani oporavak u slučaju pomenutog stanja nastaje najčešće unutar nekoliko dana.

6.Nystagmus: nistagmus (nystagmus, Ny) su nevoljni pokreti očnih jabučica u pravcima gore - dole, levo - desno, napred - nazad ili kružno. Ny nastaje najčešće usled lezije neuralnog mehanizma koji održava očne bulbuse u stalnom odnosu sa okolinom i nadležan je za ravnotežu.

Nystagmus može biti:

- fiziološki tzv. terminalni nistagmus, nastaje pri fiksiranju pogleda u stranu;

- periferni vestibularni nistagmus, nastaje usled nadražaja perifernog vestibularnog aparata i uvek je praćen vrtoglavicom tj. vertigom;

- centralni nistagmus nastaje usled lezije u oblasti IV moždane komore i retko je praćen vertigom;

- optokinetički nistagmus se javlja kao normalna pojava na pokretne optičke podražaje;

- pendularni nistagmus je okularnog porekla ili nasledan, prate ga brze i spore komponente bez oštećenja vida, brzina pokreta očiju je podjednaka u oba smera.

- toksični nistagmus, nastaje u toku i kao posledica lečenja nekim medikamentima (Barbiturati, Difenilhidantoini, Bromidi, a u izvesnom stepenu ga može izazvati i konzumiranje alkohola).

S obzirom na značaj u kliničkoj praksi, (vidi raniji tekst) da se podsetimo mnogobrojnih najčešćih uzroka oftalmoplegije:trauma porekla npr. fraktura baze lobanje, degenerativni procesi (progresivna nuklearna i supranuklearna oftalmoplegija, spinocerebelarna degeneracija), zapaljenske prirode (meningitis, poliradikuloneuritis, ređe sifilis, botulizam), takođe često su vaskularnog porekla (petehijalna krvarenja u mezencefonu), multipla skleroza, infarkt mozga, metaboličke encefalopatije, tumori moždanog stabla i IV komore, intoksikacije lekovima, sistemske bolesti, sifilis i dr.

KLINIČKI NALAZ	OŠTEĆENJE	ČESTI UZROCI
Pareze		
Pareza horizontalnog pogleda u jednom smeru, obično obostrana	Pareza konjugovanog horizontalnog pogleda	Oštećenja oba centra za horizontalni pogled u ponu i 6. moždanog živca ipsilateralno ili oštećenje frontalnog korteksa kontralateralno
Obostrana pareza svih pokreta horizontalnog pogleda osim abdukcije oka na strani kontralateralnoj oštećenju; konvergencija nezahvaćena	Sindrom jedan i pol	Oštećenje u medijalnom longitudinalnom fasciklu i ipsilateralnom posteriorom centru za lateralni pogled
Jednostrana ili obostrana pareza očne adukcije u horizontalnom lateralnom pogledu ali ne i u konvergenciji	Internuklearna oftalmoplegija	Oštećenje u medijalnom longitudinalnom fasciklu
Obostrana pareza pogleda prema gore s proširenim zenicama i slabom reakcijom na svetlo	Parinaudov sindrom (vrsta pareze konjugovanog vertikalnog pogleda)	Pinealni tumor ili infarkt srednjeg mozga
Obostrana pareza pogleda prema dole	Pareza konjugovanog pogleda prema dole	Progresivna supranuklearna paraliza
Jednostrana pareza očne abdukcije i pogleda prema dole i gore, ptioza i često dilatacija zenice	Pareza 3. moždanog živca	Aneurizme, transtentorijalna hernijacija, ishemija živca ili srednjeg mozga
Jednostrana pareza vertikalnog pogleda u adukciji; može biti diskretna, dovodi do simptoma ali ne i kliničkih znakova	Pareza 4. moždanog živca	Idiopatska, trauma glave
Jednostrana pareza očne abdukcije	Pareza 6. moždanog živca	Idiopatska, infarkt, vaskulitis, povećani intrakranijski tlak, Wernickeova encefalopatija, multipla skleroza

Nevoljni ili patološki pokreti			
Ritmički nevoljni pokreti, obično obostrano	Nistagmus	Vidi u tekstu	
Brzi trzaji prema dole, polagani povratak prema gore u srednju poziciju	Trzaji očiju	Opsežno oštećenje ili disfunkcija ponsa	
Prebacivanje pogleda praćeno s nekoliko oscilirajućih trzajeva	Okularna dismetrija	Oštećenje cerebelarnih puteva	
Brze oscilacije oko tačke fiksacije	Okular no treperenje	Oštećenje cerebelarnih puteva	
Brzi, konjugovani, haotični pokreti bulbusa, često s difuznim mioklonusom	Opsoklonus	Mnogobrojni uzroci: postanoksična encefalopatija, skriveni neuroblastom, ataksija-tealeangriektazija	

Zenica (pupila) je crna rupa koja se nalazi u centru dužice oka (iris). U fiziološkim granicama zenice su jednakog promera (izokorija), široke su 2 do 5mm, ravnih ivica, simetrično reaguju na svetlosnu draž, akomodaciju i konvergenciju. Kod ljudi su okrugle dok su kod nekih drugih vrsta kao npr. kod mačaka sa vertikalnim prorezom, koze imaju horizontalno orijentisane, dok neki somovi imaju prstenaste oblike zenica („Pupil shapes and lens optics in the eyes of terrestrial vertebrates”, 2006.) .

Zenicu čini m.sphincter iridis koji omogućava prolaz svetlosti do mrežnjače oka. M.sphincter iridis svojom kontrakcijom dovodi do suženja zenice, inervisan parasimpatičkim vlaknima n.oculomotoriusa koja se prekidaju u ciliarnom ganglionu. Odatle produžavaju do dužice kao nn.ciliares breves. M.dilatator pupillae ima simpatičku inervaciju, a svojom kontrakcijom smanjuje širinu zenice. Glatki mišići očnih kapaka (m.tarsalis) i orbite takođe su inervisani simpatičkim vlaknima. Ako su zenice uže govorimo o miozi (npr. u starosti, kod upotrebe morfijuma, nekih opijata i sl.), ili široke, kada govorimo o midrijazi koja nastaje nadražajem simpatikusa (npr. afekat, bol, koma, neki narkotici i sl.) (Apaydin N., 2019.).

Zenica ima ulogu u:

- regulaciji količine primljene svetlosti koja ulazi u oči širenjem ili sužavanjem,
- povećavaju oštrinu dubine pogleda sužavanjem i
- sužavanjem uklanjaju periferne zrake te na taj način smanjuju hromatsku i sfernu aberaciju.

Refleksni put mioze zenice

Refleksni put mioze zenice počinje prvim neuronom od retine preko fasciculus opticus i chiasme opticum na dalje se nastavlja optičkim traktom (tractus opticus - pars mesencephalica) do colliculus rostralis laminae quadrigeminae (refleksni primarni optički centar u krovu mezencefalona). Drugi neuron počinje od colliculus rostralis laminae quadrigeminae sa obe strane preko tractus tectobulbarisa do lateralnih parnih parasimpatičkih jedara III nerva - nucleus lateralis parvocellularis s. nucleus originis accessorius (parasympathicus) n. oculomotorii (Westphal-Edinger nucleus) iste i suprotne strane (put

je jednostran ili obostran) te je na taj način omogućena konsenzualna reakcija zenice. Treći neuron ide od lateralnog parasimpatičkog jedra III nerva sa obe strane te preko njegovog radix brevis do parasimpatičkog gangliona ciliare. I poslednji četvrti neuron ide od gangliona ciliare preko nn.ciliares breves, n.oculomotorii do n.sphinctera pupillae (Radojičić B.M., 2011.).

Refleksni put midrijaze zenice

Prvi neuron refleksnog puta midrijaze zenice polazi od retine kroz fasciculus opticus, chiasmu, tractus opticus (pars mesencephalica) do colliculus rostralis laminae quadrigeminae. Drugi neuron ide od colliculus rostralis preko tractus tecto spinalis do centrum cilio spinale (C8 Th1). Treći neuron polazi od centrum cilio spinalis preko cranial cervical gangliona. Postganglijarni put ide preko plexus carotica do očne duplje, potom do gangliona ciliare, i preko nn.ciliares longi do m. dilatator pupillae (Radojičić B.M., 2011.).

Put refleksa za konvergenciju oka

Prvi neuron puta za konvergenciju polazi od retine preko fasciculus optica, chiasme optica, tractus optica do colliculus rostralis laminae quadrigeminae. Odavde polazi drugi neuron do tractus tectobulbaris u neparno medijalno parasimpatičko jedro III KN (Perlija - centar za konvergenciju očiju). Odavde polazi treći neuron koji na dalje ide u oba susedna jedra m.rectus nasalis (nucleus magnocellularis lateralis) (Radojičić B.M., 2011.).

Put refleksa za akomodaciju oka

Prvi neuron puta refleksa za akomodaciju oka polazi od retine kroz fasciculus opticus, chiasme opticum do colliculus rostralis laminae quadrigeminae. Odavde polazi drugi neuron koji se pruža do neparnog medijalnog parasimpatičkog jedra trećeg KN (Perlija - centar za akomodaciju). Na dalje put se nastavlja trećim neuronom od Perlija centra desnim i levim n.oculomotoriusom kroz njegov radix brevis do parasimpatičkog gangliona ciliare koji je pridodat oftalmičkom nervu. Odavde polazi četvrti neuron koji ide preko kratkih cilijarnih živaca (nn. ciliares breves n.oculomotorii) do m.ciliaris tj. glatkog parnog mišića glave koji se nalazi unutar očne jabučice i u sastavu je tzv. cilijarnog tela (Radojičić B.M., 2011.).

U slučaju izolovane lezije Westphal Edingerovog jedra zenica ne reaguje na svetlost, ali je očuvana reakcija na akomodaciju i konvergenciju (Argyll Robertsonov znak).

Jednostrana midrijaza (Hutchinson's pupil) ili Hačinsonova zenica jednostrano šira zenica klinički ukazuje na povećanje intrakranijalnog pritiska kod npr. krvarenja, traume glave, tumora. Prvo se javlja mioza kao nadražajni fenomen potom midrijaza na strani lezije - anisocoria.

Hippus zenice podrazumeva ritmično sužavanje i širenje zenice nevidljivo golim okom. Klinički najčešće prepoznatljiva kod shize, multiple skleroze (Radojičić B.M., 2011., Leon D., 2018.).

Ukratko:

m.sfinxter pupile (parasimpatikus)- Westphal - Edingerova jedra, + cilijarni mišić, akomodacija

m.dilatator pupile (simpatikus)

Refleks zenice na svetlo = optički trakt - corpus geniculatum lat. pretektalna regija stabla - konsenzualna reakcija

Simpatikus = ciliospinalni segment 8.cervikalnog i 1 i 2 torakalnog segmenta - donji, srednji, gornji simpatički ganglion vrata - uz karotidu, preko n.ophthalmica - orbita

Pregled sadrži:

-ispitivanje pokretljivosti očne jabučice (praćenjem prsta);

-pregled refleksa zenice na svetlost (pomoću dnevne svetlosti, indirektno - konsenzualna reakcija, pomoću lampice);

-pregled akomodacije (registrovanje reakcije konvergencije i promene na zenicama kada bolesnik prati predmet koji se iz udaljenosti primiče očima);

-proba prizmom (ispituje se sposobnost spoljašnjeg i unutrašnjeg pravog mišića da spaja slike) i

- ispitivanje da li postoje duple slike tj. diplopija.

Shematski prikaz simptoma oštećenja okulogirnih nerava:

	Opis	Uzrok
	Jedna zenica uvećana	Pritisak na bolesni nerv (u 90% slučajeva na strani gde je uvećana zenica)
	Obe zenice uvećane	Povreda srednjeg mozga
	Nepravilne zenice	Trauma očne duplje
	Oči „otišle“ u stranu	Lezija prednjeg mozga
	Skupljene zenice	Povreda moždanog mosta ili korišćenje opijata

1. Lezije: delimične ili potpune oduzetosti okulogirnih nerava mogu biti kortikalnog porekla (npr. krvarenje, tromboze, embolije, tumori), supranuklearne lezije centrifugalnih vlakana tj. puteva od kortikalnih centara do njihovog jedra (npr. epidemijski encefalitis, multipla skleroza, ateroskleroza, krvarenje, tumori u području laminae quadrigeminae), zatim uzroci oštećenja mogu biti poreklom intranuklearne oduzetosti koje podrazumevaju kombinovanu oduzetost očnih živaca uz hemiplegiju suprotne polovine tela zbog povrede piramidnog puta (npr. epidemijski encefalitis, multipla skleroza, tumori, hidrocefalus, intoksikacije, infektivne bolesti, aplazija jedara kod povrede ponsa, sifilis), zatim radikularne ili fascikularne oduzetosti kod prekida u provodljivosti vlakana na putu od izlaska iz jedra do napuštanja mozga kao npr. kod multiple skleroze, tumora, krvarenja, encefalitisa, meningitisa, povrede moždanog stabla i u području fisure supra orbitalis, frakture baze lobanje, tuberkuloze, aneurizme najčešće a. carotis interne, otitisa (Gradenigo syndrome). Orbitalna oduzetost se može javiti i kod flegmone, apscesa, periostitisa, tumora i dr, miogena oduzetost koja može nastati kao posledica povrede očnih mišića,

Myasthenia gravis, tumora ovoga područja, kongenitalne aplazije, razne inflamatorne promene.

2.Strabizam: zbog pareze ili paralize ovih nerava dolazi do skretanja jednog ili oba oka tj. konvergentnog ili divergentnog strabizma. Karakteristika konvergentnog strabizma u ovom slučaju je ta da ugao koji stvaraju vidne osovine očiju se ne menja s pomeranjem pogleda. Postoji stalna devijacija jednog oka iznad drugog što klinički deluje da simulira paralizu vertikalnih pokreta očiju (Hertwig Magendie syndrome) (Vranješ J. i sar., 2011.).

3.Diplopija: subjektivni fenomen koji se javlja pri gledanju na oba oka. Pri povredi unutrašnjeg i spoljašnjeg pravog mišića dvoslike su paralelne, dok kod ostalih slike međusobno sklapaju ugao. Kad bolesnik gleda u pravcu funkcije paralisanog mišića koju je on imao i pre, zbog dejstva zdravih antagonista diplopija će kasnije postojati i u primarnom položaju. Slike se više odvajaju ukoliko pacijent više skreće pogled u pravcu ranije normalne, a sada paralisane funkcije mišića. U ovom slučaju kod konvergentnog strabizma slike su neukrštene, a kod divergentnog ukrštene. Uzroci mogu biti encefalitis, multipla skleroza, tumori, oštećenje kortikalnih centara (konjugovana devijacija) kada bolesnik gleda u suprotnom pravcu dok kod oštećenja pontinih centara gleda u istu stranu, oštećenje cerebeluma, vestibularnog aparata i sl. (Leon D., 2018.).

U slučaju oštećenja šestog kranijalnog živca uzrok diplopije mogu biti i periferne povrede očnih živaca gde nastaje oduzetost jednog ili više očnih mišića jednog ili oba oka. Voljna i refleksna pokretljivost je u tom slučaju nemoguća. Oduzetost pojedinih motornih kranijalnih nerava prati i oduzetost suprotne polovine tela zbog istovremene povrede piramidnih puteva (hemiplegija alterna) nastaje npr. sindrom fissure sphenoidalis tj. internuklearna oftalmoplegija. Ona može biti jednostrana ili obostrana pareza ili potpuna oftalmoplegija (oduzetost III, IV i VI) adukcije očnih jabučica u lateralnom horizontalnom pogledu ali ne i u konvergenciji. Da se podsetimo za vreme horizontalnog pogleda medijalni longitudinalni fascikulus u svakoj polovini moždanog stabla omogućava usklađenu simetričnu abdukciju jednog oka sa adukcijom drugog. Medijalni longitudinalni fascikulus povezuje jedro VI KN koji kontroliše i omogućava adukciju m.lateralis rectusa i susedni centar za horizontalni pogled s kontralateralnim jedrom III KN koji je odgovoran za adukciju i kontroliše pokrete m.medialis rectusa. Pored

navedenog medijalni longitudinalni fascikulus povezuje vestibularna jedra sa III KN. Kao što je već rečeno internuklearna oftalmoplegija nastaje najčešće kod mladih osoba u slučaju multiple skleroze i češće je obostana, dok kod starijih osoba nastaje kao posledica moždanog udara i češće je jednostrana. Na dalje oštećenja II KN daju jednostranu slepoću, a zbog oštećenja VI nerva nastaje anestezija u zahvaćenom području, takođe uzroci mogu biti i periostitis, neurosifilis, tumori (TU fisure sfenoidalis), intoksikacija lekovima kao npr. tricikličnim antidepressivima i dr.

Oftalmoplegija može biti akutna i hronična. Uzroci akutne oftalmoplegije su navedeni u ranijem tekstu, a hronična oftalmoplegija može biti:

-Hronična progresivna eksterna oftalmoplegija (Ueber infantilen Kernschwund.), ponto mezencefalični oblik nuklearne progresivne amiotrofije (Nic. Gierlich 30. April 1905.). Do nedavno se smatralo da je nepoznate etiologije. U novije vreme je ustanovljeno da se radi o mitohondrijalnom poremećaju koji je posledica nekoliko genetskih mutacija, a za potvrdu dijagnoze ovoga stanja neophodno je uraditi molekularno genetsko ispitivanje koje otkriva mutacije mitohondrijalne DNK. Hronična progresivna eksterna oftalmoplegija se javlja u ranom detinjstvu progresivnom oduzetošću spoljnjih mišića oka, može imati faze remisije, a najčešće se uočava i dijagnostikuje između 18 i 40-te godine starosti tj. više decenija od početka svog razvoja, tada postaje trajna i potpuna, obostrana oduzetost svih spoljašnjih mišića oka. Kod infantilne atrofije jedara mogu biti leđirani još i VI, VII i IX KN što se utvrđuje genetskim ispitivanjem i MR mozga.

-Hronična progresivna nuklearna oftalmoplegija (Graefe 1868.) podrazumeva polioencefalitis superior chronica. Retko je oboljenje, traje nekoliko decenije uz postepeni razvoj simetrične oduzetosti očnih mišića zbog hronične degeneracije jedara (nuklearna atrofija). Kod ovoga oboljenja prisutna je potpuna oduzetost spoljašnjih očnih mišića što daje tipičnu fizionomiju bolesnika, facies Hutchinson, dugo može biti jedini simptom, a povremeno se pridružuju simptomi od strane produžene moždine i ponsa. Etiološki uzrok mogu biti intoksikacije, inflamacije, lues ili je pak idiopatske etiologije.

-Myasthenia gravis pseudoparalytica, u 80% slučajeva uzrok ovoga stanja su povrede očnih mišića, postoji forme fruste (astenična

oftalmoplegija) ograničena samo na povredu očnih mišića.

-Hronična oftalmoplegija koja se viđa kod tabesa i progresivne paralize.

-Hronična oftalmoplegija npr. kod Multiple skleroze.

-Ophthalmoplegia nuclearis alternans recidiva.

-Kombinovane oftalmoplegije su one koje se javljaju kod oboljenja bulbarnih jedara ili prednjih rogova kičmene moždine.

-Periodična oftalmoplegija (oftalmoplegična migrena) tj. napad migrene praćen paralizom n.okulomotoriusa ređe IV i VI KN.

-Kongenitalna oftalmoplegija, nastaje zbog aplazije očnih mišića, najčešće jednostrano VI KN.

-Simpatička oftalmoplegija, okulosismpatička paraliza ili Hornerov sindrom (Klod Bernar-Hornerov syndrom). Nastaje zbog lezije simpatikusa u vratnom delu kičmene moždine ili zbog povrede korenova C8 do Th1 segmenta tzv. centrum ciliospinale. Simptomi koji karakterišu ovaj oblik hronične oftalmoplegije su suženje rime oculi, mioza, enophthalmus (uvučena očna jabučica), crvenilo lica (vazodilatacija) i anhidroza (izostaje znojenje zahvaćene strane).

-Axenfeld-Schürenberg syndrome je kongenitalno oboljenje koje karakterišu ciklične, povremene faze paralize mišića inervisanih III KN. Ovo oboljenje podrazumeva jednostranu oduzetost okulomotoriusa sa kratkotrajnim ritmičnim grčevima koji su udruženi sa blefarospazmom i midrijazom. Uske zenice grčevito podizanje gornjeg očnog kapka, često adukcija očne jabučice u trajanju od nekoliko sekundi su delimično i karakteristika kongenitalnog retrakcionog sindroma Stilling Turk Duane syndrome seu Duane Retractian syndrome (DRS) (Duane A., 1905.).

Diferencijalna dijagnoza između kortikalne tj. supranuklearne i pontine paralize pogleda:

-Očuvana sposobnost kortiko-reflektorne tj. senzorne pokretljivosti pogleda (očuvan tractus longitudinalis medialis) isključuje pontino žarište. Konvergencija bulbusa kod intracerebralne i pontine oduzetosti nije poremećena.

-Kod cerebralnih žarišta u ponsu nema ni diplopija ni strabizma. Ako žarište zahvati i n.abducens pored pareze javlja se strabizam i diplopija uz nistagmus koji je u abduciranom oku izraženiji. Znači da žarište u ponsu govori samo za postojanje strabizma pri pogledu u pravcu pareze uz diplopiju, dok njegova oduzetost to ne isključuje.

-Razlika između cerebralne i pontine oduzetosti može se ustanoviti kalorijskim testom (vestibularni podražaj). Ako se u toku testa javlja nistagmus lokalizacija lezije nije u ponsu. Ukoliko se nistagmus ne javi najverovatnije je lezija u ponsu (očuvan je put između jedra n. abducensa i vestibularnog jedra).

-Učestalost, tok i intenzitet paralize pogleda kod kortikalnih lezija paralize pogleda tj. konjugovana devijacija je vrlo česta i jače izražena ali je kratkotrajna i prolazna. Kod pontinih lezija ređe se javlja i slabije je izražena, a duže traje.

-Diferencijalna dijagnoza ostalih simptoma CNS: oduzetost pogleda sa istostranom paralizom pogleda govori o postojanju oboljenja hemisfere mozga. Ukrštena oduzetost upućuje na žarište u ponsu. Ako uz oduzetosti ekstremiteta postoji i paraliza facijalisa i oduzetost pogleda lezija je u hemisferi iste strane kao i oduzetost udova. Ukoliko je žarište u ponsu javlja se istostrana oduzetost pogleda, pareza n.abducensa na strani pareze pogleda sa ili bez oduzetosti n.facialisa iste strane uz oduzetost ekstremiteta suprotne polovine tela.

-Obostrana oduzetost pogleda može se javiti uz cycloplegiu - kod koje postoji obostrano žarište u hemisferama. Kod obostranih žarišta u ponsu onemogućeni tj. ograničeni su spoljašnji pokreti bulbusa dok su vertikalni (colliculus rostralis laminae quadrigeminae) pokreti očuvani.

Literatura:

A. Aouba et al., Le syndrome de Pourfour du Petit : une cause rare d'exophtalmie unilatérale avec mydriase et élargissement de la fente palpébrale Архивирано на сајту Wayback Machine (7. фебруар 2009.), Rev. méd. interne, 2003, vol. 24, no4, pp. 261-265, sur cat.inist.fr

Argyll-Robertsonov znak. Hrvatska enciklopedija, mrežno izda-nje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=3708>.

Adam and Victor's principles of neurology. New York: McGraw Hill, 2001. ISBN 0-07-067497-3.

Apaydin N, Kendir S, Karahan ST. The Anatomical Relationships of the Ocular Motor Nerves with an Emphasis on Surgical Anatomy of the Orbit. Anat Rec (Hoboken). 2019. Apr;302(4):568-574.

Biousse V, Touboul PJ, D'Anglejan-Chatillon J, Lévy C, Schaison M, Bousser MG. Ophthalmologic manifestations of internal carotid artery dissection. Am J Ophthalmol. Oct 1998; 126 (4):565-77.

Borivoje M. Radojičić, Klinička neurologija XVII prerađeno i prošireno izdanje za lekare i studente, Beograd, maj 2011.

Choi KD, Choi SY, Kim JS, Choi JH, Yang TH, Oh SY, Kim SH, Lee HS, Lee SH, Jeong SH, Kim HJ, Choi JY. Acquired Ocular Motor Nerve Palsy in Neurology Clinics: A Prospective Multicenter Study. J Clin Neurol. 2019. Apr;15(2):221-227.

Davis, Matthew C. et al. „The Naming Of The Cranial Nerves: A Historical Review.” Clinical Anatomy, vol 27, no. 1, 2013, pp. 14-19. Wiley-Blackwell, doi:10.1002/ca.22345.

Duane A. (1905.) „Congenital Deficiency of Abduction associated with impairment of adduction, retraction movements, contraction of the palpebral fissure and oblique movements of the eye”. Archives of Ophthalmology. 34: 133-50.; Reprinted in Duane A (1996.) „Congenital deficiency of abduction, associated with impairment of adduction, retraction movements, contraction of the palpebral fissure and oblique movements of the eye. 1905”. Arch Ophthalmol. 114(10):1255-6, discussion 1257. doi:10.1001/archophth.1996.01100140455017. PMID 8859088.

Gesundheit B, Greenberg M (2005.) „Medical mystery: brown eye and blue eye--the answer”. N Engl J Med 353 (22): 2409-10. DOI:10.1056/NEJM200512013532219. PMID 16319395.

Hageman, G., Ippel, P.F., te Nijenhuis, F.C.A.M. Autosomal dominant congenital Horner's syndrome in a Dutch family. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat. 55: 28-30, 1992. [PubMed: 1548493].

<https://radiopaedia.org/cases/cranial-nerves-and-brainstem-nuclei-illustrations> - jedra mozga senzitivno motorno parasimpatika

Ibekwe E, Horsley NB, Jiang L, Achenjang NS, Anudu A, Akhtar Z, Chornenka KG, Monohan GP, Chornenky YG. Abducens Nerve Palsy as Initial Presentation of Multiple Myeloma and Intracranial Plasmacytoma. J Clin Med. 2018. Sep 03;7(9).

Ipsalali HO, Ciftci AC, Kilic D, Sendemir G, Seyhan S, Kaya I, Ortug G. Variations of the 6th cranial nerve (nervus abducens) in the petroclival region: A microsurgical study. Morphologie. 2019. Jun;103(341 Pt 2):103-109.

Jelena Vranješ, Agota Čuzdi, Tehnika neurološkog pregleda, Decembar 2011.

Krasnianski M, Georgiadis D, Grehl H, Lindner A. [Correlation of clinical and magnetic resonance imaging findings in patients with brainstem infarction]. Fortschr Neurol Psychiatr. May 2001;69(5):236-41.

Leon Danaila, Functional Neuroanatomy of the Brain: First Part, Second Edition, ISBN-10 : 1790122392, novembar 2018.

Leon Danaila, Functional Neuroanatomy of the Brain: Second Part (Functional Neuroanatomy of the Brain: Second Part, SECOND EDITION, ISBN-13 : 978-1790122394, novembar 2018.

Lević Z. Neurološka propedevtika i dijagnostika. Papiruss Beograd, 1997.

Motamed, M., and A. Kalan. „Gradenigo's syndrome.” Postgraduate medical journal 76.899 (2000.): 559-560. Full text.

Murakami T, Tsubaki J, Tahara Y, et al. (1996.) Gradenigo's syndrome: CT and MRI findings. *Pediatr Radiol* 26:684-685. Cross Ref Pub Med Web of Science Google Scholar.

Mumenthaler M, Mattle H, Taub E. *Fundamentals of Neurology: An illustrated guide*. Thieme Stuttgart - New York, 2006.

Nikolić M. *Propedevtika i tehnika neurološkog pregleda*. Medicinska knjiga Beograd-Zagreb, 1980.

Nic. Gierlich - Nervenarzt in Wiesbaden, Krankenvorstellung bei der gemeinsamen Sitzung der Südwestdeutschen und Niederrheinisch-westfälischen Kinderärzte am 30. April 1905. in Wiesbaden.

„Pupil shapes and lens optics in the eyes of terrestrial vertebrates”. *J. Exp. Biol.* 209 (Pt 1): 18.25. 2006. PMID 16354774. doi:10.1242/jeb.01959.

Rohkamm R. *Color atlas of Neurology*. Thieme Stuttgart - New York, 2004.

Ropper A, Brown R. *Adams and Victor's Principles of Neurology*, 8th Edition. McGraw Hill, 2000.

Shumway CL, Motlagh M, Wade M. StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): Jul 25, 2022. *Anatomy, Head and Neck, Orbit Bones*.

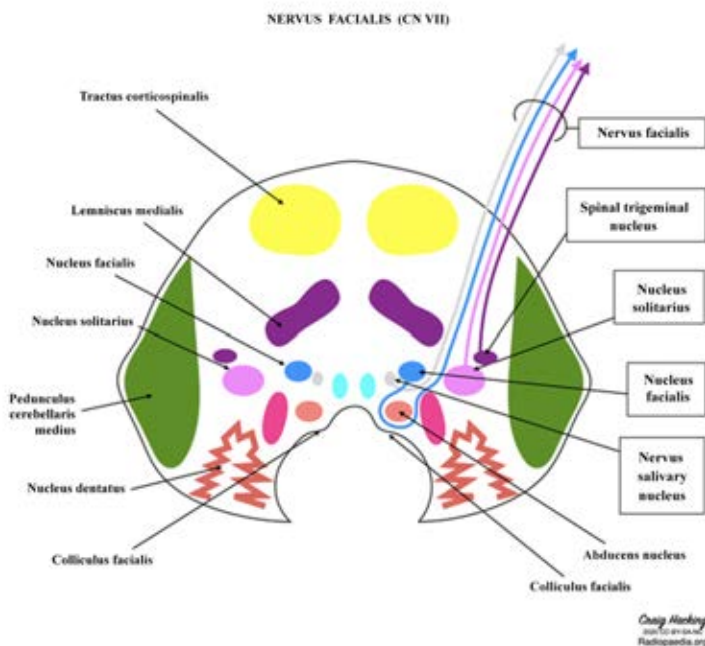
Славољуб В. Јовановић, Надежда А. Јеличић (2000.) *Анатомија човека- глава и врат*. Београд: Савремена администрација. ISBN 978-86-387-0604-4.

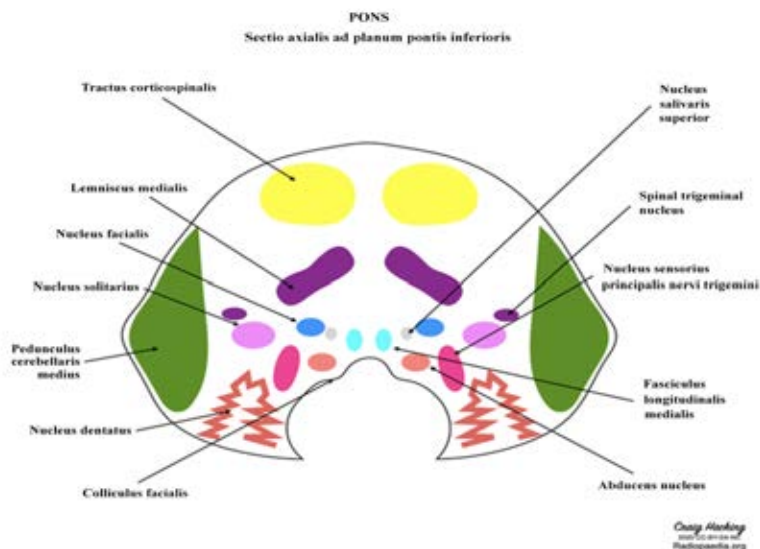
Tayebi Meybodi A, Borba Moreira L, Little AS, Lawton MT, Preul MC. Anatomical assessment of the endoscopic endonasal approach for the treatment of paraclinoid aneurysms. *J Neurosurg.* 2018. Dec 21;131(6):1734-1742.

Wang JMH, Edwards BA, Loukas M, Oskouian RJ, Tubbs RS. Supernumerary Abducens Nerves: A Comprehensive Review. *World Neurosurg.* 2018. Apr; 112:39-4.

VII KRANIJALNI NERV NERV LICA / FACIJALNI ŽIVAC (*nervus facialis* / *n.intermediofacialis*)

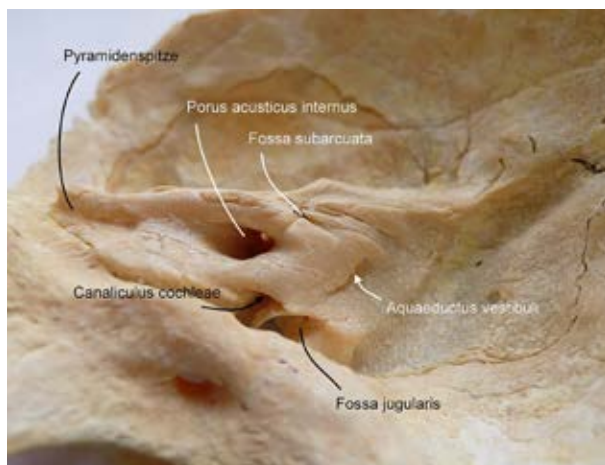
Nervus facialis (nerv lica ili facijalni živac) je VII kranijalni nerv, sadrži pretežno motorna vlakna koja nastaju u jedru facijalnog nerva u ponsu. Motornim vlaknima inervirše mimičnu muskulaturu lica i platizmu (m.platysma). Facijalni živac pored motornih sadrži i senzitivna vlakna za inervaciju prednje dve trećine jezika, ukus i sekretorna vlakna. Pored navedenog sadrži i parasimpatička vlakna. Senzitivna i parasimpatička vlakna nastaju od intermedijernog nerva. N.facialis poseduje tri jedra. Sva tri jedra su smeštena u ponsu (Jovanović B.S. i sar., 2000., Standring S., 2009.).

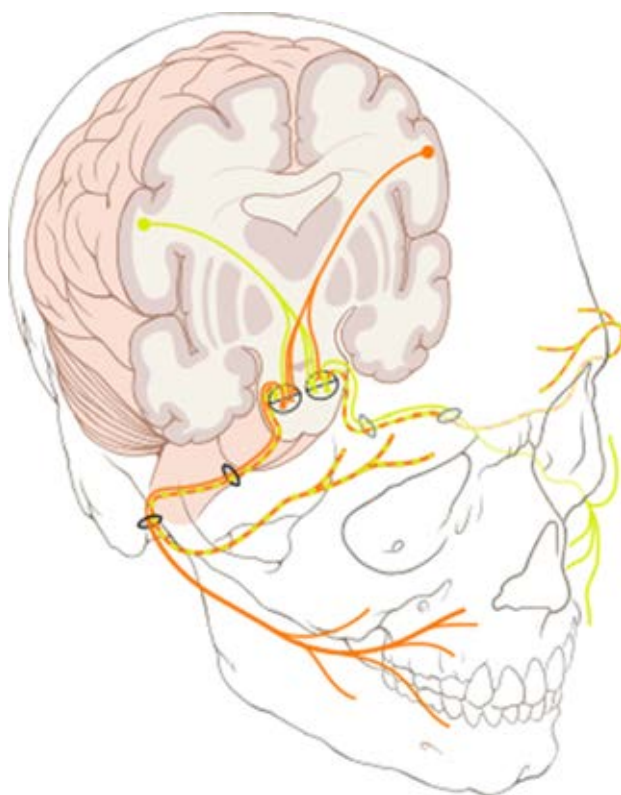
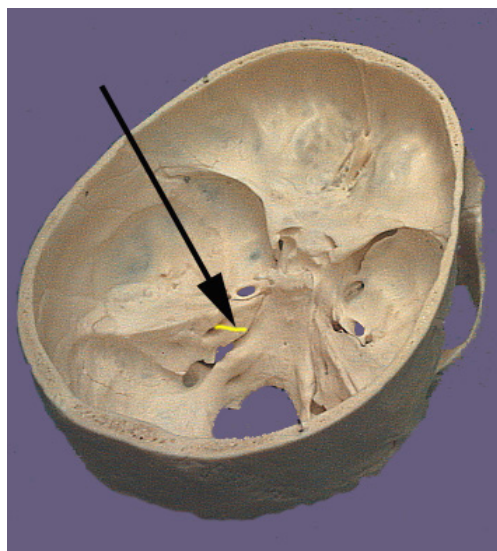




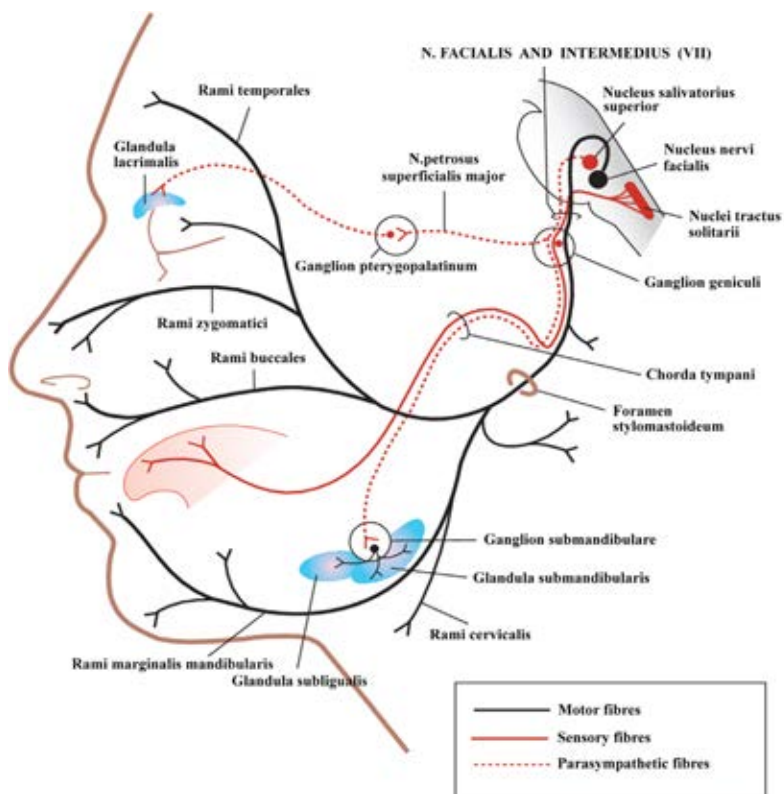
Pojedini autori ovaj nerv dele u dva dela: 1. nervus facialis - brahijalni somatotropni nerv koji embriološki potiče iz drugog faringealnog luka i 2. nervus intermedius koji predstavlja njegov tanji deo, a sadrži visceromotorna, viscerosenzorna i somatosenzorna vlakna (Petrovický P. et al., 2002., Moore, K.L. et al., 2002.).

Nervus facialis putuje obično od ponsa kroz facijalni kanal u temporalnoj kosti i izlazi iz lobanje kroz foramen stylomastoideum. VII kranijalni nerv polazi iz moždanog stabla posteriorno od n.abducensa i anteriorno od n.vestibulocochlearisa.

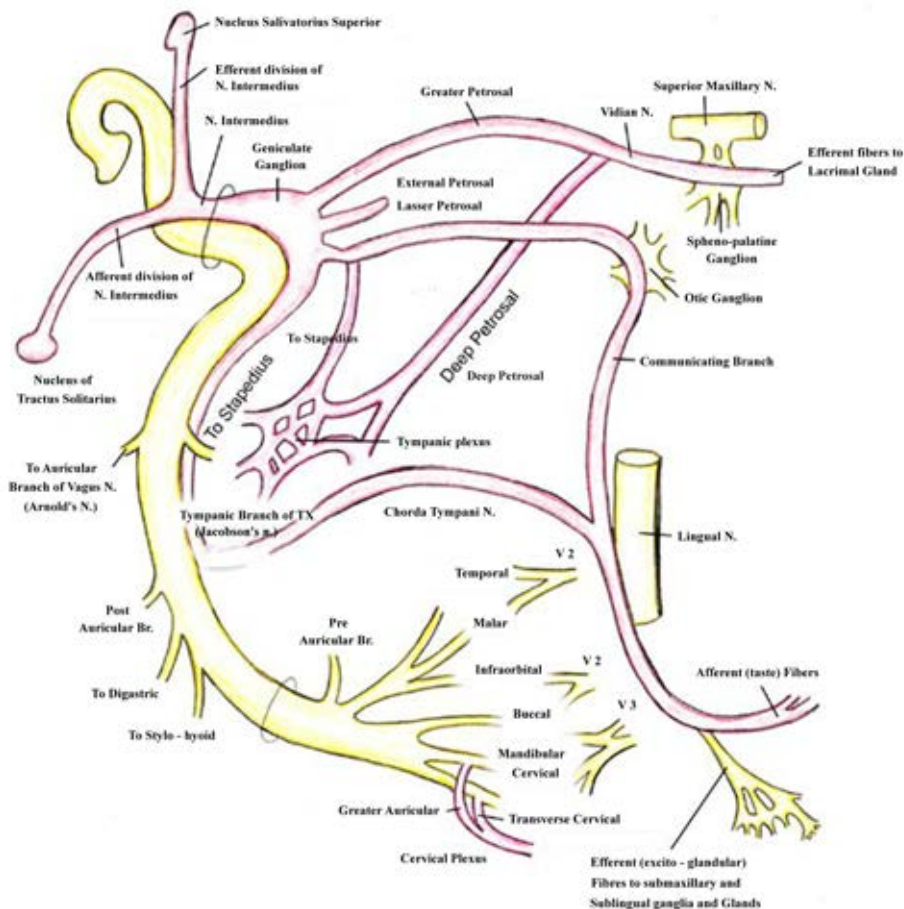




U kliničkoj praksi ovaj nerv je od velikog značaja, s toga ga tokom dijagnostičkih procedura ne treba mešati sa n.trigeminusom (Standring S., 2009.). (vidi poglavlje V KN) Embriološki razvoj n.facialis potiče od drugog faringealnog luka tzv. hioidnog luka. On učestvuje u formiranju donjeg roga i gornjeg dela podjezične kosti, dok ostatak hioidne kosti formira treći luk. VII KN obezbeđuje motoričku i senzornu inervaciju mišića nastalih od drugog faringealnog luka, uključujući i mišić koji daje izraz licu, zadnji trbuh digastričnog, stilohoidnog i m.stapediusa. Motorna podela ovoga nerva potiče od bazalne ploče embrionalnog mosta, dok čulna podela potiče od kranijalnog nervnog grebena (Dudek R.W., 2014.). Iako inervacija za prednje dve trećine jezika potiču od prvog faringealnog luka, od kojeg nastaje trigeminalni nerv, on ne obezbeđuje celokupnu inervaciju jezika. Jezična grana mandibularnog dela trigeminalnog nerva (V3) obezbeđuje osećaj pritiska, toplote i teksture u prednjem delu jezika preko opštih somatskih aferentnih vlakana.



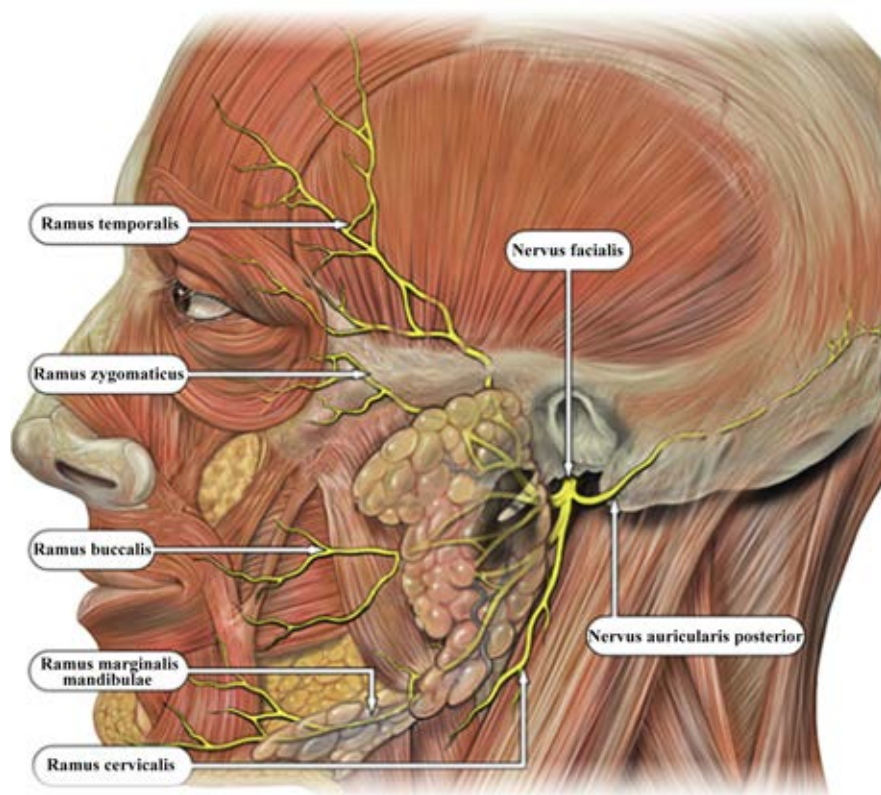
Nervna vlakna za ukus se snabdevaju granom chorde tympani n.facialis preko posebnih visceralnih aferentnih vlakana (Moore K.L. et al., 2011.). Svi mišići koje inerviraju n.facialis su prugasti mišići tzv. branhiomernog porekla, zaduženi su za motoriku mišića lica, a razvijaju se iz drugog faringealnog luka.



Motorno jedro (nucleus originis n.facialis) nalazi se u kaudalnom delu ponsa. Odatle polaze vlakna koja skreću nazad i obilaze prvo sa zadnje, a potom sa prednje strane jedro VI nerva gradeći na taj način unutrašnje koleno n.facialis. Na dalje ovaj nerv se savija napred i ulazi u fossu postpontinu. Tu mu se pridružuje n.statoacusticus i n. intermedius. Iz ponsa izlazi u predelu pontocerebelarnog ugla pored n. abducensa i n.acusticusa i zajedno, nakon ovog kratkog intrakranijalnog

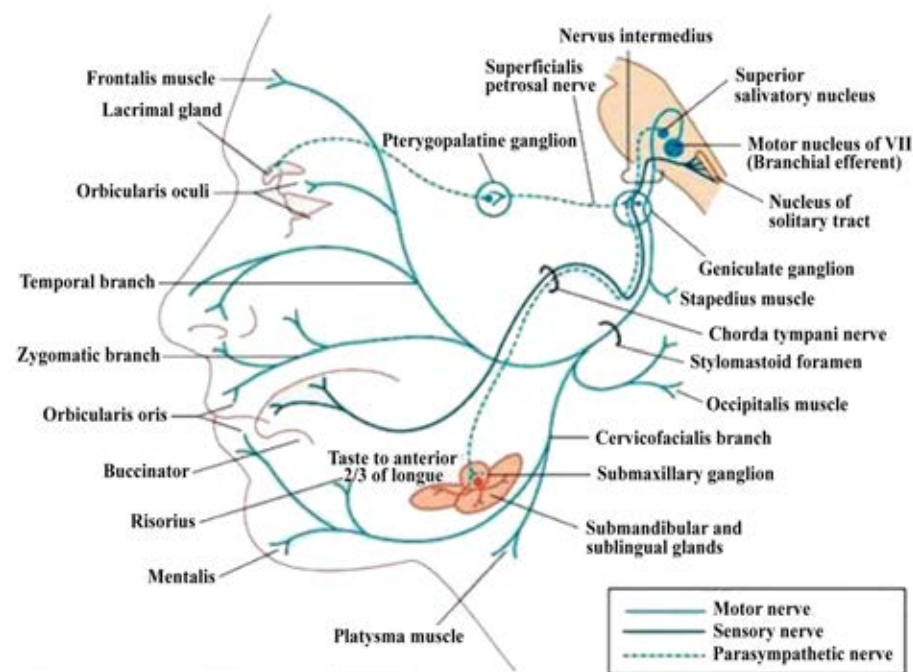
dela, ulaze kroz meatus acusticus internus u canalis facialis (canalis nervi facialis Falloppi) petrozne kosti iz koje izlazi kroz stilomastoidni otvor (foramen stilomastoideus) u glandula parotis. Mastoidni segment je najduži segment n.facialis. Po izlasku iz foramen stilomastoideusa facijalni nerv daje zadnju ušnu granu, zatim granu do zadnjeg stomaka digastrikusa, a potom i granu do stilohioidea.

U petroznom delu kosti pravi svoje drugo - spoljašnje koleno. U glanduli parotis se odvajaju tri grane: n.petrosus maior (inerviše suznu žlezdu); chorda tympani, inerviše sve solitarne žlezde osim parotidne koju inerviše n.glossopharyngeus (IX KN).



Oba ova živca potiču od drugog parasimpatičkog jedra nucleus salivatorius superior n.intermedii koje se nalazi lateralno od motornog jedra i daje sekretorna vlakna koja kao n.intermedius (n.glossopalatinus

seu n.Wrisberg u njemu se nalaze ushodna gusto receptorna vlakna i nishodna parasimpatička vlakna) daje grane za ždrelo, nepce, nosne šupljine paranazalne šupljine preko n.petrosus superficialis major i gangliona sphenopalatinum do submaksilarnih i sublingvalnih žlezda putem chorde tympani i nn.lingualis i submaksilarnog gangliona. Potom n.facialis ulazi u facijalni kanal u kome prelazi u n.petrosus superficialis major i chordu tympani za sekretornu inervaciju žlezda. Chorda tympani daje vlakna za ukus u prednje dve trećine jezika, a takođe pravi sinapse sa submandibularnim ganglionom. Postsinaptička vlakna iz submandibularnog gangliona inervišu sublingvalne i submandibularne žlezde. U temporalnom delu facijalnog kanala, u petroznom kanalu, se odvaja n.stapedius za istoimeni mišić i chordu tympani. Klinički posmatrano, njegova oduzetost dovodi do hiperakuzije. Ukratko motorna vlakna VII KN inervišu poprečno-prugastu muskulaturu, sve potkožne mišiće glave, platizmu, stilohiodni mišić, zadnji trbuh dvotrbušnog mišića i mišić uzengije (Jovanović B.S. i sar., 2000., Standring S., 2009.).

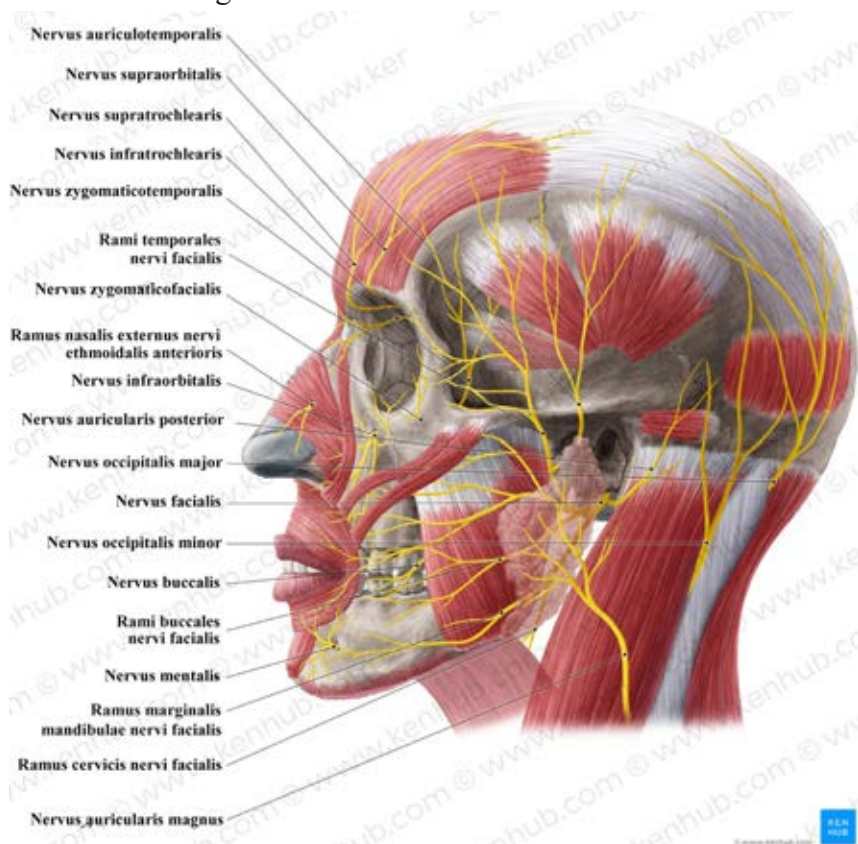


Nakon što prođe kroz canalis nervi facialis Falloppi put nastavlja ventralno, a potom dorzolateralno, savija se i gradi krivinu geniculum

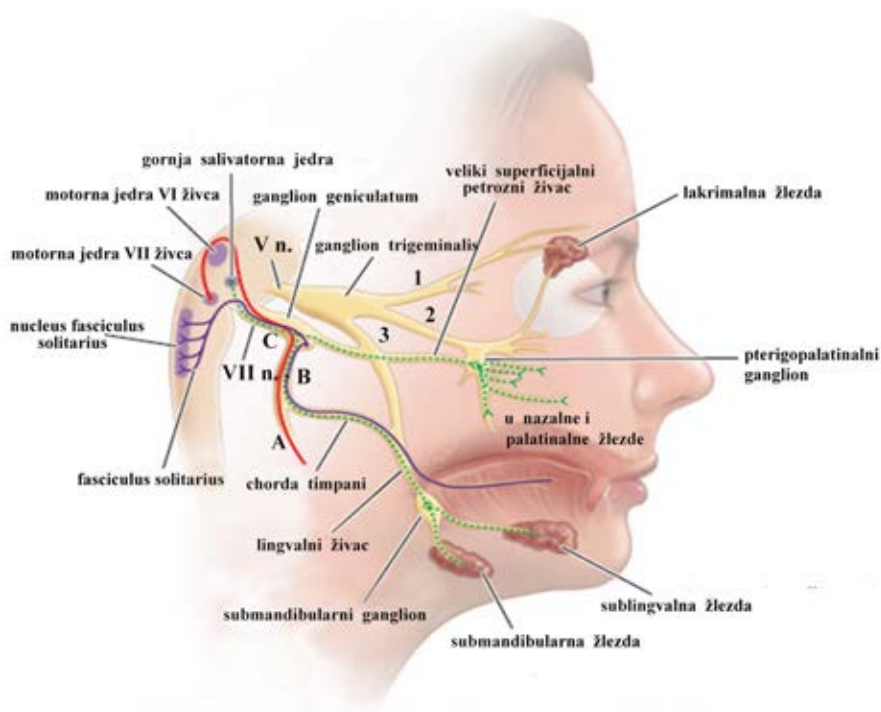
nervi facialis, spoj ventralnog i dorsalnog dela, na kojoj leži mali ganglion geniculi (gustatorni ganglion) i na kraju iz lobanje izlazi u foramen stilomastoideum (Petrovický P. et al., 2002.). Pozadi ulazi u glandulu parotis. Prolazeći kroz parotidnu žlezdu, koju kao što je već rečeno ne inerviše, učestvuje u formiranju parotidnog plexusa. Ovaj nerv se račva na pes anserinus da bi postao gornji i donji deo facijalnog nerva za mišićne mišiće gornje i donje polovine lica („Parotidectomy with Facial Nerve Dissections | Iowa Head and Neck Protocols”.2023.).

Potom distalno od stilomastoidnog foramena, od facijalnog nerva nastaju:

- zadnji ušni nerv koji kontroliše pokrete nekih mišića glave oko uva,
- grana do zadnjeg stomaka digastričkog mišića,
- grana stilohioidnog mišića.

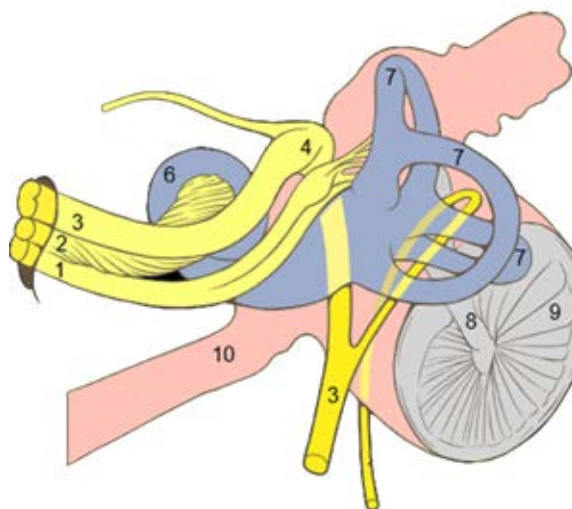


Kod parotidnog pleksusa deli se na pet grana od gornjeg do inferiornog: temporalnu, zigomatičnu, bukalnu, marginalno mandibularnu i cervikalnu, za inervaciju mišića lica (Gupta S. et al., 2013., Snell R.S., 2011., Singh V., (2nd ed) p.104.).

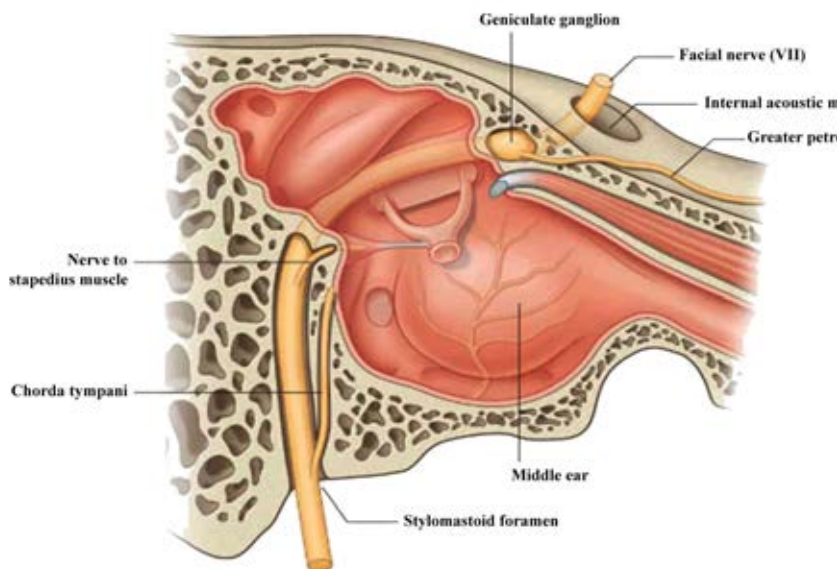


Zelene linije označavaju parasimpatička vlakna, crvene motorna vlakna, a ljubičaste visceralna aferentna vlakna (ukus). (Prilagođeno iz MB Carpenter: Core Text of Neuroanatomy, 2. izdanje, Baltimore, Williams & Wilkins, 1978.)

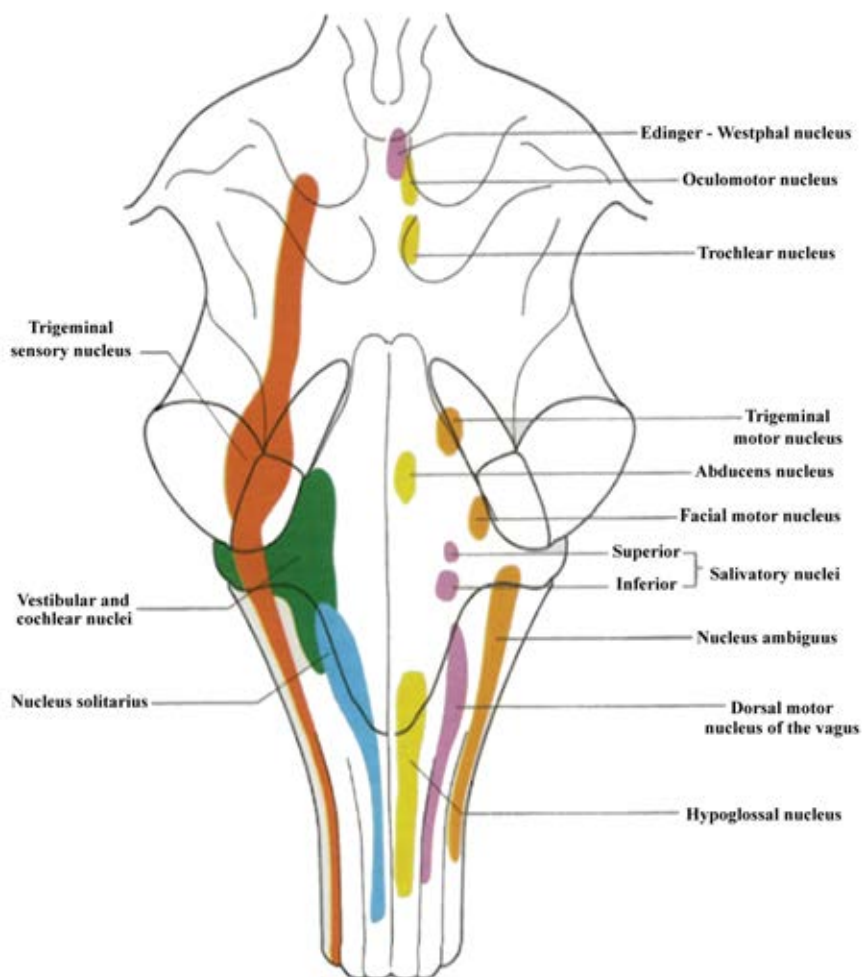
Lavirintni segment je najkraći i najuži segment facijalnog nerva. On se završava na mestu gde facijalni nerv formira koleno facijalnog nerva koji sadrži genikularni ganglion za tela čulnih nerava. Prva grana facijalnog nerva, veći petrosalni nerv, nastaje na ovom mestu iz genikularnog gangliona koji na dalje prolazi kroz pterigoidni kanal i daje sinapse u ganglionu pterigopalatinusu. Postsinaptička vlakna većeg petrosalnog nerva inervišu suznu žlezdu. Kroz bubnu duplju nervus facialis prolazi medijalno od unkusa (Saha S. et al., 2014., Snell R.S., 2011.).



Kranijalni nervi VII i VIII i odabrane strukture unutrašnjeg i srednjeg uva: 1. Nervus vestibularis, 2. Nervus cochlearis, 3. Nervus intermediofacialis, 4. Ganglion geniculi, 5. Chorda tympani, 6. Cochlea, 7. Ductus semicirculares, 8. Malleus, 9. Membrana tympani, 10. Tuba auditiva. Inerviše suzne žlezde, podvilične žlezde, podjezične žlezde, jezik, nepce, ždrelo, spoljašnji slušni kanal, m.stapedius, m.digastricus venter posterior, m.stylohyoideus, mišiće lica.



Nervus facialis sadrži i nešto senzitivnih vlakana koja nastaju iz unipolarnih ćelija kolenog gangliona (ganglion geniculi). Periferne grane prenose osećaj ukusa prednje dve trećine jezika putem n. lingualisa (čini ushodni gustativni put i prenosi draži iz papile jezika u elementarni gustativni centar kore velikog mozga) i chorde tympani, a nadražaji iz parotidne žlezde se prenose putem ganglion oticuma i n. geniculo tympanicusa. Proprioceptivni senzibilitet mišića lica prenosi se n.facialisom i n.intermediusom (bol, osećaj temperature i dodira bubne duplje). Ova vlakna se završavaju u nucleus tractus solitarijii (VII KN) i nucleus tractus spinalis n.trigemini (Saha S. et al., 2014., Snell R.S., 2011.).



Senzitivna vlakna n.facialisa mogu se podeliti u tri grupe:

1.Za sprovođenje senzibiliteta unutrašnjeg uva, spoljnog ušnog kanala i bubne duplje.

2.Za n.petrosus superficialis major i n.kanalis preko ggl.spheno-palatinuma za orbitu i zadnje delove nosne duplje i nepce.

3.Vlakna chorde tympani, uglavnom senzorna za ukus.

Radi boljeg razumevanja anatomije i kliničkog značaja, a shodno navedenom u ranijem tekstu, put n.facialisa možemo podeliti u šest segmenata:

1.Intrakranijalni (cisternalni) segment (prostire se od moždanog stabla do unutrašnjeg slušnog kanala).

2.Meatusni tzv. kanalikularni segment je deo unutrašnjeg slušnog kanala tj. povezuje mozak sa slušnim kanalom.

3.Segment lavirinta, proteže se od unutrašnjeg slušnog kanala do ganglion geniculi tzv. kolena ganglion.

4.Bubni ili horizontalni segment koji se prostire od ganglion geniculi tj. kolenaste ganglije do piramidne eminencije.

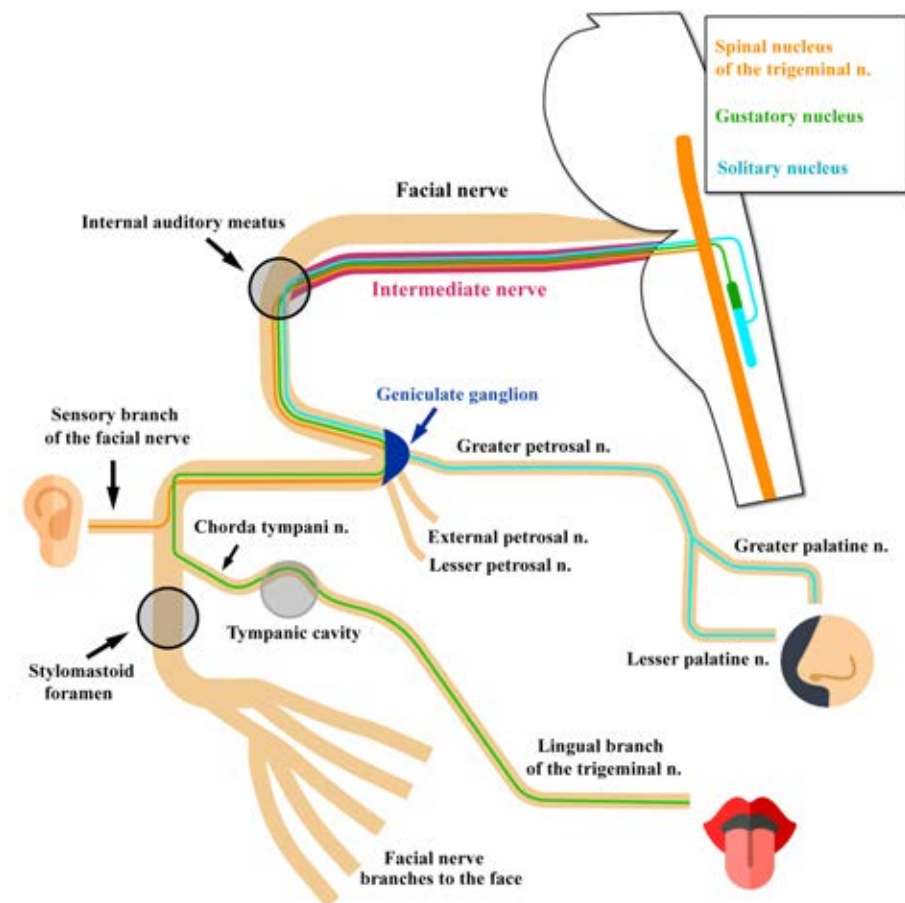
5.Mastoidni segment, koji je najduži segment n.facialisa, proteže se od piramidne eminencije do stilomastoidnog otvora i

6.Eksratemporalni segment ovoga nerva koji neki autori nazivaju i oblikusni segment, proteže se od stilomastoidnog otvora do post parotidnih grana (Jovanović B.S. i sar., 2000., Rubin M., 2016., Standring S., 2009.).

Donji motorni neuroni n.facialisa (Sherwood C.C., 2005.) zaduženi su za inervaciju mišića lica tj. mimike lica, galea aponeurotica, m.platysma (pljosnati mišići vrata) i m.stapedius (najmanji mišić ljudskog tela dug oko 6mm, smešten u bubnoj duplji srednjeg uva, a povezuje piramidalnu eminenciju petroznog dela temporalne kosti sa zadnjim aspektom stremena) (Petrovický P. et al., 2002.). Ovaj mišić inervise stapedijalna grana n.facialisa. Autonomna vlakna omogućavaju m.stapediusu da bude uključen u slušni refleks srednjeg uva. On ima ključnu ulogu u zaštiti slušnog sistema od oštećenja (Mukerji S. et al.,

2010., Moore K. L. et al., 2014., Standring S., 2016.).

Nucleus salivatorius superior je visceromotorno i parasimpatičko jedro smešteno u ponsu. Vlakna koja potiču iz ovoga jedra zadužena su za inervaciju gl.submandibularis, sublingualis i gl.lacrimalis (Petrovický P. et al., 2002.).



Nucleus spinalis n.trigemini je senzomotorno jedro V KN čija senzorna vlakna inervišu deo ušne školjke (Petrovický P. et al., 2002.).

Nucleus gustatorius potiče od rostralnog dela nucleus tractus solitarii, tzv. Gustatorno jedro (Kaschlik D. 2010., Department of Anatomy, Charles University, 2011.).

Grane n.facialisa:

1.Nervus petrosus major je bočna grana n.facialisa koja se od njega odvaja u nivou prvog kolena canalis facialisa u slepoočnoj kosti. Ova grana n.facialisa izlazi kroz hiatus canalis nervi petrosi majoris, potom ulazi u istoimeni žljeb i prostire se prema napred i unutra. Potom ispred piramide slepoočne kosti prolazi kroz foramen lacerum i izlazi iz lobanjske duplje. Neposredno nakon izlaska iz lobanje on se sjedinjuje sa dubokim petroznim živcem odnosno n.petrosus profundusom i na taj način obrazuju nervus canalis pterygoidei (Vidian nerve) tj. živac pterigoidnog kanala u fossa pterygopalatina. Novostvoreni živac na dalje prolazi kroz istoimeni kanal i ulazi u krilastonepčani ganglion. Krilastonepčani ganglion (ganglion pterygopalatinum) je vegetativni ganglion koji donosi parasimpatička vlakna kojima se inervišu suzne žlezde, žlezde nosne duplje, tvrdog i mekog nepca (Jovanović S.V. i sar., 2000., Standring S., 2009.).

2.Ramus communicans cum plexus tympanico (Petrovický P. et al., 2002.).

3. Ramus stapedius - somatomotorni nerv za inervaciju m.stapediusa (Kaschlik D., 2010.).

4.Chorda tympani ili bubna vrpca kako je neki autori nazivaju, odvaja se od nishodnog dela n.facialisa nakon što ovaj živac prođe drugo koleno facijalnog kanala u slepoočnoj kosti (os temporale) kao njegova bočna grana (Morton D.A., 2019.). Kada dođe do temporalne kosti bubna vrpca se pruža naviše prema napred i ulazi u bubnu duplju (cavum tympani) prelazeći preko unutrašnje strane bubne opne. Nakon toga prolazi kroz petrotimpaničnu pukotinu (fissura petrotympanica) i ulazi u infratemporalnu jamu (fossa infratemporalis). U njoj se spušta naniže i na koncu se spaja sa jezičnim živcem tj. nervus lingualisom koji je grana n.mandibularisa V KN (McManus L J. et al., 2011.).

Chorda tympani sadrži dve vrste vlakana: ushodna centripetalna i nishodna centrifugalna vlakna. Ushodna vlakna prenose čula ukusa iz pečurastih papila jezika preko n.lingualisa, kolenog gangliona (ganglion geniculi) i posrednog živca (nervus intermedius) u centralni nervni sistem. Nishodna, parasimpatička vlakna prenose impulse preko jezičnog živca i podviličnog gangliona za inervaciju submandibularne i sublingvalne pljuvačne žlezde. Parasimpatička vlakna se ponovo

povezuju u ganglionu submandibulare. Od n. lingualisa idu viscerosenzitivna vlakna ukusa iz prednje 2/3 jezika (Morton D.A., 2019.).

5. Nervus auricularis posterior ili zadnji ušni živac je bočna grana n. facialisa koja se od njega odvaja nakon što VII KN izađe kroz stilomastoidni otvor i napusti lobanjsku duplju. Ova grana n. facialisa se na dalje pruža koso naviše i unazad između ušne školjke i mastoidnog nastavka temporalne kosti (processus mastoideus) paralelno sa zadnjom ušnom arterijom i deli se na ušne i potiljačne grane. Ušne grane inervišu potkožnu muskulaturu spoljašnjeg uha, a potiljačne grane se pružaju unazad i inervišu zadnji (potiljačni) trbuh potiljačno-čeonog mišića (musculus occipitofrontalis). Senzorne grane ovoga nerva inervišu kožu ušne školjke (Jovanović S.V. i sar., 2000., Standring S., 2009.).

6. Ramus digastricus odnosno digastrična grana n. facialisa inerviše zadnji trbuh digastričkog mišića. Naime digastrični mišić ili dvotrbušni mišić sa donjom vilicom obrazuje topografsku regiju tzv. podvilični trougao (trigonum submandibulare) u kojem je smeštena podvilična žlezda i druge važne anatomske strukture ove regije. Pored ovoga on učestvuje u izgradnji prednjeg (trigonum linguale anterius-Pirogoff) i zadnjeg jezičkog trougala (trigonum linguale posterius Béclard seu Béclard's triangle). Prednji trbušni mišić inerviše n. mylohyoideus, grana donjoviličnog nerva tj. n. mandibularisa, dok zadnji trbuh inerviše digastrična grana n. facialisa. Uloga distričkog mišića je složena i zavisi od tačke oslonca. Ukoliko je tačka oslonca na gornjim pripojima, on podiže podjezičnu kost pri gutanju i govoru. Ukoliko je oslonac na hioidnoj kosti, ovaj mišić učestvuje u procesu otvaranja usta i spuštanju donje vilice (Jovanović S.V. i sar., 2000., Standring S., 2009.).

7. Ramus stylohyoideus je grana koja se odvaja od ramus digastricus, a daje somatomotorne grane za inervaciju ušnih mišića, inerviše m. stylohyoideus i venter posterior m. digastrici (Jovanović S.V. i dr., 2000., Standring S., 2009.).

Završne grane n. facialisa

Završne grane n. facialisa nastaju na spoljašnjoj strani zadnje vilične tj. spoljašnje jugularne vene (vena jugularis externa, koja spada u bočne pritoke vene jugularis interne) i ima ih dve. Ove dve grane se međusobno spajaju pomoću nekoliko grančica formirajući plexus parotideus odnosno parotidni živčani splet. Iz pomenutog plexusa

polaze grane za inervaciju potkožnih mišića glave i vrata. S obzirom na topografiju ove regije pomenuti nervi su podložni lezijama posebno pri hirurškim intervencijama ili povredama što za posledicu dovodi do paralize pojedinih mimičnih mišića (Kaschlik D., 2010.).

Grane parotidnog pleksusa se dele u pet grupa:

1.Rami temporales ili slepoočne grane napuštajući parotidnu ložu tj. parotidnu pljuvačnu žlezdu se na dalje prostiru kroz potkožno tkivo i inervišu muskulaturu ušne školjke, prednji trbuh potiljačno-čeonog mišića (venter frontalis musculus occipitofrontalis), mišić nabirač obrva (musculus corrugator supercilii) koji je smešten ispod kože unutrašnje polovine obrva i mišić obarač obrve (musculus depressor supercilii) je parni lučni mišić koji je takođe smešten ispod kože unutrašnje polovine obrve, neki autori ga opisuju kao deo kružnog mišića oka tj. deo m.orbicularis oculi.

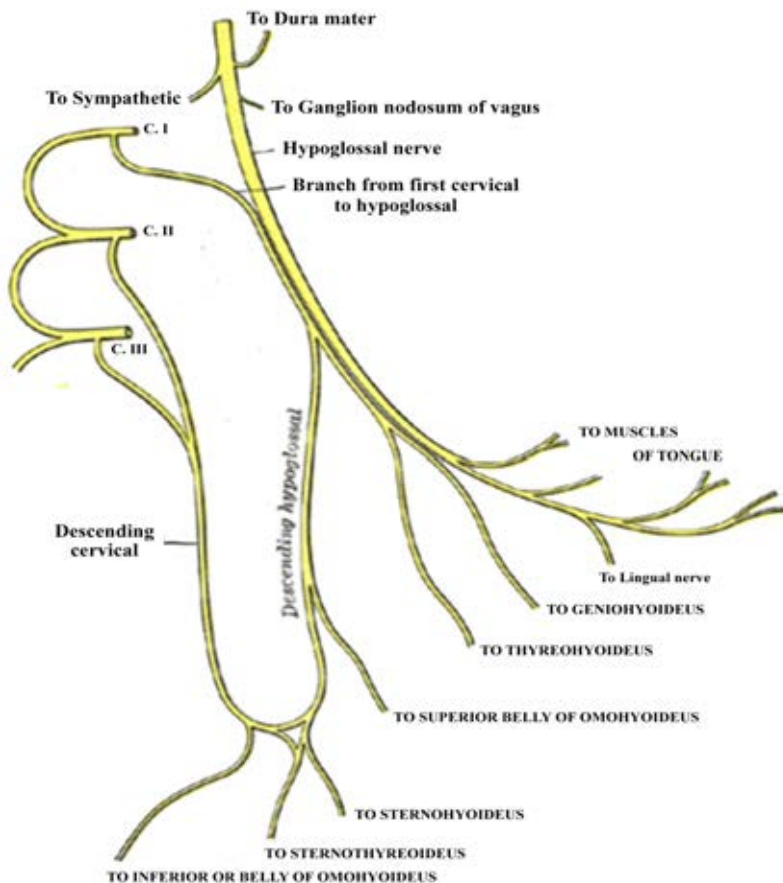
2.Rami zygomatici ili jabučne grane koje se prostiru ispod kože u predelu zigomatične kosti lica po kojoj su i dobile ime inervišu parne mišiće ove regije tj. veliki (musculus zygomaticus major) i mali jabučni mišić (musculus zygomaticus minor), rr.buccales, a jednim delom učestvuju u inervaciji kružnog mišića oka (m.orbicularis oculi).

3.Rami buccales ili obrazne grane se prostiru preko musculus massetera koji je parni mišić glave, a proteže se ispod kože obraza od jabučnog luka do spoljašnje strane donje vilice tj. do spoljašnje strane mandibule. Ove grane inervišu mišić obraza (musculus buccinator) parni mišić glave, a koji ispunjava bočni prostor između gornje i donje vilice gradeći na taj način mišićni sloj obraza. Takođe ove grane inervišu i veći deo muskulature gornje usne i nosa.

4.Ramus marginalis mandibulae ili marginalna mandibularna grana facijalnog nerva se izdvaja od VII KN u predelu parotidne žlezde na parotidnom pleksusu. Svojim putem na dalje prolazi anteriorno duboko do m.platysmusa i mišića depresora ugla usana (musculus depressor anguli oris) parni mišić koji se pruža od tzv. kose linije na spoljašnjoj strani mandibule do duboko u koži u predelu ugla usana. Mišić obarač ugla usana je mali mišić trouglastog oblika koji svojim mnogobrojnim vlaknima obrazuje i poprečno prugasti mišić brade. Ova grana obezbeđuje motoričku inervaciju mišića donje usne i brade. Njegova funkcija se ogleda u povlačenju uglova usana naniže i upolje te se tako

ubraja u mimične mišiće jer daje licu izraz prezira i tuge. Inerviše m.orbicularis oris, mišić depressor labii inferioris, depressor anguli oris mišića i mentalnog mišića. On takođe komunicira i sa mentalnom granom donjeg alveolarnog nerva (Drake R., 2010.).

5. Ramus colli odnosno vratna grana iza ugla mandibule odlazi u predeo vrata, između platizme i lamine superficialis colli, spaja se sa granama poprečnog vratnog nerva tj. ramus superiorum n.transversus colli (plexus cervicalis) je ansa cervicalis superficialis. Ova grana n.facialis je zadužena za inervaciju platizme. (Jovanović S.V. i sar., 2000., Standring S., 2009.).



Ansa cervicalis. Gornji koren označen kao „silazan hipoglosal”, donji koren označen kao „silazan cervikalni”.

Imajući u vidu značaj n.facialisa da ponovimo ukratko njegove funkcionalne komponente:

1.N.facialis nosi aksone tipa GSA (general soatic afferent) opšte somatske aferente, koji su zaduženi za inervaciju kože zadnjeg dela uva;

2.N.facialis nosi aksone tipa GVE (general visceral efferent) opšti visceralni eferent, koji inervišu sublingvalne, submandibularne i suzne žlezde;

3.Ovaj nerv nosi aksone tipa SVE (special visceral efferent) specijalni visceralni eferent, inervišu mišiće koji daju izraz licu, m.stapedius, zadnji trbuh digastričkog i stilohioidnog mišića;

4.N.facialis nosi aksone tipa SVA (special visceral afferent) poseban visceralni aferent, koji je zadužen za osećaj ukusa prednje dve trećine jezika preko chorde tympani.

Ostalo: parasimpatička vlakna koja su u sastavu n.facialisa potiču iz gornjeg pljuvačnog jedra. Važno je pored navedenog zapamtiti da n.facialis preko chorde tympani snabdeva parasimpatičkim vlaknima submandibularne i sublingvalne žlezde. Parasimpatička inervacija pospješuje lučenje i protok pljuvačke iz ovih žlezda. Takođe, obezbeđuje parasimpatičku inervaciju nazalne sluznice i suzne žlezde preko pterigopalatinalne ganglije. Treba imati u vidu da n.facialis funkcioniše kao eferentni deo refleksa rožnjače.

Motorna vlakna za: mimične mišiće, m.platysma, m.stapedius, m.epicranus, venter posterior m.digastri, m.stylohyoideus (Petrovický P. et al., 2002.).

Parasimpatička vlakna: ganglion submandibulare vlakna za sublingvalnu i submandibularnu žlezdu i žlezde jezika, ganglion pterygopalatinum vlakna za žlezde nepca, zadnje polovine nosne duplje, suzne žlezde i žlezde nazofarinksa (Petrovický P. et al., 2002.).

Senzorni deo i senzorna vlakna n.facialisa za manji deo kože ušne školjke i spoljašnjeg ušnog kanala, olfaktorne receptore prednje dve trećine jezika (Petrovický P. et al., 2002.).

Centralne veze n.facialis - ukratko

Motorno jedro prima ukrštena i neukrštena vlakna iz kortikobulbarnog trakta ekstrapiramidnih puteva i tektospinalnog puta, kao i refleksne veze iz nucleus tractus solitarii i nucleus tractus spinalis n.trigemini. Mišići lica ispod nivoa čela primaju kontralateralnu kortikalnu inervaciju (ukrštena kortikobulbarna vlakna), m.frontalis prima bilateralnu kortikalnu inervaciju i zato lezije koje zahvate motorni korteks ili njegove puteve ne dovode do paralize mišića čela.

Nucleus solitarius superior prima kortikalne impulse preko dorzalnog longitudinalnog trakta, a refleksne veze iz nucleus tractus solitarii.

Senzitivna vlakna povezana su sa korteksom preko medijalnih lemniskusa i talamusa, a pomoću refleksnih vlakana sa salivatornim i motornim jedrima VII KN.

Kortikalno polje za ukus nalazi se u donjem centralnom predelu (lica) i smatra se da se prostire i na operkularnu površinu parijetalnog režnja. Ganglion genikuli je pridodat facijalisu. Njegovi aksoni (centripetalna vlakna) daju n.intermedius (Wrisberg), a dendriti (periferna vlakna) su deo motornog facijalnog nerva.

Nervus intermedius (Wrisberg) je parasimpatički i senzitivni deo n.facialis. U njemu se nalaze senzorna gustoreceptorna vlakna i nishodna sekretorna parasimpatička vlakna, a smešten je između ganglion geniculi i jedra.

Gustativni put: prenosi draži sa papila jezika u elementarni gustativni centar kore velikog mozga.

Put perifernog neurona: od prednje dve trećine jezika (fungiformne papile jezika) vlakna se grupišu u n.lingualis, potom do ganglion geniculi u n.intermedius, a završavaju u nucleusu tractus solitarii. Periferni neuroni iz opšančenih papila polaze iz ovih i sadržani su u n.glossopharyngeusu, a od ganglion petrosoma u sastavu istog nerva dolaze u produženu moždinu gde završavaju u nucleus tractus solitarii.

Centralni neuroni polaze od nucleus tractus solitarii i preko lemniscus medialis dolaze do talamusa odakle polazi III ili kortikalni neuron koji se završava u gyrus hippocampi temporalnog režnja.

Lezije n.facialisa su po nekim autorima zbog svojih anatomske i topografske karakteristike, a posebno funkcije koje su napred navedene, jedne od najčešćih lezija kranijalnih nerava koje se sreću u kliničkoj praksi.

Periferni tip paralize nervus facialis

Najčešće pominjano kliničko stanje vezano za oštećenje n.facialisa na bilo kom delu puta njegovih grana se naziva periferna paraliza ovoga nerva, u praksi poznata kao Belova paraliza. Među autorima prepoznaje se i pod nazivom prosopoplegia ili samo periferna paraliza n.facialisa. Može se javiti u bilo kom životnom dobu (najčešće od 15 do 60 godine života) bez obzira na pol, a čini ukupno oko 75% svih lezija n.facialisa. Najčešće se javlja od 1 do 4 na 10.000 osoba godišnje. Smatra se da je oko 1.5% ljudi od ukupne populacije pogođeno ovom paralizom u nekom trenutku svoga života. Istraživanja ukazuju da Belova paraliza u SAD godišnje pogađa oko 40.000 osoba, što je otprilike 1 od 65 osoba tokom života. U literaturi se prikazuju različite stope incidence od 15 do 25-53 na 100.000 stanovnika godišnje, ali pošto ne postoje zvanični registri sa ovom dijagnozom podaci nisu precizni (Morris A.M. et al., 2002.).

Leziju n.facialisa je prvi detaljno opisao persijski lekar Muhamed Ibn Zakaria al-Razi (865-925) razlikujući pri tom perifernu od centralne paralize lica (Sajadi M.M. et al., 2011., Van De Graf R.C. et al., 2005.). Cornelis Stalpart van der Wil (1620-1702) je dajući detaljan izveštaj o Belovoj paralizi 1683.godine, zasluge pripisao persijskom lekaru Ibn Sina (980-1037) jer je pre njega opisao pomenuto stanje. Pored pomenutih paralizu su opisali i James Douglas (1675-1742) i Nikolaus Anton Fridrajh (1761-1836). Belova paraliza je dobila ime po škotskom neurofiziologu ser Čarls Belu (Sir Charles Bell) koji je 12.jula 1821. godine u svom radu pročitano Kraljevskom društvu u Londonu, detaljno opisao neuroanatomsku osnovu paralize n.facialisa (Cantarella G., 2021.). Značaju Belove paralize posebno je doprineo bivši premijer Kanade Žan Kretjen koji je imao istu te je njegovu kampanju kao lidera Liberalne partije Kanade, opoziciona Progresivna konzervativna partija Kanade, pratio posebno agresivan vid naglašavanja slika osoba sa ovom paralizom, što je on koristio kao oglas da bi pridobio glasače. Sve je imalo negativan efekat na povećanje Kretjenovog vođstva, a reakcija koja je usledila je dovela do izbora liberala, koji su tada 1993.godine, ubedljivo pobedili, a čiji je Kretjen bio lider.

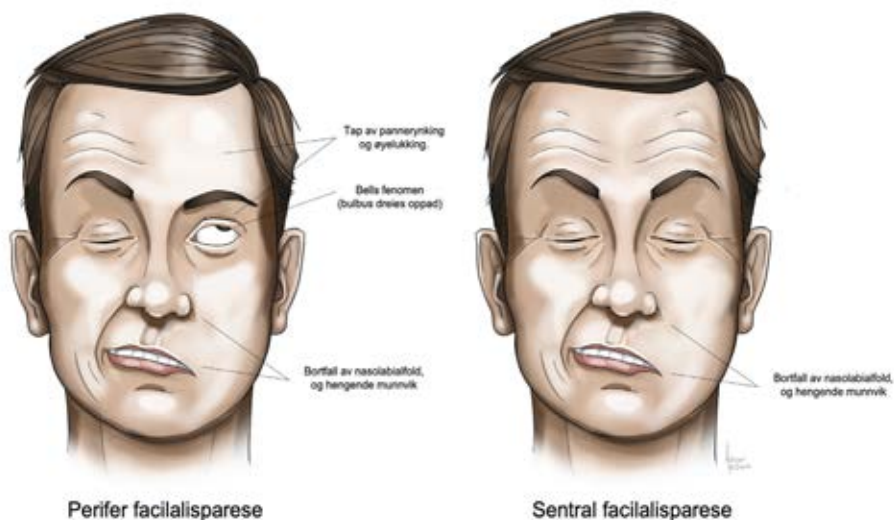
Klinički se ovaj oblik perifernog oštećenja VII KN manifestuje lezijom gornje i donje grane ovoga nerva te je sledstveno navedenom zahvaćena jedna polovina lica (Jovanović S.V. i sar., 2000.).

Uzroci nastanka disfunkcije VII KN su često nepoznati ali mogu biti mnogobrojni počevši od prehlade (izloženost lica hladnoći koja može dovesti do edema i kompresije živca u koštanom kanalu). Faktori rizika uključuju dijabetes, infekciju gornjih disajnih puteva, srednjeg uva i trudnoću. Mnogi autori često navode da virusne infekcije (istraživanja težište uzroka daju infekciji herpes simpleks virusom i herpes zosterom) mogu dovesti do edema ovoga nerva te sledstvene disfunkcije. Ostala stanja koja mogu izazvati simptome pareze ili paralize n. facialisa su tumori mozga, moždani udar, mijastenija gravis, Lajmska bolest i druge infektivne bolesti, Remzi Hantonov sindrom tip 2, meningitis, hemoragije, frakture i sl.

Po pravilu Belova paraliza je jednostrana, a simptomi se najčešće javljaju unutar 24 do 48h nakon dejstva uzroka. Paraliza mišića rezultira privremenom nemogućnošću kontrole funkcije mišića jedne strane lica (Morris A.M. et al., 2002.). Simptomi mogu varirati od blagih diskretnih do potpune oduzetosti, kao što je već rečeno, najčešće jedne strane mišića lica. Vrlo retko su simptomi prisutni sa obe strane lica. Prateći simptomi mogu biti spuštenost gornjeg kapka oka, promena ukusa, bol u predelu uva i glavobolja. Belovu paralizu može pratiti i povećana osetljivost na zvuk tj. hiperakuzija.

Za ovu vrstu oduzetosti karakterističan je tzv. Belov fenomen (Sir Charles Bell). Klinički prepoznatljiv, pri pokušaju da se zatvore očni kapci, očna jabučica sa zahvaćene strane skreće u polje i naviše. Ako je lezija izvan foramen stilomastoideuma bolesnik nije u stanju da nabere čelo, zatvori oko, a ugao usana je spušten na oduzetoj strani. Obolela osoba ne može da zviždi ili nadima obraz, teško pije tečnost, kad ispruži jezik on neznatno skreće ka zdravoj strani zbog pomeranja usta. Zbog svega navedenog slabost mišića uzrokuje gubitak izraza lica koje ostaje opušteno sa oduzete strane.(vidi sliku) Duboki senzibilitet lica je oštećen. Takođe zbog oštećenja eferentnog neurona ugašen je kornealni refleks na istoj strani, a treptanje zdravog oka ukazuje na očuvanost aferentnog neurona kao dela refleksnog luka. Prisutna je suvoća očiju i usta, gubitak ukusa, pojačana salivacija koja je vidljiva iz ugla usana zahvaćene strane te su sledstveno prisutne i poteškoće u govoru. Po nekada se klinički vide kratkotrajni spontani trzaji mišića lica zahvaćene

strane. Ova paraliza je flakcidnog tipa što je karakteristično za oštećenje donjeg motornog neurona. Degenerativna reakcija registruje se tek za 10 do 14 dana, zavisno od obima lezije uz dijagnostiku EMG metodom (Jovanović S.V. i dr., 2000.).



Ako je oštećen VII KN iznad grančice za m.stapedius u višem delu facijalnog kanala bolesnik će imati pored osnovnog i hiperakuziju (normalni zvuci se percipiraju kao veoma glasni) posebno naglašenu za niže tonove. Vrlo retko se klinički evidentira diskakuzija (neprijatnost pri slušanju).

Povreda chorde thympani dovodi do ageuzije tj. gubitak ukusa u prednje dve trećine jezika, istovremeno je snižena salivacija sa zahvaćene strane.

Viša lezija koja zahvata ganglion geniculi, počinje obično bolom iza uva i u uvu. Belovu paralizu, obzirom da je definisana kao mononeuritis (uključen je samo jedan nerv) može pratiti i „bezbroj neuroloških simptoma” kao što su npr. umerena ili jaka glavobolja, bolovi u vratu, osećaj peckanja lica, problemi s pamćenjem i ravnotežom, može postojati ipsilateralna parestezija i slabost udova, osećaj nespretnosti koja se objašnjava disfunkcijom n.facialis (Van De Graf R.C. et al., 2005., Jovanović S.V. i sar., 2000.).

Belova paraliza se klinički lako prepoznaje po karakterističnom

izrazu lica koji je opuštena muskulature sa jedne strane te nemogućnošću nabiranja čela, zatvaranja oka i povlačenja usana u osmeh.

Klinički se Belova paraliza uz polivitaminsku terapiju, kortikosteroide, intenzivni fizikalni tretman u visokom procentu oporavlja u potpunosti tokom tri do šest nedelja. U malom procentu slučajeva za posledicu ima trajnu disfunkciju različitog stepena mišića zahvaćene strane lica.

Syndrom Ramsay Hunt (Ramsay Huntov sindrom seu RHS) je genikularna neuralgija tj. neuralgija intermedijernog nerva odnosno Belova paraliza udružena sa herpes zosterom ganglionu geniculi. Herpetične promene su u vidu pojave vezikula na koži oko spoljašnjeg ušnog kanala, bubne opne i ušne školjke. Jedan od karakterističnih znakova ovoga neurološkog oboljenja je bol u ušima. Lezije u unutrašnjem ušnom kanalu pored Belove oduzetosti izazivaju i gluvoću usled istovremene zahvaćenosti VIII KN. Sinonim ovoga sindroma je Herpes zoster oticus.

S obzirom da je povezan sa virusnom infekcijom regiona facijalnog nerva varicela zoster virusom u struci je poznata i pod nazivom genikularna neuralgija ili nervus intermedius neuralgia. Ramsay Huntov sindrom se može javiti i bez prisutnog kožnog osipa što je klinički prepoznato pod nazivom herpes zoster sinusa (Bhupal H.K., 2010., Ramsay H.J., 1907.).

Ovaj sindrom je prvi opisao 1907.godine Džejms Remsai Hunt kod pacijenta koji je pored otalgije imao i kožne promene u vidu mukoznog



osipa. Tada je bolest pripisao infekciji genikularnih ganglija humanim herpes virusom 3 tj. varičela zoster virusom (Goldani L.Z. et al., 2009., Ramsay H.J., 1907.).

Naziv Ramsay Huntov sindrom nose tri različita neurološka stanja tj. sindroma. Jedino zajedničko im je to što ih je prvi opisao neurolog Džeims Ramsai Hunt (1872 do 1937.).

Ramsay Huntov sindrom tip 1 je poznat i pod nazivom Ramsay Huntov cerebelarni sindrom. Redak je oblik cerebelarne degeneracije koji klinički uključuje još i miokloničku epilepsiju, tremor i progresivnu ataksiju kao i razvoj demencije (Sweeney C.J. et al., 2001., „Dyssynergia Cerebellaris Myoclonica” Information Page, 2015.).

Ramsay Huntov sindrom tip 2 podrazumeva reaktivaciju infekcije herpes zoster virusa u kolenom ganglionu (ganglion geniculi), naziva se još i Herpes zoster oticus. Klinički ima varijabilnu kožnu prezentaciju koja uključuje leziju donjeg motornog neurona facijalnog nerva, gluvoću, vrtoglavicu i bol (Sweeney C.J. et al., 2001., Ramsay H.J., 1907.). Ovaj neurološki sindrom je prepoznatljiv po trijasu simptoma koji su tipični za njega, ipsilateralna paraliza lica, bolovi u ušima i vezikule po licu, na uvu ili u uvu (Pitton R. et al., 2019.).

Ramsay Huntov sindrom tip 3 retko je oboljenje, a podrazumeva profesionalno izazvanu neuropatiju duboke palmarne grane ulnarnog nerva. Ovaj tip Ramsay Huntovog sindroma se naziva još i Huntova bolest ili zanatlijska paraliza (Pearce J.M.S., 2007.).

Da bismo bolje razumeli simptome koji su posledica lezija regije unutrašnjeg i srednjeg uva vidi sliku na strani 288.

Etiološki posmatrano, kao što je već napomenuto, klasičan oblik Ramsay Huntovog sindroma pripisuje se virusnoj infekciji herpes virusom 3 (Varicella zoster virus) i javlja se kao posledica reaktivacije ovoga virusa u kolenom ganglionu (ganglion geniculi) koji je u sastavu facijalnog nerva te su i simptomi vezani za isti. Kao što je ranije već rečeno uključuje funkciju mišića lica, zadužen je za formiranje mimike lica, žvakanje, percepciju ukusa na delu jezika. (vidi raniji tekst)

Nakon primarne infekcije varičela zoster virus ostaje neaktivan u nervnim ćelijama zahvaljujući funkciji imunog sistema. U slučaju pada imunološkog odgovora može doći do reaktivacije ovoga virusa

i njegovog prodiranja u kolenu ganglion facijalnog nerva što remeti njegovu funkciju uzrokujući pomenute simptome. Tokom reaktivacije povremeno su zahvaćeni i drugi kranijalni nervi kao npr. n.trigeminus, n.abducens, n.vestibulocochlearis i n.glossopharyngeus i u tim slučajevima se klinički javljaju pored navedenih i simptomi lezije pomenutih nerava (Bhupal H.K., 2010., Ramsay H.J., 1907.).

Ramsay Huntov sindrom je redak sindrom. Zastupljen je u oko 16 do 18% svih jednostranih paraliza lica. Pored navedenog poznat je i pod nazivima „optički herpes zoster“, „genikularna neuralgija“ i „neuralgija srednjeg nerva“. Ovaj sindrom je neurološki poremećaj koji karakterišu vezikularne eritematozne promene na koži, lokalizovane pretežno u blizini ušnog kanala i srodnih znakova i simptoma koji prate navedene promene kao kod herpes zostera. Sam po sebi ovaj sindrom nije po život ugrožavajući ali promene na mišićima lica koji ga karakterišu je značajan faktor koji remeti život obolelih. Takođe, istraživanja su pokazala da manje od polovine obolelih osoba se u potpunosti oporavlja nakon prestanka simptoma.

Klinički jedan od najkarakterističnijih znakova za postavljanje dijagnoze Ramsay Huntovog sindroma je potpuna ili delimična paraliza mišića lica, koja se manifestuje kao poteškoća u pokretanju usta što veoma otežava proces žvakanja kao i poteškoće pri zatvaranju usta. Oboleli se žale na bol duboko u uvu paroksizmalnog karaktera koji često zrači spolja ka ušnoj školjki, a ne retko je povezan i sa konstantnim tupim bolom iza uva i dela vrata prema potiljku.

Da sumiramo klasičan oblik Ramsay Huntov sindroma klinički prate sledeći simptomi:

- u visokom procentu slučajeva (oko 80%) prisutan je vezikularni osip u uvu ili u ustima, često se klinički mogu videti inficirane vezikule na koži ove regije uzrokujući celulitis;

- osip može prethoditi parezi ili paralizi te strane lica što potvrđuje da je zahvaćena grana n.facialis;

- ipsilateralna pareza ili paraliza lica donjeg motornog neurona, slabost muskulature lica dostiže svoj maksimum najčešće u prvoj nedelji nakon pojave simptoma;

- tinitus;

-otalgija;

-vertigo (vrtoglavica) najčešće prisutan kod osoba sa oštećenim sluhom;

-glavobolja;

-ataksičan hod; dizatrija;

-povremeno groznica;

-cervikalna adenopatija (Shin D.H. et al., 2016., Ryu E.W., 2011.).

Tokom Ramsay Huntovog sindroma mogu biti prisutne i druge neuropatije usled zahvaćenosti V, IX, X, ali i VI KN (Gunbey H.P. et al., 2016., Kim C.H. et al., 2012.).

Dijagnoza se postavlja nakon primarnog fizičkog nalaza, kliničkim pregledom, koji podrazumeva prisutne udružene već ranije pomenute pareze facijalisa i promene na koži (osip ili herpetički plikovi) duž distribucije n.intermediusa (Ryu E.W., 2011.). Intenzitet i lokacija promena na koži individualno varira kao što je anatomski poznata varijacija puta n.intermediusa. Ovo stanje može pratiti osip lokalizovan na prednje dve trećina jezika, meko nepce i spoljašnji ušni kanal. Istovremeno oboleli može imati ipsilateralni gubitak sluha i / ili vrtoglavicu. Tokom postavljanja dijagnoze mora se uraditi detaljan pregled neurologa i ORL uključujući audiometrijski pregled.

Diferencijalno dijagnostički potrebno je imati u vidu moguća stanja kao što su: Bellova paraliza, postherpetična neuralgija, oboljenja temporomandibularne regije, trigeminalna neuralgija kao i perzistentni idiopatski bol u licu (Ganesan V. et al., 2016.).

Terapijski je značajno tretman otpočeti u najranijoj fazi oboljenja što u velikoj meri ublažava simptome i smanjuje mogućnost invaliditeta. Posebno je značajno lečenje otpočeti u prvoj nedelji pojave simptoma. Kao što je kliničkoj praksi poznato u predlogu jednog oblika terapije je najveći oslonac dat na kombinovanju kortikosteroida plus intravenski data antiviralna terapija kao npr. aciklovir što u velikom broju slučajeva nije dala očekivani rezultat u oporavku n.facialisa. I pored toga što ne dominira rezultatom daje se kao osnovna terapija u lečenju Ramsay Huntovog sindroma. Visoke doze metilprednizolona dat i.v. takođe se ne koristi rutinski u lečenju ovoga sindroma, međutim u

određenim slučajevima daje neku korist čak i kad se da kasno (Donati D. et al., 2012.). Drugi autoriteti u ovoj oblasti preporučuju Oksikodon (polusintetički opioidni analgetik) sa kontrolisanim otpuštanjem kao bezbedan i generalno se dobro toleriše kod pacijenata koji trpe bol tokom herpes zostera. Vestibularni supresivi mogu biti u određenim slučajevima od velike koristi (Uscategui T. et al., 2008., Ryu E.W., 2011., Dworkin R.H. et al., 2009.).

Tokom tretmana i lečenja značajno je voditi računa o pratećim simptomima i blagovremeno primenjivati potrebnu terapiju. Ovo se odnosi na prisutnu Belovu paralizu kod koje se posebna pažnja mora obratiti na moguće isušivanje rožnjače te povrede iste što podrazumeva zatvaranje oka posebno tokom noći i aplikaciju kapi koje olakšavaju simptome i sprečavaju iritaciju rožnjače. Za slučaj pomenutog mora se detaljno edukovati pacijent. Takođe davanjem Karbamazepina može se olakšati status u velikom broju slučajeva, posebno kod idiopatske genikularne neuralgije, dok privremeno otalgiju može ublažiti lokalna primena anestetika (Shen Y.Y., 2015., Uscategui T. et al., 2008.).

Komplikacije koje mogu uslediti usled ovoga sindroma su veoma retke. Može se razviti: encefalitis sa simptomatologijom moždanog stabla (Shen Y.Y., 2015.), zahvaćenost XII KN (Sun W.L. et al., 2011.) i meningitis (Ganesan V. et al., 2016.).

Prognostički važan faktor za funkcionalni oporavak uključuje starost pacijenta (iznad 50 godina), prisustvo potpune paralize lica i nedostatak ekscitabilnosti VII KN (Ryu E.W., 2011.).

Lezije pri izlasku n. facialis iz ponsa klinički uz Belovu paralizu zahvataju i V, VIII, često VI, XI i XII KN. Najčešći uzroci lezije ove regije su meningitis i tumori pontocerebelarnog ugla.

Marcus Gunn Phenomenon (Marcus Gunn syndrome engl. Marcus-Gunn Jaw-Winking Syndrome) je autozomno dominantno oboljenje koje se manifestuje kod dojenčadi. Ovaj fenomen je prepoznatljiv po ritmičkim pokretima tj. trzajima gornjeg kapka prema gore. Marcus Gunn Phenomenon podrazumeva stanje kada dva ili više mišića koji su nezavisno inervisani imaju ili istovremene ili koordinisane pokrete (Yamada K. et al., 2005., Cates C.A., 2008.). Uobičajeni primeri pomenute sinkinezije se javljaju tokom sisanja, žvakanja ili konjugovanih pokreta očiju. Postoji nekoliko abnormalnih sinkinezija kranijalnih nerava bilo

da su urođene ili stečene. Namigivanje vilice Marcus Gunn je primer patološke kongenitalne sinkinezije koju je prvi put opisao oftalmolog Marcus Gunn 1883.godine (Guun R.M., 1883.). Ovo stanje se javlja u oko 5% novorođenčadi sa urođenom ptozom kapka, a povezano je sa ambliopijom, čak u 54% slučajeva, strabizmom u 56% i anizotropijom u 26% slučajeva.

Patofiziološki posmatrano ova sinkinezija je posledica oštećenja jedara kranijalnih nerava uzrokovana povredom perifernih nerava. Nuklearna lezija nastaje na nivou evolutivnog stanja (neuralne kese) koje oslobađa mehanizme sa njihovom tendencijom ka povezanim pokretima, tako da primitivni mehanizmi nisu inhibirani. Usled urođene lezije moždanog stabla stimulacija n.trigeminusa kontrakcijom pterigoidnih mišića vilice dovodi do ekscitacije grane okulomotornog nerva koja inervise m.levator palpebrae superior ipsilateralne strane. Za posledicu pacijent će imati ritmičke trzaje gornjeg kapka na gore (Yamada K. et al., 2005., Cates C.A., 2008.).

Postoje dve glavne grupe trigemino-okulomotornih sinkinezija.

Prvu grupu čini spoljašnja sinkinezija između pterigoideus mišića i levator palpebrae superioris. Ona je češći oblik sinkinezije tokom koje se očni kapak podiže u sledećim situacijama: prilikom pritiska vilice na suprotnu stranu tzv. homolateralni spoljašnji pterigoid, kada je vilica projektovana prema napred tzv. bilateralni spoljašnji pterigoid i kada su usta široko otvorena.

Drugu grupu čini unutrašnja sinkinezija pterigoideus mišića i levator palpebrae superioris koja predstavlja stanje kada se očni kapak podiže nakon stiskanja zuba, žvakanja i sisanja (Yamada K. et al., 2005., Cates C.A., 2008.).

Lečenje Marcus Gunn fenomena je najčešće nepotrebno sem u retkim slučajevima kada se radi o težim oblicima. U tom slučaju se pribegava hirurškoj intervenciji, bilateralnoj eksciziji musculus levator palpebrae superior i suspenziji musculus frontalis obrva. Najčešće se tretman oslanja na psihološku podršku tokom razvoja sa posebnim osloncem podrške prilagođavanja socijalnoj mreži obolelog (Ibrahim H.A., 2007.). Inverzni oblik Marcus Gunn sindroma je veoma retko stanje koje uzrokuje da kapak pada pri otvaranju usta. U ovom slučaju je inervacija n.trigeminusa za pterigoidne mišiće vilice povezana sa

inhibicijom grane n.oculomotoriusa do musculus levator palpebrae superioris, za razliku od stimulacije kod Marcus Gunn namigivanja vilice (Prakash M.V. et al., 2002.).



Marcus Gunn syndrom: (levo) Desna urođena ptoza i levi kapak u normalnom položaju sa zatvorenim ustima (desno). Obrnuti položaji kapaka sa otvorenim ustima. Sindrom Markusa Guna „klackalica”.



Marin-Amat syndrome je retka sinkinezija lica u kojoj se kapci zatvaraju nakon potpunog otvaranja usta tj. vilice ili pomeranja vilice bočno (Pavone P. et al., 1999.). Ovaj poremećaj predstavlja aberantnu regene-raciju unutar n.facialis sa proprioceptivnim impulsima povezanim sa istezanjem mišića koji deluje kao glavni okidač za ovo

stanje (Rana P.V. et al., 1985.). Kod inverznog fenomena Marcus Gunn, gornji kapak pada da pokrije oko tokom pokreta žvakanja. U skadu sa prethodno navedenim smatra se da je namigivanje vilice Marcus Gunn oblik sinkinetičke ptoze. Ovo se najčešće posmatra kao stečena, a ne urođena anomalija centralnog nervnog sistema (Prakash M.V. et al., 2002.)

Marin-Amat syndrome





Kao što je već rečeno istraživanja su ukazala da postoji aberantna veza između motornih grana trigeminalnog nerva (inervišu spoljašnji pterigoidni mišić) i vlakana gornjeg dela okulomotornog nerva koja inervišu m.levator palpebrae superioris. Inverzni fenomen Marcus Guun je suprotan fenomenu Marcus Guun. Kod njega se kapak spušta, kao što je već rečeno, pri pomeranju vilice (Pavone P. et al., 1999., Prakash M.V. et al., 2002.). Iako se Marin Amatov sindrom nekada naziva inverznim Markus Gunovim fenomenom (Pavone P. et al., 1999.). Nekoliko autora se protivilo ovome (Prakash M.V. et al., 2002., Lubkin V., 1978.). Marin Amatov sindrom predstavljaju pacijenti koji imaju vezu između m.orbicularis oculi, a ne sa m.levator palpebrae superioris. Elektromiografske studije su pokazale da zatvaranje zahvaćenog oka pri suprotnom kretanju donje vilice nije posredovano stimulacijom grane n.facialis orbicularis oculi, već inhibicijom homolateralnog m.levator palpebrae superioris. Na osnovu ovog opažanja kod pacijenata sa ovim fenomenom mogla bi se planirati specifična i uspešna operacija.

Klinički posmatrano nalaz u oba prethodno navedena sindroma bio bi različit. Naime, Inverzni Marcus Guun fenomen bi imao ptozu tj. spuštanje kapka usled relaksacije m.levator palpebrae superioris, a sindrom Marin Amat bi imao više blefarospazam poput zatvaranja pod dejstvom m.orbicularis oculi. Za inverzni fenomen Markus Gun, najčešće se pominje prihvaćena hipoteza da postoji abnormalna veza između inervacije m.levator palpebrae superioris i povezanog mišića.

M.levator palpebrae superioris je možda inervacijom povezan ne samo sa trećim jedrom već i sa spoljašnjim pterigoidnim delom petog jedra. Tačan nivo ove anomalije još nije preciziran. Kod fenomena Marin Amat sinkinezija je uzrokovana aberantnom regeneracijom n.facialis sa nastalim aksonima koji snabdevaju više od jedne mišićne grupe (Prakash M.V. et al., 2002., Lubkin V., 1978).

Shematski prikaz razlika između namigivanja vilice Markus Guun, inverznog sindroma Markus Guun i Marin Amat sindroma:

	Marcus Guun namigivanje vilice	Inverzivni Marcus Guun namigivanje vilice	Marin Amat sindrom
Kliničke karakteristike	otvaranjem usta ptoza se poboljšava	otvaranje usta uzrokuje spuštanje kapka	osmeh ili otvaranje usta mogu uzrokovati zatvaranje oka zbog blefarospazma
Etologija	veza tj. pogrešna inervacija (konekcija) između 3 i 5 nerva	suprotna reakcija odnosa 3 i 5 nerva	pogrešna inervacija između 5 i 7 nerva
Tretman	bilateralni tretman sa dezinsercijom u LPS	bilateralna dezinsercija u LPS u teškim slučajevima	Botulinum toksin

LPS- Levator palpebrae superioris

Lečenje u nekim situacijama nije potrebno, dok se za akutna klinička stanja inverznog Marcus Guun syndrome predlaže bilateralni frontalni sling sa dezinsercijom m.levator palpebrae superioris. Za pacijente sa Marin Amat sindromom terapijski se zbog blefarospazma predlaže aplikacija botulinom (Doucet T. et al., 1981.).

Melkersson-Rosenthal sydrom (MRS) je retko neurološko oboljenje koje karakteriše recidivirajuća paraliza n.facialis praćena otokom lica i usana, najčešće gornje usne (macrochelia, heilitis granulomatoza), uz razvoj nabora i brazdi na jeziku (kao pukotine na jeziku). Prvi su ovo stanje opisali Ernst Melkersson i Curt Rosenthal, po kojima je i dobilo ime (Melkersson E., 1928., Rosenthal C., 1931.). Nepoznate je etiologije, može imati genetsku predispoziciju i dovesti se u vezu sa vegetativnim, vaskularnim i neuroimunim poreklom. Ukoliko se ponavlja često poprima hronični tok i tada treba isključiti Kronovu bolest ili sarkoidozu. Primećeno je da je rasprostranjen među određenim etničkim grupama u Boliviji. U svetu je do sada registrovano oko 400 slučajeva. Malkersson-Rosenthal sidrome najčešće počinje u detinjstvu

ili adolescenciji. Ukoliko se javi u obliku čestih napada, u rasponu od nekoliko dana do godina, otok usne se može povećati pa čak i ostati kao trajni. Usna može postati tvrda, ispucala i može imati crvenkasto-braon diskoloraciju (Bakshi S.S et al., 2017.).



Tokom dijagnostičkog postupka važno je ne mešati ovaj sindrom sa Rozentalovim sindromom, poznatim kao hemofilija C uzrokovanu nedostatkom faktora zgrušavanja KSI. On se utvrđuje samo kao genetski uzrokovani jer se često viđa kod članova jedne porodice ili je povezan sa blizancima. Dijagnoza se najčešće zasniva na kliničkim karakteristikama, ređe se koristi biopsija kao i poređenje karakteristika različitih bolesti.

Lečenje je simptomatsko najčešće se koriste nesteroidni anti-inflamatorni lekovi i kortikosteroidi, zatim antibiotici i imunosupresivi. Hirurška intervencija može biti indikovana u pojedinim slučajevima kako bi se smanjio pritisak na facijalni nerv. Rezultat iste je najčešće neizvestan. Pored pomenutog u terapiji se može primeniti masaža i električna stimulacija (James W.D. et al., 2006.).

Hemifacijani spazam je benigna bolest. Klinički se javlja u obliku nevoljnih, povremenih, neritmičkih kontrakcija mišića lica koji su inervisani n.facialisom. Najčešće klinički spazam počinje neritmičnim kontrakcijama donjeg kapka, a potom bivaju zahvaćeni

i mišići obraza. Bolesnici se najviše žale na nevoljno zatvaranje oka jer im to ometa vid i snalaženje u okolini. Češće se javlja kod žena i po pravilu je jednostrana. Terapijski se kod jednog broja obolelih primenjuju antiepileptici, a najveći efekat se postiže vežbama. Takođe se kod jednog broja obolelih pozitivan efekat i umereno poboljšanje ali kratkotrajno postiže aplikacijom botulin toksina. Pomenuta terapija se mora ponavljati. Mikrohirurška dekompresija nerva u najvećem broju slučajeva daje najbolje rezultate.

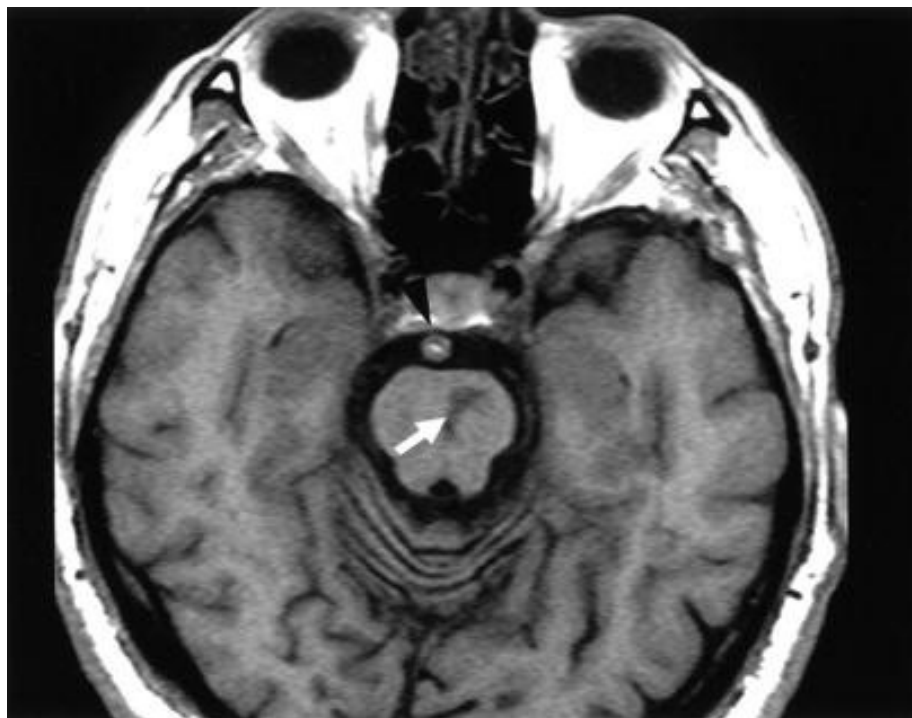


Nuklearni tip paralize nervus facialis je Belova paraliza uz kontralateralnu hemiplegiju. Ovaj tip paralize facijalisa nastaje zbog zahvaćenosti piramidnog puta. Često je udružena sa paralizom VI KN uz klinički prepoznatljiv strabizam gde oko skreće ka nosu, i paralizom VIII KN.

Millard - Gubler syndrome (Syndroma Millard-Gubler) je jedan od sindroma ukrštene paralize. Poznat je i kao sindrom lezije ponsa, sindrom abducens hemiplegije lica ili ventralni pontin sindrom (Ahdab R. et al., 2013.). Naziv je dobio po dva francuska lekara koji su ga odvojeno opisali 1856 do 1858.godine, Auguste Louis Jules Millard (30.04.1830 do 13.11.1915. in Paris) i Adolf-Mari Gubler (5.04.1821 do 20.04.1879.). Millard - Gubler sindrome je jedan od klasičnih sindroma ukrštenog moždanog stabla (hemiplegia alterna inferior). Ovaj sindrom nastaje zbog jednostrane lezije koja je lokalizovana iznad nivoa dekusacije piramidnog i spinotalamičkog trakta u ventralnom bazalnom delu kaudalnog ponsa (basis pontis) koja uključuje infranuklearna fascikularna vlakna VII kranijalnog nerva ipsilateralno i kortikospinalni trakt kontralateralno. U odnosu na sve navedeno, kliničke manifestacije su rezultat funkcionalnog poremećaja u nekoliko struktura ponsa uključujući već pomenute VI i VII KN i vlakna kortikospinalnog trakta. Paraliza n.abducensa (VI KN) dovodi do diplopije koja se pogoršava pri pogledu ka strani lezije, konvergentnog tj. unutrašnjeg strabizma (ezotropija) i gubitka snage za rotaciju zahvaćenog oka prema spolja tj. u pravcu temporalno, lezija n.facialis dovodi do ipsilateralne periferne paralize ovoga nerva i gubitak kornealnog refleksa (refleksa rožnjače) (Prasad R. et al., 2012.). Lezija vlakana kortikospinalnog trakta usled zahvaćenosti piramidnog puta rezultira kontralateralnim motornim ili senzornim poremećajima tela. Klinički se prepoznaje po kontralateralnoj hemiplegiji, kontralateralnoj cerebralnoj ataksiji i hemiparesteziji. U sklopu ovoga sindroma mogu se javiti i drugi simptomi izazvani lezijama puteva nerava koji se nalaze u blizini jedra facijalnog nerva. Lezija VI KN kao medijalne strukture se ne pominje u opisu autora sindroma iako se nekada klinički manifestuje u sklopu ovoga sindroma (Abdrabou A. et al., 2022., Massi D.G. et al., 2016., Patel S., 2023., Langhorne P. et al., 2000.).

Etiološki Millard - Gubler syndrome može biti uzrokovan u zavisnosti od uzrasta obolelog: tumorom, demijelinizacionim procesima, infektivnim uzrocima, virusnim infekcijama (npr. rombencefalitis),

traumom, vaskularnim poremećajima i sl. Zahvaljujući MR i CT dijagnostici radiološki se manifestacije lezija registruju u ventralnom aspektu kaudalnog dela ponsa, a karakteristike zavise od osnovnog uzroka koji je izazvao leziju (Abdrabou A. et al., 2022., Prasad R. et al., 2012.).



Millard - Gubler syndrome



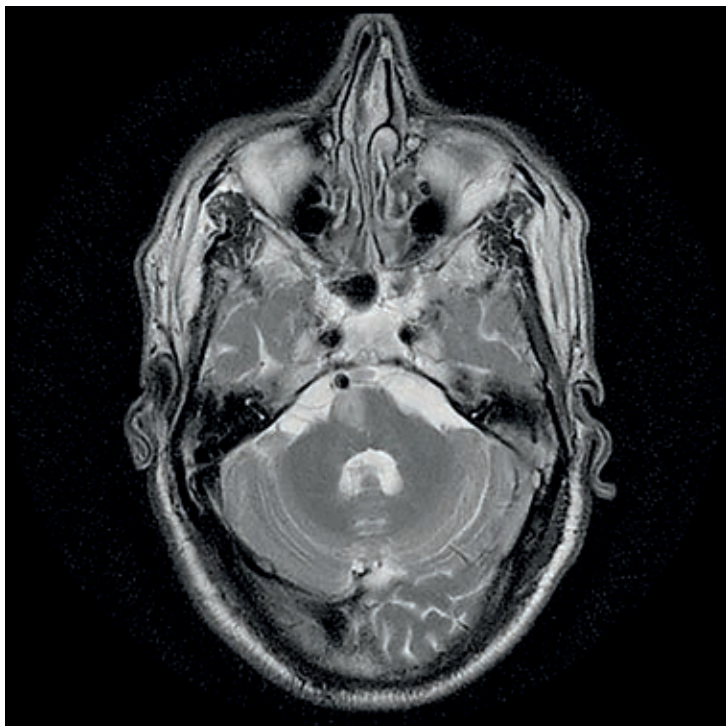
Terapija i tretman Millard Gublerovog sindroma se sprovodi u zavisnosti od primarnog uzroka i uzrasta obolelog. Tretman je istovetan kao i kod lezija nervnog sistema uzroka navedenih u ranijem tekstu drugih lokacija. On uključuje antibiotsku, imunosupresivnu terapiju i drugu terapiju kao i fizikalni tretman. Prognoza ovoga sindroma je neizvesna, zavisi od postignutih rezultata lečenja kao i psihičkog statusa obolelog. U velikom procentu slučajeva nakon akutne faze bolesti prelazi u hronični tok. Posledice oštećenja koje se klinički u manjoj ili većoj meri manifestuju raznim oblicima invaliditeta. Millard-Gubler syndrome u bitnoj meri utiče na radnu sposobnost i kvalitet života.

Fovillov sindrom (Sy.Foville seu Foville Syndrome) je sindrom inferiorne medijalne lezije ponsa nastale usled moždanog udara. Najčešće se manifestuje kontralateralnom hemiparezom ili hemiplegijom i ipsilateralnom oduzetosću n.facijalisa i n.abducensa (paraliza pogleda u stranu) (Abdrabou A. et al., 2022., Khazaal O. et al., 2022., Massi D.G. et al., 2016.). Prvi ga je opisao psihijatar Ahil Luis Fransoa Foville (Achille Louis Francois Foville, 1831/1832-1887). 1858.godine (Foville A., 1858.). On je sin istoimenog anatoma koji je živio u periodu od 1799-1878., i treba ih u potpunosti razlikovati (Bronga C. et al., 2012.).

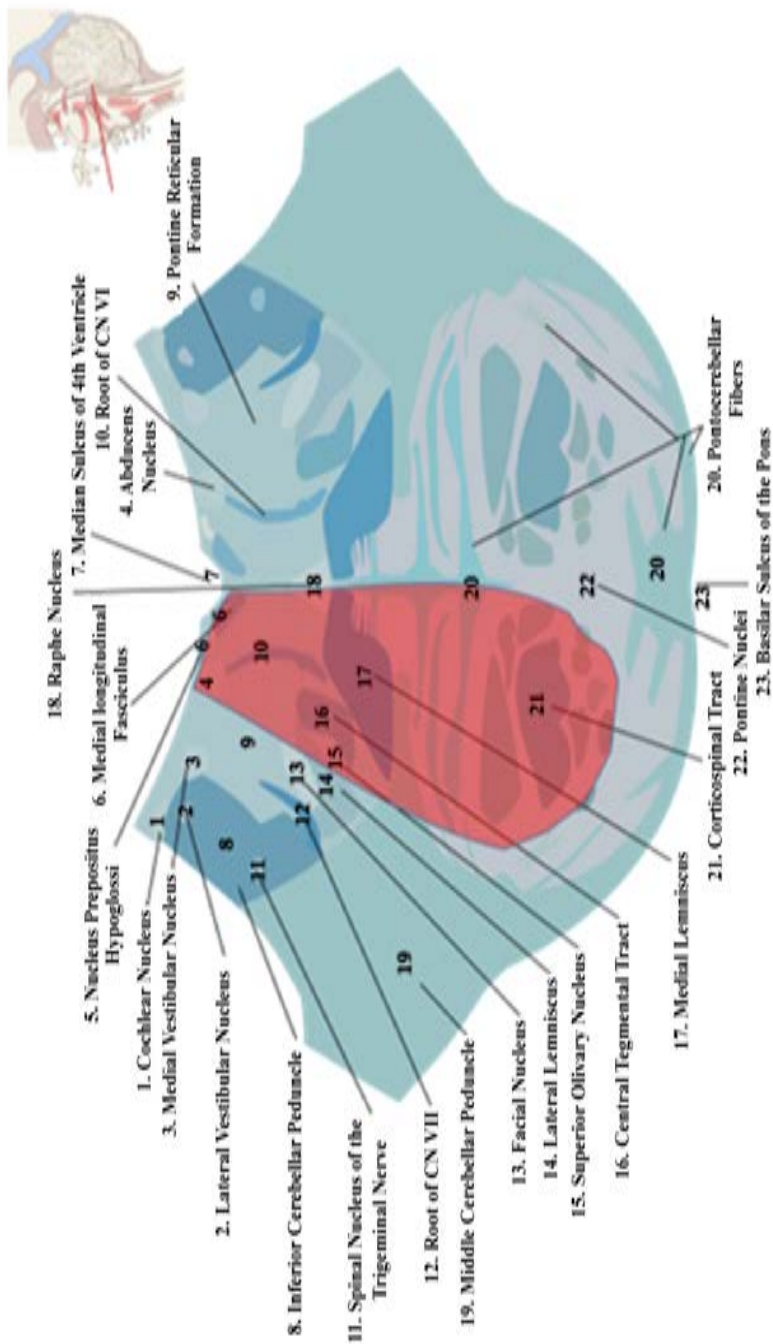
Etiološki Fovillov sindrom je uzrokovan lezijom u donjem pontinom tegmentumu. U ređim slučajevima registruju se i lezije u gornjem

mostu od aneurizme bazilarne arterije (Acharya P.B. et al., 2021.). Najčešće su lezije tipične ishemične i vezuju se za faktore koji uzrokuju aterosklerozu. Međutim postoje dokazi da i pontina i subarahnoidalna krvarenja mogu dati kliničku manifestaciju Fovilovog sindroma (Cheng Y.M.Y., 2013., Takase S.N., 1981.). Tokom praćenja ovoga sindroma registrovane su i infekcije u sklopu tuberkuloze (Cheng Y.M.Y., 2013.) kao i kod malignih tumora maloga mozga i karcinoma bronha (Man B.L., 2015.). Iz navedenog može se zaključiti da je Fovilov sindrom najčešće uzrokovan ishemijskim infarktom, ali i da svako oštećenje ponsa može dati kliničke manifestacije pomenutog sindroma.

Istovremeno mogu biti prisutni: ipsilateralni Hornerov sindrom, gubitak sluha, facijalni bol uz osećaj temperature i kontralateralni gubitak osećaja vibracije, finog dodira i proprioceptije. Ovi simptomi su posledica kompromitovanog dotoka krvi u medijalni kaudalni most iz perforirajućih grana a.basilaris (Khazaal O. et al., 2022., Massi D.G. et al., 2016.).



MR u slučaju Fovilovog sindroma.



Zbog toga što je zahvaćeno jedro n.abducensa, nervna vlakna lica i kortikospinalni trakt inferiornog medijalnog ponsa, kliničkom slikom dominira abdukcioni deficit ipsilateralnog oka, ipsilateralna paraliza lica i kontralateralna hemipareza (Acharya P.B. et al., 2021.). Zbog drugih struktura ponsa mogu biti prisutne i druge manifestacije. Pored zahvaćenosti V i VII KN mogu biti zahvaćeni i kičmeno trigeminalno jedro i jedro VIII KN (Khazaal O. et al., 2022.). Zahvaćenost jedra i/ili trakta V KN može se manifestovati gubitkom osećaja za dodir, bolom i osećajem temperature na ipsilateralnoj polovini lica (Acharya P.B. et al., 2021.). Zatim zahvaćenost VIII KN može dati ipsilateralni senzoneuralni gubitak sluha (Khazaal O. et al., 2022.). U vezi sa pomenutim, ipsilateralna periferna gluvoća može nastati i usled zahvaćenosti gornjeg olivarnog jedra. Takođe ako postoji lezija tela m.trapeziusa ili bočnog lemniskusa može se javiti i kontralateralna gluvoća (Cheng Y.M.Y., 2013.). Ukoliko se dogode lezije eferentnih puteva do ponsa, npr. oštećenja kortikospinalnog trakta, dolazi do kontralateralne hemipareze. Zahvaćenost medijalnog longitudinalnog fascikulusa se manifestuje internuklearnom oftalmoplegijom, što se klinički prepoznaje po nemogućnosti adukcije ipsilateralnog oka. Takođe, ako su zahvaćena vlakna simpatikusa, ovaj sindrom može biti udružen sa Hornerovim sindromom koji karakteriše ipsilateralna ptoza, mioza i anhidroza (Acharya P.B. et al., 2021.). I na kraju zbog zahvaćenosti cerebelarnih vlakana može se klinički javiti ataksija (Cheng Y.M.Y., 2013.).

Za Fovilov sindrom ne postoje dijagnostički definisani kriterijumi, osim kombinacije kliničkih simptoma i MR nalaza koji potvrđuju lokalizaciju lezije dorzalnog dela ponsa. Što se tiče diferencijalne dijagnoze treba uzeti u obzir bilo koju strukturnu leziju koja se nalazi u intermedijalnom delu ponsa. U ovo se ubrajaju neoplastični procesi, hemoragije i vaskularne malformacije kao npr. arteriovenske malformacije (Khazaal O. et al., 2022.).

Fovilov sindrom diferencijalno dijagnostički razlikuje nalaz paralize facijalnog nerva i kontralateralne pareze sa ventralnim pontinim sindromom (Millard Gubler syndrome) (Sakuru R. et al., 2022.). U nekim slučajevima Milard Gublerovog sindroma zahvaćen je i VI KN što otežava dijagnostiku i diferencijalnu dijagnostiku ova dva sindroma (Sakuru R. et al., 2022.). Međutim, veći dorzalni opseg Fovilovog sindroma uključuje jedro abducensa i susednu parapontinsku

retikularnu formaciju (PPRF) (Khazaal O. et al., 2022., Massi D.G. et al., 2016.). Kod postavljanja dijagnoze treba imati u vidu da se Fovilov sindrom može javiti i sa konjugovanom bočnom paralizom pogleda, predstavljajući pri tom nemogućnost da se kontralateralno oko privede ka leziji (Khazaal O. et al., 2022.).

Kao što je već rečeno, vaskularne bolesti su najčešća etiologija Fovilovog sindroma (najčešće se u kliničkoj praksi viđa tzv. lakunarni udar zbog ateromatozne okluzije grane ili okluzije malih krvnih sudova). S toga se osnovna terapija sprovodi preventivno kontrolom vaskularnih faktora rizika. Ukoliko oni postoje uvodi se antitrombotna terapija, a ukoliko su klinički simptomi manifestni sprovodi se hitno na prijemu antiagregaciona terapija. Veoma je važna u kontroli mogućih neuroloških manifestacija, kao i svim drugim stanjima u neurologiji, kontrola krvnog pritiska, nivoa šećera u krvi, lipidemije, kao i što je važan npr. prestanak pušenja i sl. Takođe, na dalje je važan period rehabilitacije. Lekari treba da budu oprezni i svesni kliničkog i radiografskog nalaza kako bi se tretman ovakvih i sličnih simptoma sproveo u najranijoj fazi tj. već na prijemu što je za prognozu od presudnog značaja, a da bi se u što većoj meri izbegle komplikacije (Beucler N. et al., 2021., Langhorne P. et al., 2000., Powers W.J. et al., 2018.).

Supranuklearni (centralni) tip paralize n.facialisa nastaje kod lezije kore i kortikobulbarnih puteva (vaskularnog porekla, tumori, traume, inflamacije). Često je udružen sa homolateralnom hemiplegijom ili monoplegijom. S obzirom da gornje dve grane n.facialisa koje imaju bikortikalnu inervaciju, a donja prima vlakna samo iz suprotne hemisfere i inerviše uglove usta, u slučaju lezije hemisfere ili kortikobulbarnog puta izostaje inervacija ugla usne sa kontralateralne strane uz očuvanu funkciju periorbitalnih mišića (centralna, prima supranuklearna vlakna iz talamusa, oduzetost facijalisa). Očuvani su refleksi i emotivne reakcije, a ne postoji degenerativna reakcija (EMG) (Jovanović B.S. i sar., 2000., Standring S., 2009.).

Nervus facialis prima i supranuklearna vlakna iz subkorteksa, ekstrapiramidalnog dela corpus striatuma i palliduma. U slučaju lezije ovih formacija, npr. kod parkinsonizma, kao što je ranije već rečeno, dolazi do rigiditeta mimične muskulature, lice postaje kao maska. Takođe, lezija u ponsu može dati alternu hemiplegiju što se klinički manifestuje oduzetošću n.facialisa s jedne strane i ekstremiteta suprotne strane.

Genikularna neuralgia (Geniculate neuralgia) je često prolazano stanje koje prati Belovu paralizu. Kliničkim nalazom dominira bol iza uva i u uvu uz gubitak čula ukusa. Ovaj oblik neuralgije je veoma redak. Može se javiti tokom infekcije herpes simplex virusa ili bez paralize n.facialisa (Huntov sy.).

Sindrom krokodilskih suza je pojava paroksizmalne lakrimacije za vreme jela. Najčešće nastaje usled ozlede n.facialisa paroksizmalno do ganglionu geniculi.

Spazam n.facialisa je paroksizmalna hiperkinezija mišića polovine lica. Počinje trzajem mišića, najčešće je unilateralna i ne može se voljno inhibirati. Za vreme napada onemogućeni su voljni pokreti. Obično se javlja posle periferne paralize ovoga nerva ili kao nadražajni fenomen nakon suture neke od grane VII KN.

Bilateralna paraliza n.facialisa (Diplegia facialis) retko dovodi do ukočenosti tj. asimetrije lica bez mogućnosti izražaja mimike, usta su poluotvorena, a rime oculi šire. Bilateralna paraliza n.facialisa najčešće prati bulbarne lezije, polineuritis, Miasteniju gravis, Sclerosis multiplex.

Lezije corpus striatuma klinički se prepoznaju po grimasama mimične muskulature i horeatičnim pokretima.

Mebiusov sindrom (Möbius sindrom) je redak kongenitalni neurološki poremećaj tj. kongenitalna okulofacijalna paraliza odnosno kongenitalna facijalna diplegija. Ona nastaje zbog infantilne nuklearne aplazije. Sindrom je ime dobio po Paul Julius Möbius, nemačkom neurologu koji je prvi opisao ovaj sindrom 1888.godine (Möbius P.J., 1888.). Ovaj kongenitalni poremećaj klinički karakteriše pareza ili paraliza oba spoljna prava mišića oka i mišića lica udružena često sa anomalijom mišića skeleta. Deca sa Möbius sindromom su nekada pogrešno markirana kao intelektualno ometena u razvoju zbog njihovog bezizražajnog lica, strabizma i čestog slinjenja (Meyerson M.D. et al., 1978., Gillberg C. et al., 1989.).

Pregled sadrži:

- pregled motorike (smejanje, zviždanje, EEG, EMG);
- ispitivanje kornealnog, konjunktivnog refleksa, refleksa treptanja;
- pregled čula ukusa: slatko (rastvor šećera), kiselo (limunska

kiselina), gorko (kinin), slano (kuhinjska so);

-na posletku tokom kliničkog pregleda se ispituje simetrija lica u miru i pri voljnim pokretima (nabiranje čela, zatvaranje oba oka i otvaranje tj. razvlačenje usta kao kod smeha);

-dopuna dijagnostike: CT, MR mozga, EMG, EEG.

Literatura:

Abdrabou, A., El-Feky, M., Inferior medial pontine syndrome. Reference article, Radiopaedia.org. (accessed on 12 Aug 2022.) <https://doi.org/10.53347/rID-32268>.

Acharya, Pant, B., Chandra, A., & Chandra, A. (2021.) Fovilles Syndrome a Case to Remember Case Report. Journal of Biomedical Research & Environmental Sciences, 2(10), 1015-1017. <https://doi.org/10.37871/jbres1344>.

Ahdab R, Saade HS, Kikano R, Ferzli J, Tarcha W, Riachi N. Pure ipsilateral central facial palsy and contralateral hemiparesis secondary to ventro-medial medullary stroke. J Neurol Sci. 2013, Sep 15;332(1-2):154-5.

Bakshi SS. Melkersson-Rosenthal Syndrome. J Allergy Clin Immunol Pract. 2017. Mar - Apr; 5(2):471-472. doi: 10.1016/j.jaip.2016.09.034.

Beucler N, Boissonneau S, Ruf A, Fuentes S, Carron R, Dufour H. Crossed brainstem syndrome revealing bleeding brainstem cavernous malformation: an illustrative case. BMC Neurol. 2021;21(1):204. Published 2021. May 20. doi:10.1186/s12883-021-02223-7.

Bhupal HK. Ramsay Hunt syndrome presenting in primary care. Practitioner. 2010. Mar. 254(1727):33-5, 3.

Brogna C, Fiengo L, Türe U. Achille Louis Foville's atlas of brain anatomy and the Defoville syndrome. Neurosurgery.

2012;70(5):1265-1273. doi:10.1227/NEU.0b013e31824008e7

Cantarella, Giovanna; Mazzola, Riccardo F., (2021-07-27) „The Bicentenary of Bell's Description of the Neuroanatomical Basis of Facial Paralysis: Historical Remarks". *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 166 (5): - PMID 34314273. S2CID 236473244. doi:10.1177/01945998211032172.

Cates CA, Tyers AG (2008.) „Results of levator excision followed by fascia lata brow suspension in patients with congenital and jaw-winking ptosis". *Orbit*. 27 (2): -. doi: 10.1080/01676830701376072. PMID 18415867. S2CID 23268883.

Cheng, Yen, M.-Y., & Wang, A.-G. (2013.) Foville's syndrome with ipsilateral internuclear ophthalmoplegia due to spontaneous pontine hemorrhage. *Taiwan Journal of Ophthalmology*, 3(2), 75-77. <https://doi.org/10.1016/j.tjo.2012.12.001>.

Department of Anatomy, 3rd Faculty of Medicine, Charles University. *Nervus facialis* [online]. [cited 2011-06-28] http://old.lf3.cuni.cz/anatomie/pns_hn4.htm.

Donati D, De Santi L, Ginanneschi F, Cerase A, Annunziata P. Successful response of non-recovering Ramsay Hunt syndrome to intravenous high dose methylprednisolone. *J Neurol Sci*. 2012. Jul 15. 318 (1-2):160-2.

Doucet T, Crawford J. The quantification, natural course, and surgical results in 57 eyes with Marcus Gunn (jaw-winking) syndrome. *Am J Ophthalmol*. 1981;92:702-7.

Drake, Richard (2010.) *Gray's Anatomy of students*. Philadelphia: Churchill Livingstone elsevier. pp.855-866. ISBN 978-0-443-06952-9.

Dudek RW (2014.) *BRS Embryology* (Sixth ed.). LWW. ISBN 9781451190380.

„Dyssynergia Cerebellaris Myoclonica Information Page: National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS)". web.archive.org. 2015-02-16. Arhivirano iz originala 16. 02. 2015.g.

Dworkin RH, Barbano RL, Tyring SK, et al. A randomized, placebo-controlled trial of oxycodone and of gabapentin for acute pain

in herpes zoster. *Pain*. 2009. Apr. 142(3):209-17.

Foville A. Note sur une paralysie peu connue de certains muscles de l'œil, et sa liaison avec quelques points de l'anatomie et la physiologie de la protubérance annulaire. *Bull Soc Anat. Paris*. 1858;33:393-414.

Ganesan V, Bandyopadhyay D, Kar SS, Choudhury C, Choudhary V. Herpes Zoster Infection Involving Mandibular Division of Trigeminal Nerve and Ramsay Hunt Syndrome with Meningitis in an Immunocompetent Patient: A Rare Association. *J Clin Diagn Res*. 2016. Jun. 10 (6):OD05-7.

Gillberg C., Steffenburg S., (mart 1989.) „Autistic behaviour in Moebius syndrome”. *Acta Paediatr Scand*. 78 (2): 314-6. doi:10.1111/j.1651-2227.1989.tb11076.x. PMID 2929356. S2CID 8838366.

Goldani LZ, Ferreira da Silva LF, Dora JM. Ramsay Hunt syndrome in patients infected with human immunodeficiency virus. *Clin Exp Dermatol*. 2009. Jun 1.

Gunbey HP, Kutlar G, Aslan K, Sayit AT, Incesu L. Magnetic Resonance Imaging Evidence of Varicella Zoster Virus Polyneuropathy: Involvement of the Glossopharyngeal and Vagus Nerves Associated With Ramsay Hunt Syndrome. *J Craniofac Surg*. 2016. May. 27 (3):721-3.

Gunn RM. Congenital ptosis with peculiar associated movements of the affected lid. *Trans Ophthal Soc UK*. 1883;3:283-7.

Gupta S, Mends F, Hagiwara M, Fatterpekar G, Roehm PC (2013.) „Imaging the facial nerve: a contemporary review”. *Radiology Research and Practice*. 2013: 248039. doi: 10.1155/2013/248039. PMC 3676972. PMID 23766904.

Hall J. E., Guyton A. C. (2006.): *Textbook of medical physiology*, 11th edition. Elsevier Saunders, St. Louis, Mo, ISBN 0-7216-0240-1.

Ibrahim HA (2007.) „Use of the levator muscle as a frontalis sling”. *Ophthal Plast Reconstr Surg*. 23 (5): 376-80. doi:10.1097/IOP.0b013e3181379e20. PMID 17881988. S2CID 13655363.

James, William D.; Berger, Timothy G.; et al. (2006.) *Andrews' Diseases of the Skin: Clinical Dermatology*. Saunders Elsevier.

ISBN 978-0-7216-2921-6.

KACHLÍK, David. Cranial nerves II [lecture for the course Anatomy, General Medicine, 3rd Medical Faculty, Charles University]. Prague. 21.12.2010. Also available from <http://old.lf3.cuni.cz/anatomie/PNS_hlavove_nervy_II.zip.

Khazaal O, Marquez DL, Naqvi IA. Foville Syndrome. [Updated 2022. May 8]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022. Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK544268/>.

Kim CH, Kang SI, Kim YH. A case of ramsay hunt syndrome with cranial polyneuropathy. Korean J. Audiol., 2012. Sep. 16 (2):80-2.

Langhorne P, Stott DJ, Robertson L, MacDonald J, Jones L, Mc Alpine C, Dick F, Taylor GS, Murray G. Medical complications after stroke: a multicenter study. Stroke. 2000. Jun;31(6):1223-9.

Lubkin V. The inverse Marcus-Gunn phenomenon. Arch Neurol. 1978;35:249-52.

Man, B. L., & Fu, Y. P. (2015.) Bronchogenic carcinoma presented as Foville's syndrome. BMJ case reports, 2015, bcr2014205025. <https://doi.org/10.1136/bcr-2014-205025>.

Marcus Gunn syndrome, G.Davis, C.Chen, D.Selva (letter to the Journal, Published: 06 January 2004. Eye volume 18, pages 88-90 (2004.) Cite this article.

Massi DG, Nyassinde J, Ndiaye MM. Superior Foville syndrome due to pontine hemorrhage: a case report. Pan Afr Med J. 2016;25:215. Published 2016. Dec 6. doi:10.11604/pamj.2016.25.215.10648.

Melkersson, E. (1928.) „Ett fall av recidiverande facialispares i samband med ett angioneurotiskt ödem”. Hygiea. 90. Stockholm: 737-741.

McManus, L J; Dawes, P J D; Stringer, M D (2011-08-03) „Clinical anatomy of the chorda tympani: a systematic review”. The Journal of Laryngology & Otology. 125 (11): 1101-1108. doi:10.1017/S0022215111001873. ISSN0022-2151. PMID 21810294. S2CID 38402170.

Meyerson MD, Foushee DR (juni 1978.) „Speech, language and hearing in Moebius syndrome: a study of 22 patients”. *Dev Med Child Neurol.* 20 (3): 357-65. doi:10.1111/j.1469-8749.1978.tb15225.x. PMID 208901. S2CID 37193422.

Morris, Andrew M.; Deeks, Shelley L.; Hill, Michael D.; Midroni, Gyl; Goldstein, Warren C.; Mazzulli, Tony; Davidson, Ross; Squires, Susan G.; Marrie, Thomas (1. 9. 2002.) „Annualized Incidence and Spectrum of Illness from an Outbreak Investigation of Bell’s Palsy”. *Neuroepidemiology.* 21 (5): 256. PMID 12207155. S2CID 22771896. doi:10.1159/000065645.

Moore, Keith L and T. V. N PERSAUD. The birth of man. 1st ed. Prague : ISV, 2002. 564 p. ISBN 80-85866-94-3.

Moore KL, Persaud TV, Torchia MG (2011.) *The Developing Human: Clinically Oriented Embryology with Student Consult Online Access*, 9th Edition (9th ed.). Philadelphia, PA: Saunders. ISBN 9781437720020.

Moore, K. L., Dalley, A. F., & Agur, A. M. R. (2014.) *Clinically Oriented Anatomy* (7th ed.). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.

Morton, David A. (2019.) *The Big Picture: Gross Anatomy*. K. Bo Foreman, Kurt H. Albertine (2nd ed.). New York. p. 246. ISBN 978-1-259-86264-9. OCLC 1044772257.

Mukerji, S., Windsor, A. M., & Lee, D. J. (2010.) Auditory brainstem circuits that mediate the middle ear muscle reflex. *Trends in amplification*, 14(3), 170-91.

Möbius, P. J. (1888.) „Ueber angeborene doppelseitige Abducens-Facialis-Lähmung”. *Münchener Medizinische Wochenschrift.* 35: 91-4.

„Parotidectomy with Facial Nerve Dissections | Iowa Head and Neck Protocols”. *medicine.uiowa.edu*. Retrieved 2023-11-05.

Patel S, Bhakta A, Wortsman J, Aryal BB, Shrestha DB, Joshi T. Pontine Infarct Resulting in Millard-Gubler Syndrome: A Case Report. *Cureus.* 2023. Feb;15(2):e34869.

Pavone P, Garozzo R, Trifiletti RR, Parano E. Marin-Amat syndrome: Case report and review of the literature. *J Child Neurol.* 1999;14:266-8.

Pearce, J.M.S. (2007.) „Some Syndromes of James Ramsay Hunt”. *Practical Neurology*. 7 (3): 182-185. . PMID 17515597.

PETROVICKÝ, Pavel, et al. *Anatomy with topography and clinical applications III. -- Neuroanatomy, sensory organs and skin*. 1st edition. 2002. ISBN 80-8063-048-8.

Pitton Rissardo, Jamir; Fornari Caprara, Ana Letícia (2019-11-02) „Herpes Zoster Oticus, Ophthalmicus, and Cutaneous Disseminated: Case Report and Literature Review”. *Neuro-Ophthalmology*. 43 (6): 407-410. . doi:10.1080/01658107.2018.1523932.

Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, Adeoye OM, Bambakidis NC, Becker K, Biller J, Brown M, Demaerschalk BM, Hoh B, Jauch EC, Kidwell CS, Leslie-Mazwi TM, Ovbiagele B, Scott PA, Sheth KN, Southerland AM, Summers DV, Tirschwell DL., American Heart Association Stroke Council. 2018. Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2018. Mar;49(3):e46-e110.

Prakash MV, Radhakrishnan M, Yogeshwari A, Nazir W, Maragatham K, Natarajan K (June 2002.) „Inverse Marcus Gunn phenomenon”. *Indian J Ophthalmol*. 2002; 50 (2): 142-4. PMID 12194575.

Prasad R, Kapoor K, Srivastava A, Mishra O. Neurocysticercosis presenting as Millard Gubler syndrome. *J Neurosci Rural Pract*. 2012. Sep;3(3):375-7.

Rana PV, Wadia RS. The Marin-Amat syndrome: An unusual facial synkinesia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1985;48:939-41.

Ramsay Hunt, J. (1907.) „On herpetic inflammations of the geniculate ganglion: a new syndrome and its complications”. *Journal of Nervous and Mental Disease*. 34 (2): 73-96.

Rosenthal, C. (1931.) „Klinisch-erbbiologischer Beitrag zur Konstitutionspathologie. Gemeinsames Auftreten von Facialislähmung, angioneurotischem Gesichtödem und Lingua plicata in Arthritismus-Familien”. *Zeitschrift für die Gesamte Neurologie und Psychiatrie*. 131: 475–501. doi:10.1007/bf02865984. S2CID 70544781.

Rubin, Michael (2016-09-28) *Netter's Concise Neuroanatomy*.

Safdieh, Joseph E., Netter, Frank H. (Frank Henry), 1906-1991 (Updated ed.). Philadelphia, PA. pp. 259-260. ISBN 9780323480918. OCLC 946698976.

Ryu EW, Lee HY, Lee SY, Park MS, Yeo SG. Clinical manifestations and prognosis of patients with Ramsay Hunt syndrome. *Am J Otolaryngol*. 2011. Nov 8.

Saha S, Pal S, Sengupta M, Chowdhury K, Saha VP, Mondal L (January 2014.) „Identification of facial nerve during parotidectomy: a combined anatomical & surgical study”. *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery*. 66 (1): 63-8. doi:10.1007/s12070-013-0669-z. PMC 3938689. PMID 24605304.

Sajadi, M. M.; Sajadi, M.-R. M.; Tabatabaie, S. M. (jыл 2011.) „The history of facial palsy and spasm:Hippocrates to Razi”. *Neurology*. 77 (2):174-78. PMC 3140075. PMID 21747074. doi: 10.1212/WNL.0b013e3182242d23.

Sakuru R, Elnahry AG, Bollu PC. Millard Gubler Syndrome. [Updated 2022. Jul 18]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022. Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532907/>.

Shen YY, Dai TM, Liu HL, Wu W, Tu JL. Ramsay Hunt Syndrome Complicated by Brainstem Encephalitis in Varicella-zoster Virus Infection. *Chin Med J (Engl)*. 2015. Dec 5. 128 (23):3258-.

Sherwood, Chet C. (2 October 2005.) „Comparative anatomy of the facial motor nucleus in mammals, with an analysis of neuron numbers in primates”. *The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology*. 287A (1): 1067-1079. doi:10.1002/ar.a.20259. ISSN 1552-4884. PMID 16200649. S2CID 17331516.

Shin DH, Kim BR, Shin JE, Kim CH. Clinical manifestations in patients with herpes zoster oticus. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2016. Jul. 273 (7):1739-43.

Singh V. Textbook of Clinical Neuroanatomy (2nd ed.). p. 104.

Славољ KACHLÍK, David. Cranial nerves II [lecture for the course Anatomy, General Medicine, 3rd Medical Faculty, Charles University]. Prague. 21.12.2010. Also available from <<http://old.lf3>.

cuni.cz/anatomie/PNS_hlavove_nervy_II.zip.

Славољуб В. Јовановић, Надежда А. Јеличић (2000.) Анатомија човека - глава и врат. Београд: Савремена администрација. ISBN 978-86-387-0604-4.

Snell RS (2011.) *Clinical Anatomy by Regions* (Ninth ed.). Philadelphia, Pa.; London: LWW. ISBN 9781451110326.

Standring, S. (2016.) *Gray's Anatomy* (41st ed.). Edinburgh: Elsevier Churchill Livingstone.

Sun WL, Yan JL, Chen LL. Ramsay Hunt syndrome with unilateral polyneuropathy involving cranial nerves V, VII, VIII, and XII in a diabetic patient. *Quintessence Int.* 2011. Nov-Dec. 42 (10):873-7.

Susan Standring, yp. (2009.) [1858] *Gray's anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice*, Expert Consult. illustrated by Richard E. M. Moore (40 изд.). Churchill Livingstone. ISBN 978-0-443-06684-9.

Sweeney, C.J.; Gilden, D.H. (August 2001.) „Ramsay Hunt Syndrome”. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry.* 71 (2):149-54. PMC 1737523 . PMID 11459884. doi:10.1136/jnnp.71.2.149.

Takase, Saeki, N., Oka, N., Satoh, A., Otaki, M., & Yamaura, A. (1981.) Superior Foville syndrome after clipping of basilar bifurcation aneurysm-case report (author's transl). *Nō shinkei geka*, 9(3), 343-47. Arya, Pant, B., Chandra, A., & Chandra, A. (2021.) Fovilles Syndrome a Case to Remember Case Report. *Journal of Biomedical Research & Environmental Sciences*, 2(10), 1015-1017. <https://doi.org/10.37871/jbres1344>.

Uscategui T, Doree C, Chamberlain IJ, Burton MJ. Antiviral therapy for Ramsay Hunt syndrome (herpes zoster oticus with facial palsy) in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008. Oct 8. CD006851.

Van De Graaf, R.C.; Nicolai, J.P. (носембар 2005.) „Bell's palsy before Bell: Cornelis Stalpart van der Wiel's observation of Bell's palsy in 1683”. *Otology & Neurotology.* 26 (6): 1235-38. PMID 16272948. S2CID 12630888. doi:10.1097/01.mao.0000194892.33721.f0.

Yamada K, Hunter DG, Andrews C, Engle EC (September 2005.) „A novel KIF21A mutation in a patient with congenital fibrosis of the extraocular muscles and Marcus Gunn jaw-winking phenomenon”. Arch. Ophthalmol. 123 (9): 1254-9. doi:10.1001/archophth.123.9.1254. PMID 16157808.

Drugi izvori podataka:

Affected region in Foville syndrome Adapted from „Lower Pons horizontal”(https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/dc/Lower_pons_horizontal_KB.svg) by.

Marshall Strother and „Brain stem sagittal section” (https://com-mons.wikimedia.org/wiki/File:Brain_stem_sagittal_section.svg) by Patrick J. Lynch, medical illustrator, CC BY 3.0 https://creativecommons.org/licenses/by/3.0, via Wikimedia Commons.

Ansa cervicalis. Superior root labeled as „descending hypoglossal,” Inferior root labeled as „descending cervical.”

Clinical features of hemifacial spasm. https://entokey.com/hemifacial-spasm-3/facial-nerves-6-638 VII facialis- Neuro znanje

https://okto.bg/en/neuritis-of-the-facial-nerve/

https://radiopaedia.org/articles/facial-nerve

https://www.statpearls.com/point-of-care/36264

https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165587618306025

https://www.wikidoc.org/index.php/Melkersson-Rosenthal_syndrome url = http://www.atlasdermatologico.com.br/disease.jsf?diseaseId=286>

https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000201484

Marin-Amat syndrome Intrafacial Synkinesis Authors: André M. Mansoor, M.D., and Peter D. Sullivan, M.D. Author Info &

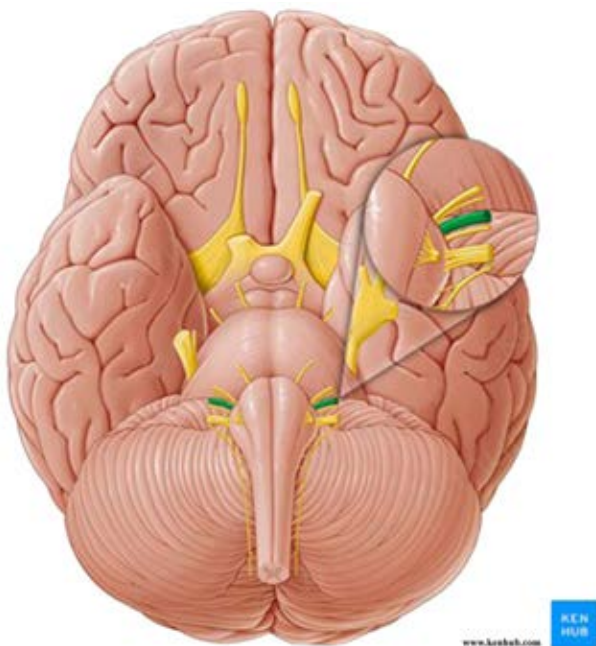
Affiliations Published June 2, 2016. N Engl J Med 2016;374: e27.

Main - Amat Syndrome, More Than Meets the Eye Andrew J.Martin, MBBS, BBHS AUTHORS INFO & AFFILIATIONS January 17, 2023. issue 100 (3) 143

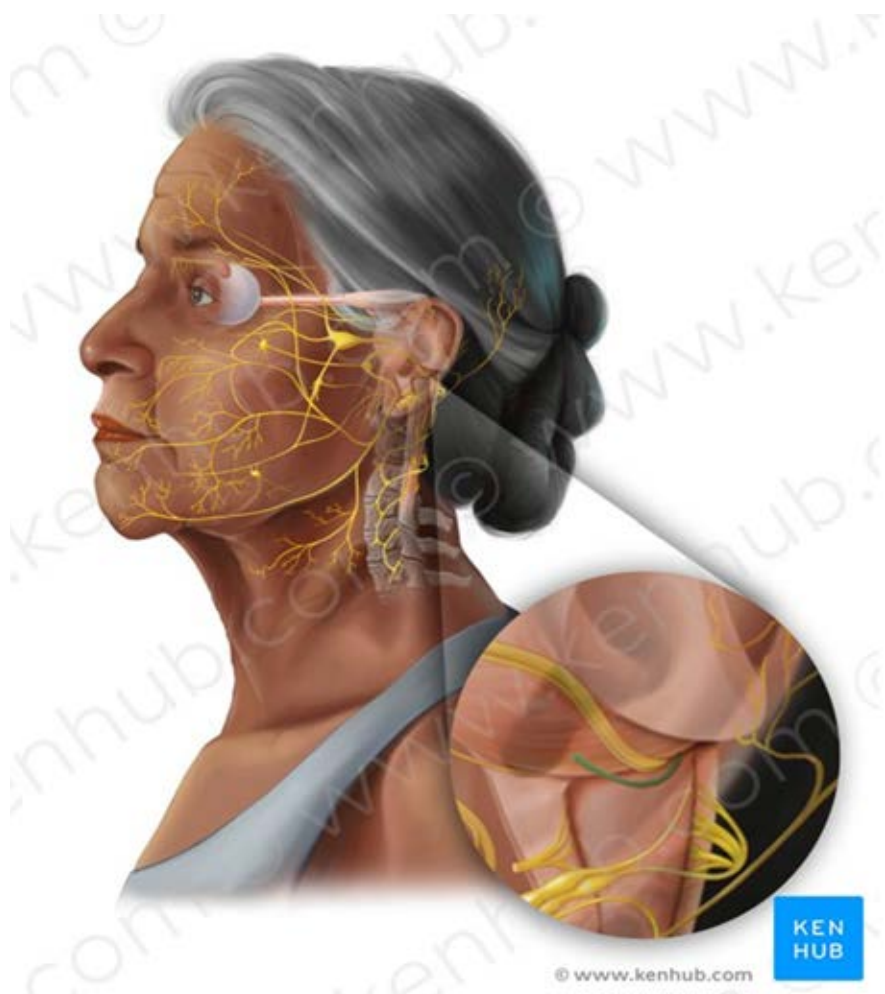
MRI in a case of Foville syndrome Image courtesy of Dr Mohammad A. ElBeialy, Radiopaedia.org, rID: 29951. Used under CC BY-NC-SA 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>)

VIII KRANIJALNI NERV VESTIBULOKOHLEARNI NERV (*nervus vestibulocochlearis*)

Vestibulokohlearni nerv (VIII KN) je mešoviti senzitivni nerv. Sastoji se iz vestibularnog i kohlearnog nerva. U polazištu svaki ovaj nerv ima različita jedra unutar moždanog stabla. Dvostruki je nerv kojeg obrazuju spiralne i vestibularne ganglije u lavirintu unutrašnjeg uva. Vlakna iz oba korena se spajaju i formiraju stablo vestibulokohlearnog nerva koji se nalazi u zadnjoj lobanjskoj jami u petroznom delu temporalne kosti, a u prostoru bočnog ugla romboidne fose moždanog stabla.



Ona sadrže tela SSA neurona. Nakon spajanja vestibularnog i kohlearnog nerva, stablo vestibulokohlearnog nerva napušta mozak kroz zadnju lobanjsku jamu putujući lateralno od VI i VII KN. Na dalje vestibulokohlearni nerv se proteže napred bočno i zajedno sa VII i srednjim KN ulazi u kranijalnu duplju preko meatus acusticus. Kada stigne do unutrašnjeg uva, ponovo se deli na dva korena vestibularni i kohlearni koji na dalje kao vestibularni i kohlearni nerv imaju različite puteve i veze kao i različite funkcije. Kohlearni nerv čini deo slušnog analizatora, dok je funkcija vestibularnog vezana za povišenje tonusa i održavanje ravnoteže (De Foer B. et al., 2010., Sanders R.D. et al., 2010.).



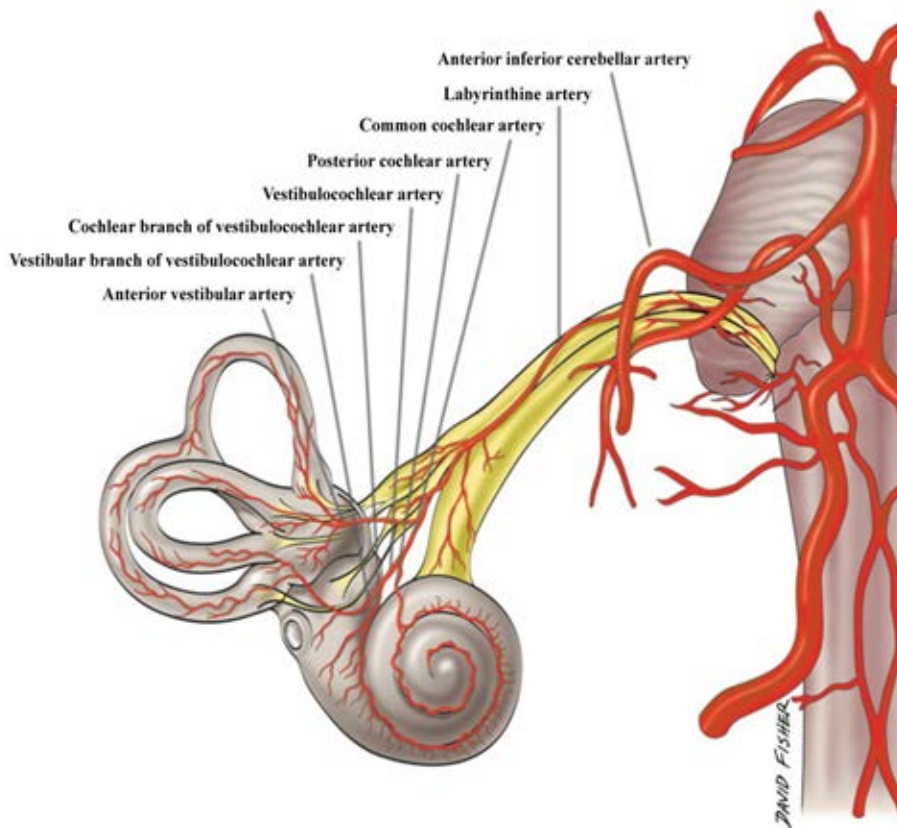
Kohlearni koren prodire u prednji donji kvadrant fundusa unutrašnjeg akustičkog meatusa te uzdužnim kanalima modiolusa dospeva u spiralni kanal modiolusa u kojem je smešten spiralni ganglion. Vestibularni koren prolazi kroz vestibularni ganglion, nakon čega se na fundusu unutrašnjeg akustičkog kanala deli na sledeće grane:

1.Utrikoampularnu granu (n.utricampullaris), nerv koji prolazi kroz otvore na zadnjem gornjem kvadrantu fundusa unutrašnjeg akustičnog meatusa ulazi u trem unutrašnjeg uva nakon čega se deli na tri grančice: utrikularni nerv (n.utricularis) koji inervise makulu utrikula, prednji ampularni nerv (nervus ampullaris anterior) koji inervise crista ampullaris prednje membranske ampule i spoljašnji ampularni nerv (nervus ampullaris lateralis) koji inervise crista ampullaris membranske ampule.

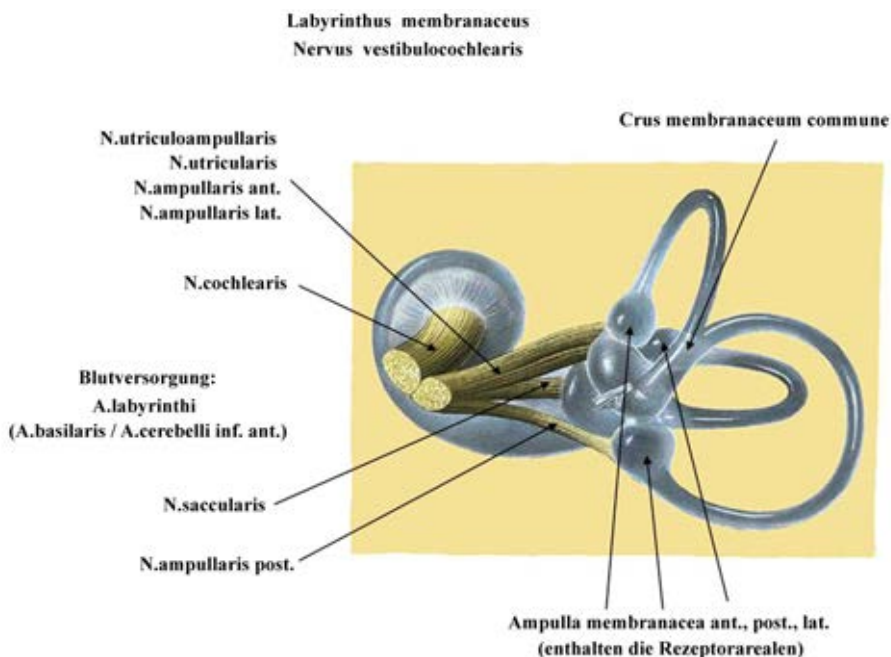
2.Sakularna grana (nervus saccularis, kesična grana), prolazi kroz otvore u zadnje-donjem kvadrantu fundusa unutrašnjeg akustičnog meatusa i ulazi takođe kao i prethodna grana u predvorje gde inervise makulu sakule unutrašnjeg uva koja detektuje somatosenzorne nadražaje.

3.Zadnji ampularni nerv (nervus ampullaris posterior), prolazi kroz sopstveni otvor na fundusu unutrašnjeg akustičnog meatusa i zatim inervise crista ampullaris, ampularni greben zadnje membranske ampule unutrašnjeg uva (De Foer B. et al., 2010., Sanders R.D. et al., 2010.).

Pužni koren ili živac (radix seu nervus cochlearis) prolazi kroz otvore na prednje-donjem kvadrantu fundusa unutrašnjeg ušnog kanala.



Putem modiolusa dospeva do Kortijevog spiralnog ganglion, prolazi kroz njega nakon čega vlakna dospevaju do Kortijevog spiralnog organa (organum spirale) koji je zadužen za prijem zvučnih impulsa (Jovanović S.V. i sar., 2000.).



Embriološki kranijalni čulni organi se formiraju iz kranijalnih plakoda koji predstavljaju područja zadebljanja u ektodermu. Vestibularni i kohlearni aparat se razvija iz otičkog plakoda koji se formira do treće gestacijske nedelje. Na dalje tokom četvrte gestacijske nedelje otični plakod invaginira da bi formirao ušnu vezikulu. Ovako formirana ušna vezikula najpre stvara kohlearne (Spiralne) i vestibularne (Scarpa) ganglije, a odatle se formiraju periferne i centralne projekcije slušnih i vestibularnih puteva (Singh S., 2016., Nishikori T. et al., 1999., Bell D. et al., 2008.).

Pošto ova dva sistema imaju zasebne senzorne funkcije (ravnotežu i sluh) ovaj nerv bi bio kategorisan kao specijalni somatski aferent (SSA) umesto opšteg somatskog aferenta i kao takav ova dva sistema imaju često klinički izdvojenu patologiju i opisuju se odvojeno.

Nervus acusticus (N.cochleae seu Kohlearni nerv) i slušni sistem odgovoran je za prenošenje zvučnih signala iz unutrašnjeg uva do kohlearnih jedara unutar moždanog stabla, a potom do primarnog slušnog korteksa unutar temporalnog režnja (Sanders R.D. et al., 2010., Jovanović S.V. i sar., 2000.).

Puž je koštana spiralna šupljina (lamina spiralis osea) ispunjana tečnošću u koštanom slušnom lavirintu koja sadrži Kortijev organ (Organum spirale Corti) duž svoje bazalne membrane. Bipolarni neuroni čine spiralni tj. kohlearni ganglion. Periferni aksoni ovih neurona stvaraju vezu između centralnog nervnog sistema i Kortijevog organa, dok periferni aksoni završavaju u ventralnom i dorzalnom kohlearnom jedru. Spiralni ganglion se nalazi u kanalu modiolusa (spiralni kanal stožera koštanog puža unutrašnjeg uva).

Kohlearnu nerv ima dva jedra, oba su posebna somatska aferentna (SSA):

- Prednje (ventralno) kohlearno jedro (Nucleus Cochlearis Anterior seu Nucleus Cochlearis Ventralis) i

- Zadnje (dorzalno) kohlearno jedro (Nucleus Cochlearis Posterior seu Nucleus Cochlearis Dorsalis).

Ova jedra su smeštena najlateralnije od svih kranijalnih jedara. Ona se kao neuroni prvog reda nalaze medijalno od inferiornog pedunkula malog mozga u bočnom uglu romboidne jame. U ovim jedrima smeštena su tela neurona drugog reda akustičkog puta.

Neuron prvog reda je nucleus terminalis ventralis et nucleus terminalis dorzalis n.cochleae koji se nalazi u produženoj moždini ispod bočnog ugla rombaste jame. Odavde polaze vlakna II (centralnog) neurona kao strie medullaris koje posle prelaska na drugu stranu (fibre striatus medullaris) se delimično prekidaju u gornjem olivatornom jedru odakle sa vlaknima ventralnog jedra (do tada corpus trapezoideum) čine lemniscus lateralis (smešten leteralno od lemniscus medialis) i idu do donjih kolikula, colliculus inferior laminae quadrigeminae (mezencefalon) i donjeg kolenastog tela, a potom i do corpus geniculatum mediale (diencefalon). Neuron III reda (kortikalni neuron je tractus geniculo occipitalis) polazi kao radiatio acustica od primarnog akustičkog centra u diencefalonu kroz retrolentikularni deo unutrašnje kapsule i ide do Hešlove vijuge (R.Heshl) kortikalni akustički centar u transverzalnom temporalnom režnju.

Neuroni prvog i drugog reda akustičkog puta nalaze se unutar kohlearnog spinalnog gangliona u unutrašnjem uvu. Oba šalju periferne signale do trepljastih ćelija Kortijevog organa i centralnih procesa i veza koji spajajući se formiraju kohlearni deo vestibulokohlearnog nerva.

Neuroni prvoga reda su nešto duži (aksoni), mijelinizovani i čine oko 90% kohlearnih nervnih ćelija. Neuroni drugog reda su kraći (dendriti) nemijelinizovani nastavci ovih neurona i primaju nadražaje od receptora koji se nalaze u Kortijevom organu. Neuroni prvog reda projektuju se na unutrašnje ćelije za toplje Kortijevog organa, dok se neuroni drugog reda projektuju na toplje spoljašnjih ćelija (Benoudiba F. et al., 2013., Pickles J.O., 2015., Nayagam B.A. et al., 2011., Yang T. et al., 2011.).

Kohlearni nerv kao što je ranije već rečeno ulazi u moždano stablo i završava unutar kohlearnih jedara. Svako kohlearno vlakno ima dve grane:

- Prednju (ventralnu) granu čija je funkcija da sprovodi impulse izazvane tonovima niske frekvence i završava se u prednjem kohlearnom jedru;

- Zadnju (dorzalnu) granu čiji je zadatak da prenosi informacije o visokofrekventnim tonovima. Ova grana se završava unutar zadnjeg kohlearnog jedra (Benoudiba F. et al., 2013., Nayagam B.A. et al., 2011.).

Neuroni kohlearnih jedara grade striatna vlakna koja stvaraju pruge, trake bele materije. Ovako koncipirane pruge komuniciraju sa tercijernim centrima nervnog sistema u kojima se prispele informacije integrišu, tumače i svesno percipiraju. Zadnje jedro šalje dve pruge: zadnju i međukohlearnu traku, dok prednje jedro šalje treću, prednju kohlearnu traku tj. prugu. Sve tri navedene trake odnosno pruge prolaze prvo kroz retikularnu formaciju ponsa, a potom prelaze na kontralateralnu stranu mozga u nivou donjeg dela pontinog tegmentuma. Na kraju se sve tri pruge spajaju na nivou gornjeg olivarnog jedra i formiraju bočni lemniskus. Skoro polovina striatnih vlakana sa zadnje i kohlearne pruge ne učestvuju u formiranju pomenutog bočnog lemniskusa, niti prelaze na kontralateralnu stranu. Ona grade sinapse sa ipsilateralnim gornjim olivarnim jedrom i pridružuju se ipsilateralnom bočnom lemniskusu (Wijesinghe R., 2015.).

Centralne projekcije poreklom iz spiralnog gangliona formiraju kohlearni nerv pre ulaska u IAC-a. Kohlearni nerv se pridružuje vestibularnom nervu i zajedno formiraju VIII KN. Nervna vlakna prolaze neposredno pored CPA, ulaze u moždano stablo u predelu pontomedularnog spoja i inervišu kohlearna jedra unutar rostralnog pola gornje medule.

Anatomski postoje tri odeljenja kohlearnih jedara: anteroventralna (AVCN), dorzalna (DCN) i posteroventralna (PVCN) (Benoudiba F. et al., 2013., Swartz J.D., 2008., Pickles J.O., 2015.).

Ulaskom u moždano stablo, kohlearni nerv se odvaja od vestibularnog nerva i grana se na prednji i zadnji deo. Prednji deo inervira AVCN, dok zadnji deo inervira DCN i PVCN. Kohlearna nervna vlakna se definišu tonotopski. Aferentna vlakna iz treplji ćelija baze puža prenose visoke frekvence, dok aferentna vlakna sa vrha kohlee prenose niske frekvence. Ovako definisana organizacija je očuvana unutar kohlearnih jedara (Pickles J.O., 2015.).

Nakon kohlearnih jedara, vlakna se ukrštaju i pridružuju kontralateralnom bočnom lemniskusu prema inferiornom kolikulusu srednjeg mozga. Potom vlakna stižu do medijalnog genikularnog jedra talamusa pre nego što putuju do primarnog slušnog korteksa, unutar temporalnog režnja (Sanders R.D. et al., 2010., Swartz J.D., 2008.).

Nervus vestibularis (N.statoacusticus seu Vestibularni sistem) je zadužen za prenos informacija vezanih za kretanje i položaj tela, ravnotežu. Periferni deo vestibularnog aparata se nalazi unutar temporalne kosti, a sastoji se od koštanog i membranoznog lavirinta. Vestibularni sistem je zadužen za koordinisanu komunikaciju između vestibularnog aparata srednjeg uva koji čini pet komponenti: polukružni kanalići kojih ima tri međusobno postavljena pod pravim uglom u odnosu na druga dva, na jednom kraju je proširenje (mehurić), sacculus i utriculus. Membranski lavirint sadrži senzorni neuroepitel, a nalazi se unutar koštanog lavirinta (puž i polukružni kanalići), suspendovanih u perilimfi. Senzorni neuroepitel sadrži receptore za osećaj promene položaja tela, potom mišića očne jabučice i oka, posturalnih mišića, moždanog stabla i moždane kore (Sanders R.D. et al., 2010., Khan S. et al., 2013.).

Perifernim vlaknima bipolarnih ćelija vestibularnog gangliona, koji je smešten u meatus acusticusu (Scarpa), dovode se impulsi iz receptora semilunarnih kanala utriculusa i sacculusa unutrašnjeg uva. Prisutne su dve vrste neuroepitela, macula i crista ampullaris koje sadrže senzorne trepljaste ćelije. Utriculus i sacculus sadrže makulu, a polukružni kanalići sadrže crista ampullaris. Utriculus i sacculus su zaduženi za osećaj položaja glave. Trepljaste ćelije u utrikulusu reaguju na horizontalno pomeranje, dok ćelije unutar mehurića tj. vrećice reaguju

na vertikalno pomeranje glave. Čelije unutar tri polukružna kanalića (bočni, gornji i zadnji) reaguju na rotaciju glave. Stimulacija čelija dovodi do depolarizacije i povećanog priliva kalcijuma (Ca), što za posledicu ima pojačano pokretanje aferentnih vestibularnih nervnih vlakana. Ta vlakna putuju do vestibularnog ganglion (Scarpin ganglion, Scarpa's ganglion), koji se nalazi u IAC-u. Ovaj ganglion se sastoji od bipolarnih neurona koji prenose periferne informacije tj. procese u vestibularni aparat, a centralni procesi koji se spajaju, formiraju vestibularni nerv. Ganglion je podeljen na gornji deo koji prima ulazne informacije iz utrikulusa, gornjih i bočnih polukružnih kanalića i donji deo koji dobija ulazne informacije iz sakulusa i zadnjeg polukružnog kanalića (Khan S. et al., 2013., Wijesinghe R., 2015.).

Na dalje, gornji i donji postganglijski nastavak se spajaju i zajedno formiraju vestibularni nerv. Kao takav se spaja sa kohlearnim nervom i postaje VIII KN unutar IAC. N.vestibulocochlearis potom prolazi pored CPA i na pontomedularnom spoju ulazi u moždano stablo. Vestibularni nerv se odvaja od kohlearnog nerva pre nego što stigne do vestibularnog nuklearnog kompleksa koji je smešten u produženoj moždini. Pomenuti vestibularni kompleks čine četiri jedra: gornje vestibularno jedro (nucleus vestibularis superior Bechterew), medijalno vestibularno jedro (nucleus vestibularis lateralis Schwalbe), lateralno vestibularno jedro (nucleus lateralis Deiters) i donje vestibularno jedro (nucleus vestibularis inferior Roller) (Wijesinghe R., 2015.).

Ova jedra se pružaju od kaudalnog mosta do rostralnog dela produžene moždine unutar romboidne jame u dve paralelne kolone, dva vertikalna stuba. Na taj način su usko povezana sa dnom četvrte moždane komore. Vestibularni nuklearni kompleks prima ulazna vlakna od ipsilateralnog malog mozga kao i od vestibularnog nerva, i projektuje se na različite ipsilateralne i kontralateralne strukture.

Medijalno jedro prima ulazne informacije iz bočnih polukružnih kanalića, a iz medijalnog vestibularnog jedra izlazi medijalni vestibulospinalni trakt koji je sinapsama povezan sa neuronima lamina VII i VIII cervikalnog i torakalnog segmenata kičmene moždine. Ovaj put se delimično ukršta i pridružuje glavnom asocijativnom putu moždanog stabla, medijalnom longitudinalnom fascikulusu i šalje ulazna vlakna do motornih jedara ekstraokularnih mišića ipsilateralno i kontralateralno preko tractus et fasciculus longitudinalis medialis (medijalni longitudinalni fascikulus MLF). Kao i kod n.acusticus ova

jedra su povezana sa okulogirima (bulbomotorima) što utiče, pomaže i olakšava okulovestibularni refleks, kao i što utiče na stabilnost tokom pokreta vrata i glave. Oni su preko spinalnih jedara odgovorni za tonus i ravnotežu pri okretanju glave, vrata i pokretanju gornjih ekstremiteta, zvučne nadražaje i refleksno menjanje položaja istih (Sanders R.D. et al., 2010., Khan S. et al., 2013.). Gornje jedro, takođe prima informacije iz gornjih i posteriornih polukružnih kanalića i posreduje u okulovestibularnom refleksu. Naime, od gornjeg vestibularnog jedra uzlazna vlakna putuju kroz MLF do okulomotornog, trohlearnog i abducensnog jedra sa zadatkom da inervišu ekstraokularne mišiće što čini okulovestibularni refleks. Takođe gornje jedro projektuje bilateralno talase u ventralno zadnje i srednje jedro u uzlaznoj projekciji. Za nju se smatra da igra fundamentalnu ulogu u svesti o prostornoj orijentaciji posredujući do centra koji se nalazi u kori temporalnog režnja (Lopez C. et al., 2011., Wijesinghe R., 2015., Khan S. et al., 2013.).

Lateralno jedro prima ulazne informacije od svih komponenti vestibularnog aparata i vestibulocerebeluma. Iz lateralnog vestibularnog jedra lateralni vestibularni fascikulus nastaje unutar ipsilateralnih lumbosacralnih segmenata kičmene moždine. Silazne projekcije lateralnog vestibularnog jedra postaju lateralni vestibularni trakt unutar ipsilateralnih lumbosakralnih segmenata kičmene moždine. Ovaj trakt pomaže i u posredovanju vestibulospinalnog refleksa koordinišući pokrete mišića trupa i proksimalne ekstenzore koji omogućavaju posturalnu ravnotežu i korekciju kao odgovor na vestibularne stimuluse.

Inferiorno jedro prima ulazne informacije iz utrikulusa i sakulusa i na dalje šalje vlakna do ostala tri jedra i malog mozga. Pored svega navedenog, vestibularni sistem pomaže kontroli krvnog pritiska koristeći simpatičke puteve i baroreceptore na karotidi i luku aorte (Holstein G.R. et al., 2014.).

Vestibularna jedra dele višestruke veze sa sivom materijom kičmene moždine, okulogirnim jedrom (jedra III, IV i V KN), retikularnom formacijom i malim mozgom. Signali iz vestibularnih ganglija i malog mozga putuju do vestibularnih jedara, a potom do motornih jedara kičmene moždine (Lopez C. et al., 2011., Wijesinghe R., 2015., Khan S. et al., 2013.).

Neophodno je napomenuti da važnu ulogu u funkcionisanju vestibulokohlearnog aparata ima snabdevanje krvlju i limfatika u

srednjem uvu. U okviru IAC, VIII KN je tesno povezan sa labirintskom arterijom (unutrašnja slušna arterija) i granom prednje donje cerebelarne arterije. Lavirintska arterija se račva u prednju vestibularnu i zajedničku kohlearnu arteriju. U CPA, značajno za vaskularizaciju je uključivanje gornje i prednje donje cerebelarne arterije i petrosalne vene, koje su ključne za identifikaciju tokom resekcije vestibularnih švanoma. (Panara K. et al., 2022., Moosa S. et al., 2015., Watanabe T. et al., 2013.).

Iako specifičnosti u vezi sa vestibularnim kortikalnim vezama koje do danas nisu naučno detaljno dokazane i prepoznate, većina studija ukazuje da je vestibularna kortikalna oblast u blizini parijetalnog ili ostrvskog korteksa. S toga ćemo se ukratko osvrnuti na nauci poznate činjenice koje se odnose na centralne veze:

1. Iz kohlearnih jedara veze idu neuronima II reda kroz trapezoidno telo i lateralne lemniskuse do srednjih kolenastih tela. Odatle se radiatio acustica projektuje na slušnu koru, a refleksne veze idu do jedara očnih mišića i drugih motornih jedara kranijalnih i spinalnih nerava preko tektobulbarnog i tektospinalnog puta.

2. Vestibularne veze se prostiru od gornjih i lateralnih vestibularnih jedara do cerebeluma i od lateralnih jedara do homolateralnih spinalnih centara gornjih i srednjih jedara, zatim do jedara očnih mišića i drugih motornih jedara kranijalnih i spinalnih nerava preko medijalnog fasciculus longitudinalis iste i suprotne strane.

Lezije obično zahvataju oba nerva, a uzroci su brojni: inflamacije (otitis media, meningitis), frakture lobanje, otoskleroza, tumori baze lobanje, infektivna oboljenja, degenerativne bolesti, Menijerov sin. i sl.

Kratak pregled najznačajnijih kliničkih manifestacija oštećenja vestibulokohlearnog nerva:

U ranijem tekstu opisane su kliničke manifestacije i simptomi koji će zbog anatomske i funkcionalne povezanosti kao i uzajamne zavisnosti KN biti predmet i sadržaja VIII KN. Neke ćemo ponoviti u kratkim crtama, za dopunu potrebno je pročitati tekstove u kojima su isti opisani u sklopu drugih KN.

Patologija vestibulokohlearnog nerva može biti uzrokovana traumom, urođenim malformacijama, timorima ove regije, vaskularnim promenama kao i infekcijama. Simptomi koji prate patološke promene su

vrtočlavičica, nistagmus, tinitus i senzoneuralni gubitak sluha. Auditivna patologija može biti registrovana duž centralnog ili perifernog slušnog puta. Najčešći uzroci lezije su infarkt i demijelinizacija u okviru Multiple skleroze. U zavisnosti od lokalizacije povreda za posledicu može imati jednostrani ili obostrani senzoneuralni gubitak sluha. Pored navedenog traumatska povreda temporalne kosti, bilo da se radi o IAC, frakturi koštanog lavirinta ili je uzrok povrede potres lavirinta, za posledicu može imati jednostrani senzoneuralni gubitak sluha. Studije snimanja takvih povreda su najčešće negativne osim ako magnetna rezonanca ne pokaže intralavirintno krvarenje (Swartz J.D., 2008.).

Što se tiče kongenitalnih malformacija u najvećem broju slučajeva uključuju aplaziju i hipoplaziju VIII KN. Ove malformacije su podeljene u tri podtipa: 1, 2A i 2B. Tip 1 se odnosi na aplaziju VIII KN sa normalno razvijenim lavirintom. Tip 2A na aplaziju ili hipoplaziju kohlearne grane sa pratećom malformacijom lavirinta. Tip 2B je najčešće prepoznat podtip, a odnosi se na aplaziju ili hipoplaziju kohlearne grane ali sa normalno razvijenim lavirintom (De Foer B. et al., 2010.).

Vertigo (halucinacija pokreta) nastaje kao posledica oštećenja vestibularnog puta ili temporalnog režnja. Lezija na vestibularnom putu može dovesti do poremećaja u primanju informacija koje dobijamo o položaju našeg tela (vidi raniji tekst). Vertigo je praćen prostornom dezorijentacijom, osećajem okretanja spoljnog sveta ili sopstvenog tela. Tokom kliničkog pregleda vertigo treba razlikovati od neurotskih smetnji, nesvestice, omaglice, nesigurnosti, strah od pada i sl. On nastaje obično kao posledica oboljenja lavirinta, srednjeg ili unutrašnjeg uva, praćeno obavezno i oštećenjem sluha npr. Morbus Meniere, tumori ili kao refleksni fenomen (morska bolest).

Vrtočlavičice mogu biti difuzne (na pregledu pacijent opisuje vrtočlavičicu kao utisak lebdenja) ili sistemske (kada pacijent opisuje da mu se okreću predmeti oko njega). Vrtočlavičice difuznog karaktera najčešće su uzrokovane vazomotornom disregulacijom, cerebelarnim cirkulatornim smetnjama ili ortostatskom hipotenzijom (kod vegetativno labilnih osoba, sindrom sinus caroticusa, cervikalne spondiloze, vratnog rebra, anemije, srčane insuficijencije, tokom infekcije, intoksikacije, kod herpes zoster oticus. Sistemske vrtočlavičice se javljaju kod oštećenja formacija odgovornih za ravnotežu (npr. prelom baze lobanje, Wellenberg sy. neurinom acusticusa, hipertenzija i sl.).

Napade vrtoglavice mogu pratiti vegetativne smetnje: bledilo, znojenje, izmena u frekvenciji srčanog ritma, hiper ili hipotenzija, mučnina povraćanje, dijareja. Često je prisutan Ny, devijacija pogleda, diplopije, ređi je gubitak svesti. Vrtoglavice se mogu isprovocirati jednostavnom stimulacijom naizmenično apliciranjem tople i hladne vode u spoljašnjem ušnom kanalu (Borivoje M.R., 2011., Hall J.E. et al., 2006.).

Koordinacija aferentnih impulsa koji potiču iz jedara cerebeluma i bazalnih ganglija vrši se u moždanom stablu. Osim navedenih, na pojavu vrtoglavice utiču viši kortikalni centri, s obzirom na to da nam iskustvo stečeno učenjem govori o našem položaju u prostoru. Menjanje ovih naučenih šema i obrazaca može takođe u određenim situacijama izazvati vrtoglavicu.

Najčešći uzroci vrtoglavice koji se sreću u kliničkoj praksi su:

Akutni vestibularni sindrom (AVS) karakteriše vrtoglavica, mučnina, povraćanje i poremećaj hoda sa akutnim početkom, traje od nekoliko sekundi do nekoliko sati. Početak simptoma se klinički manifestuje Ny i netolerancijom na pokrete glave. Ovo stanje može trajati od dan do nekoliko nedelja. Etiologija može biti periferna, klinički se najčešće navodi vestibularni neuritis ili centralna kao što je npr. moždani udar. Vestibularni neuritis je najčešće virusnog porekla i ograničen je na kliničke manifestacije od strane ovoga nerva. Retko se viđaju udruženi simptomi ili simptomi od strane drugih KN dok moždani udar može imati trajne posledice. Zbog navedenog veoma je važno u kratkom vremenskom intervalu tokom pregleda diferencirati razliku pomenute dve etiologije kako bi se obezbedio odgovarajući tretman i nega pacijenta. Tokom pregleda može se uraditi brzi test pored kreveta pacijenta, „Impuls glave - nistagmus - test of - Skev” (HINTS), horizontalni test impulsa glave, koji služi za procenu vestibulo-okularnog refleksa. U slučaju centralne etiologije se ne izaziva, a u slučaju perifernog uzroka klinički se manifestuje vrtoglavicom. Nistagmus sa centralnom etiologijom je vertikalna i/ili dvosmeran, a sa perifernom etiologijom jednosmeran, bez obzira na smer pogleda. Kosa devijacija je prisutna u slučaju centralne etiologije, a izostala bi kod periferne etiologije. Tokom evaluacije zahvaćenost facijalnog nerva zbog njegove blizine, ne treba isključiti (Kattah J.C. et al., 2009.).

Menijerova bolest (Morbus Ménière), kratak osvrt na istorijski razvoj ove bolesti: francuski lekar Prosper Menier (Prosper Ménière, 1799 do 1862.) je prvi 1861.godine opisao ovu bolest koju je povezao sa unutrašnjim uvom (Todor Š., 2015.).

Ovaj naučnik je analizirajući promene kod 60 bolesnika sa slušno vestibularnom krizom objavio svoja zapažanja u četiri uzastopna članka medicinskog časopisa u Parizu 1861.godine. On je dokazao da nekim bolestima praćenim vrtoglavicom i poremećajem sluha uzrok nije proces u mozgu, kako se do tada smatralo, već u srednjem uvu. Slučajevi koje je opisao Menier su bili isključivo vezani za leukemijom izazvana krvarenja u unutrašnjem uvu. 1895.godine je ova bolest u čast Prosper Menijera nazvana Menijerovom bolesti. Iako su moderna shvatanja bitno evoluirala danas postoje brojne zablude te često lekari većinu vrtoglavica dijagnostikuju kao Menijerova bolest, ili što je još neprihvatljivije nazivaju Menijerov sindrom (Todor Š., 2015.). Da bi otklonili pomenute dileme i uskladili stavove struke Američka akademija za otorinolaringologiju, Fondacija (AAO-HNS) za hirurgiju glave i vrata i Odbor za sluh i ravnotežu, usvojili su jedinstven stav i smernice za kliničku dijagnozu Menijerove bolesti tokom 1972, 1985 i 1995.godine. Ove smernice Menijerovu bolest definišu kao ponavljajući, spontani, epizodični, gubitak sluha praćen vrtoglavicom, punoćom i zujanjem u ušima. Da bi dijagoza bila postavljena zujanje u ušima ili punoća (ili oboje) moraju biti prisutne na oboleloj strani (Monsell E.M., 1995.). Za primenu ototoksičnih antibiotika iz grupe aminoglikozida u lečenju Menijerove bolesti zaslužan je Harold F. Schuknecht koji je 1950-tih godina primenio streptomycin istovremeno lokalno i parenteralno (Merchant S.N. et al., 2010.).

Menijerova bolest (Morbus Ménière): precizan uzrok još nije u potpunosti istražen ali se dovodi u vezu sa poremećajem pritiska endolimfe u unutrašnjem uvu, endolimfatični hidrops labirinta. Istraživanja ukazuju da oboljevaju oba pola, a da jedna od 2000 osoba Menijerovu bolest dobije između 30 i 50 godine života. Oboljenje je češće jednostrano, kada duže traje može biti i obostrano (15 do 20% obolelih ima simptome i u drugom uvu). Menijerova bolest se klinički manifestuje paroksizmalnim vertigom tj. vrtoglavicom koja se javlja u napadima. Napadi su nepredvidivi, promenljivi po intenzitetu učestalosti i trajanju od nekoliko časova, dana ili više meseci. Pored vrtoglavice napad karakteriše i gubitak ravnoteže, gubitak sluha, tinitus (zujanje

u uvu) i često osećaj pritiska u uvu. Vrtoglavica je ne retko praćena mučninom, gubitkom ravnoteže, progresivnom gluvoćom, šumom u uvu, Ny, ređe diplopijama.

Funkcionalnim ispitivanjem registruje se snižena nadražljivost kalorijskim testom, dok se jakim intenzivnim zvukom može izazvati napad vrtoglavice. Rombergova proba je pozitivna i van napada vrtoglavice, a naglim pokretima glave može se izazvati Ny. Fluktuacija sluha, uzrokovana je porastom pritiska u određenim delovima unutrašnjeg uva, što posledično menja učinak širenja zvučnog talasa i podražaj receptora za zvuk. Fluktuacija je u uzročno posledičnoj vezi i zavisi od visine pritiska u pužu srednjeg uva. Vremenom oštećenje sluha biva sve veće, fluktuacija sve manja, najčešće gluvoća napreduje, a napadi vrtoglavice se proređuju. Gluvoća u Menijerovoj bolesti se razvija mesecima, a karakteristično za nju je promenljivost sluha tokom dana, vremenom poprima „zreo” oblik, po pravilu, sa sve manje smetnji u održavanju ravnoteže tela.

Karakteristična je pojava fenomena regrutacije glasnoće (izjednačenja glasnoće) kao i pojava diplakuzije (udvostručenje percepcije zvukova). Bolesnik se u isto vreme žali da čuje neprijatne šumove u obolelom uvu, odnosno različit osećaj zvuka između ušiju. Kao posledica povišenja pritiska u delu unutrašnjeg uva diplakuzija dovodi do nepodnošenja glasnih zvukova što prouzrokuje preosetljivost na zvuke tzv. slušna preosetljivost. Neki autori ovo navode kao karakteristiku Menijerove bolesti, a samo je znak senzorineuralnog oštećenja sluha (Borivoje M.R., 2011., Hall J.E. et al., 2006.).

Ostali uzroci vertiga: verterobazilarna insuficijencija (VB insuficijencija), Multipla skleroza, tumori ove regije, APC, povišen intrakranijalni pritisak, lezije flokulonodularnog lobusa malog mozga, migrena, krvne diskrazije.

Terapija: Konzervativna, korekcija ishrane (izbegavanje teške i masne hrane, alkohola, duvana, kafe, čokolade, smanjenje unosa soli, aromatičnih sireva i sl.). Najčešće sam bolesnik uviđa koja hrana mu provocira vrtoglavicu i napad, takođe se savetuje promena dnevnih navika i više odmora uz umerenu fizičku aktivnost. Medikamentozna terapija se svodi na uvođenje antivertiginoznih lekova umerenih diuretika (lekova koji pospešuju izmokravanje), vazodilatatora (lekovi koji šire krvne sudove), antialergijskih lekova, sedativa i polivitamina

posebno iz grupe B vitamina, antiemetika (lekovi za smirivanje mučnine i povraćanja), smeštanje pacijenta u tihi i polumračnu prostoriju. Ukoliko medikamentozna simptomatska terapija nema uspeha, kod teških oblika Menijerove bolesti, predlažu se neki od hirurških oblika lečenja. Nakon procene lekara može biti postavljanje ventilacione cevčice kroz bubnu opnu te plasiranje lekova što zahteva stalno praćenje pacijenta ili hirurško omogućavanje oticanja endolimfe u šupljinu kosti iza uha ili likvorski prostor uz mozak. Ako ovaj zahvat uspe sledi očuvanje postojećeg sluha i prestanak vrtoglavice čak u 95% slučajeva. Ukoliko se radi presecanje živca za ravnotežu, postiže se prestanak vrtoglavice i smetnji koje je prate, ali se ne sprečava dalje propadanje sluha. Najteži oblici Menijerove bolesti hirurški se rešavaju uništavanjem unutrašnjeg uva (labirintektomija), što dovodi do prestanka vrtoglavice i potpunog uništenja sluha. Do danas nije poznato kako sprečiti prirodno napredovanje gubitka sluha. Većina obolelih razvije umeren do teškog oblika senzoneuralnog gubitka sluha za 10 do 15 godina (Borivoje M. R., 2011., Adel K.A., 2006., Hall J.E. et al., 2006.).

Činjenica je da su mnogi oblici medikamentoznog i hirurškog lečenja doveli do uspešnog kupiranja simptoma Menijerove bolesti. Takođe se velikoj ulozi nameće i placebo efekat kod obolelih što u velikoj meri ojačava teoriju o psihosomatskoj komponenti ove bolesti koju mnogi autori označavaju kao mogući uzrok nastajanja Menijerove bolesti.

Benigni pozicioni nistagmus može biti jedan od posledica lezije otolita dok se akutni napadi vrtoglavice uz rotatorni nistagmus javljaju najčešće pri promeni položaja tela i to iz ležećeg u stojeći ili pri okretanju u krevetu u pravcu obolele strane. Ovo stanje traje duže od 24h, a posledica je traume, ređe infekcije ili vaskularne okluzije, ORL bolesti i sl. (Adel K.A., 2006.).

Centralni uzroci vertiga mogu biti: vaskularne lezije, infekcije, Multipla skleroza, degenerativni procesi, deformiteti baze lobanje, tumori, intoksikacije, epilepsija, sifilis, ne retko histerija kao i drugi psihogeni poremećaji. Od hemijskih uzroka vertiga mogu biti: kinin, diklofen, salicilati (Borivoje M.R., 2011., Adel K.A., 2006.).

Vaskularne lezije: najčešće su to ishemije u oblasti vestibularnog jedra kod osoba srednjeg i starijeg životnog doba. Često nastaju zbog okluzije a.cerebellaris posterior inferior, koja u tom slučaju obuhvata

i lezije jedra niže od nivoa VIII KN. U pomenutim slučajevima vertigo nije praćen kohlearnim simptomima, evidentan je spontani Ny, a karakteristični su znaci Valenbergovog sindroma (Wallenberg syndrome).

Wallenberg syndrome (Lateralni medularni sindrom seu Lateral Medullary Syndrome ili sindrom donje cerebelarne arterije, Posterior Inferior Cerebelar Artery Syndrome seu dorzo-lateralni sindrom produžene moždine) se najčešće javlja tokom pete decenije života. Jedan je od najčešćih vaskularnih oboljenja tj. najčešćih sindroma moždanog stabla. Wallenberg syndrome je prvi opisao Gaspard Vieusseux 1808. godine, a detaljniji opis je dao 1895.godine Adolf Wallenberg koji je ovo stanje opisao kao infarkt lateralne produžene moždine koje nastaje nakon začepljenja arterije vertebralis ili zadnje donje cerebelarne arterije. Prema Nacionalnom institutu za neurološke poremećaje i moždani udar, Valenbergov sindrom predstavlja stanje uzrokovano okluzijom arterije vertebralis ili zadnje donje cerebelarne arterije što posledično dovodi do infarkta tj. ishemijske lezije ipsilateralne polovine moždanog stabla (medulla oblongata) (National Institute of Neurological Disorders and Stroke: Wallenberg Syndrome may 2017., Srivastava M. et al., 2015.).

Klinički se manifestuje iznenadno naglom vrtoglavicom koja često bolesnika potpuno onesposobi. Oboleli ne gubi svest. Kliničku sliku prati mučnina s povraćanjem, smetnje žvakanja i gutanja različitog stepena i promuklost. Na pregledu se uočava ipsilateralni Hornerov sindrom, nistagmus, enoftalmija, mioza i diplopije. Zatim gubitak osećaja bola i temperature lica na strani lezije, pareza mekog nepca, farinksa i larinksa. Može se videti i ipsilateralna ataksija udova i hipoestezija za bol i temperaturu ekstremiteta i trupa, a na pregledu se mogu konstatovati i disocirane ukrštene smetnje senzibiliteta. Takođe, ne retko su prisutni obostrana gluvoća za visoke tonove, Ny, pozitivna Rombergova proba. Po pravilu nema znakova piramidnih oštećenja. Većina bolesnika se dobro oporavlja. Uočeno je da kod jednog broja obolelih ovom obliku moždanog infarkta mogu prethoditi simptomi vertebrobazilarne insuficijencije kojima dominiraju epizode nesvestice (Gupta H. et al., 2014., Day G. et al., 2014.).

Vrtoglavicu mogu izazvati i infektivni procesi kao što su: otitis (otitisni hidrocefalus sa iznenadnom glavoboljom, povišenim intrakranijalnim pritiskom, stazom papile), hronične infekcije uva

uz apsces koji potiče iz piramide, virusni encefalitis kod kojih se u kliničkoj slici registruje vertigo i sl.

Vrtoglavica može da bude često jedan od prvih simptoma: Multiple skleroze, oboljenja malog mozga kao posledica oštećenja puteva koji vezuju cerebelum sa vestibularnim jedrima kod tumora, tromboze a.cerebelli inferior posterior, kod nekih oblika encefalitisa gde je za postavljanje precizne dijagnoze značajan epidemijski tok i klinički prisutna paraliza bulbomotora. Takođe, kod cervikalne spondiloze pritisak osteofita na a.vertēbralis može biti uzrok napada vrtoglavice, naročito pri pokretima glave. Epileptički vertigo je redak oblik parcijalnih napada koji nastaje nakon električnog pražnjenja u delovima korteksa koji predstavljaju vestibularni aparat, a odnosi se na parijetalni, temporalni i frontalni korteks. Napadi obično traju nekoliko sekundi do nekoliko minuta, vrlo retko za posledicu imaju gubitak svesti i to samo u slučajevima kada se napad generalizuje. U dijagnostiku se uključuje EEG i MR glave. Ukoliko je potrebno uključuje se i video EEG monitoring, SPECT tokom napada, neurofiziološka procena. Glavni kriterijum za postavljanje dijagnoze je EEG koji ukazuje na postojanje temporalnih ili bitemporalnih žarišta šiljastih i sporih talasa. Terapija se sprovodi antiepilepticima po izboru ordinirajućeg lekara. Hirurške metode se u ovim slučajevima razmatraju tek ukoliko ordinirana terapija u određenom vremenskom intervalu ne daje rezultate.

Važno je napomenuti da diferencijalna dijagnoza epileptičkog vertiga uključuje migrenu, benigni paroksizmalni vertigo koji je registrovan još u detinjstvu, kao i auru bez glavobolje. Najznačajnija je diferencijalna dijagnoza neokortikalnih temporalnih napada od mezijalnih temporalnih napada. U ovim situacijama od velikog značaja za postavljanje dijagnoze su MR spektroskopija i PET (Todor Š., 2015., Borivoje M.R., 2011., Hall J.E. et al., 2006.).

Vertigo epidemica (labyrinthitis acuta, neuronitis vestibularis), verovatno je virusne etiologije zahvata epidemično porodice. Pretpostavlja se da proces zahvata sam vestibularni nerv i moždano stablo. Počinje naglo uz povraćanje i vrtoglavicu čak i na najmanji pokret glave. Ovo stanje prati nesigurnost pri hodu, što može da traje i nedeljama. Terapija je simptomatska, a izlečenje je potpuno, egzacerbacije su vrlo retke.

Toksični i alergijski labirintitis se javlja tokom terapije streptomi-

cinom koji je toksičan za vestibularni nerv (dihidrostreptomycin za kohlearni nerv). Vertigo se retko može javiti i kao alergijska reakcija na neku vrstu hrane.

Kinetoza (cinetosis) su bolesti kretanja uzrokovane provokativnim ugaonim i pravolinijskim ubrzavanjem i usporavanjem. Uzrok kinetoze su sindrom neumerenog vestibularnog nadražaja koji se javlja kod osoba osetljivih na kretanje. Još uvek su dolazni putevi iz lavirinta u centar za povraćanje u meduli oblongati nedovoljno definisani. Češće su kod žena sa incidencom <1% u avionskom prevozu, pa sve do 100% kada je u pitanju plovidba brodom (morska bolest), pri vožnji automobilom ili pri bestežinskom stanju, vožnja u zabavnom parku i sl. Bolest se javlja samo u slučaju kada su VIII KN i cerebelarni vestibularni trakt uredni. Simptomi se mogu javiti i u slučaju kada su vestibularni, vidni i unutrašnji podražaj diskoordinisani, kada je kretanje različito od ranije doživljenog i kad je kretanje koje očekujemo još nedoživljeno (npr. kretanje na televizijskom ekranu i sl.). Takođe, kinetozama doprinose i zadimljenost prostorije, pušenje, prisutnost ugljen monoksida, emocionalni faktori kao što su strah, anksioznost, posebno kada su udruženi sa kretanjem.

Kinetoze čine skup simptoma koji pored vodećih vrtoglavice, mučnine, povraćanja, su i bledilo, hladan znoj, pojačana salivacija, često pospanost i sl. Smatra se da je za kinetoze najviše odgovoran utriculus ali i polukružni kanalići unutrašnjeg uva. U ovom slučaju simptomi su intenzivniji sa zatvorenim očima jer tada osoba nije u stanju da se vidom orijentiše i prati kretanje. Ove simptome imaju najčešće osobe koje se voze, a ne kada same voze. Žene su osetljivije, a kao što je već rečeno veliki uticaj na kinetoze ima psihički status. Terapija ovih stanja pored bihejvioralnog pristupa je simptomatska, ali je kontraindikovana kod vozača (Benson A.J., 2002., Warwick-Evans L.A. et al., 1991., Wright M.S. et al., 1995.).

Vestibularni sindrom čini skup simptoma: vertigo, spontani Ny, smetnje ravnoteže i sklonost padu (pozitivna Rombergova proba), mučnina, povraćanje, hipotonija, pozitivan test pokazivanja (Borivoje M.R., 2011., Hall J.E. et al., 2006.).

Bonierov sindrom (engl. Bonnier syndrome) nastaje usled lezije Deitersovog jedra ili vestibularnog aparata. Simptomi koji prate ovaj sindrom su vertigo, bledilo, tahikardija, neuralgija n.trigeminusa,

lokomotorna slabost, osećaj straha, somnolencija (Borivoje M.R., 2011., Hall J.E. et al., 2006.).

Lermoyez sindrom je redak oblik Menijerove bolesti koja je dobila ime po francuskom lekaru, a kod koje se sluh poboljšava neposredno nakon napada kada počne vrtoglavica. Do 2021.godine su objavljena samo 22 rada na temu Lermojezovog sindroma. Lermojezov sindrom može imati sva četiri simptoma koja prate Menijerovu bolest (epizodična vrtoglavica, gubitak sluha, tinitus i osećaj punoće u uvu), međutim kod Menijerove bolesti vrtoglavica i gubitak sluha se javljaju istovremeno uz pretpostavku da se sluh pogorša kada se Menijerova bolest pogorša tj. kada razvije vrtoglavicu. Ono po čemu se Lermojezov sindrom razlikuje diferencijalno dijagnostički je to što se sluh poboljšava nakon vrtoglavice. Shen i Ioung su dijagnostikovali Lermojezov sindrom kod obolelog čiji se sluh poboljšao dva dana nakon napada vrtoglavice. Ovi naučnici su smatrali da je poboljšanje sluha trebalo biti brže od dva dana, čak istog dana kada se javila vrtoglavica. S obzirom na pomenuto, vrlo je verovatno da bi postavljanje dijagnoze Lermojezov sindrom bio kod vrlo malog broja pacijenata. Lermojezov sindrom koji je definisan pojavom vrtoglavice koja se vremenski poklapa sa brzim poboljšanjem sluha, ruši Menijerovu „dogmu” da je uzrokovana rupturom membrane unutar unutrašnjeg uva, a da je to istina svi simptomi bi fluktuirali istovremeno zajedno. Manzari smatra da je Lermojezov sindrom varijanta Menijerove bolesti vrlo „diskutabilan” (Manzari L. et al., 2012.).

Neki autori navode da pomenuti sindrom ima i druge karakteristike Menijerove bolesti, kao što je endolimfatički hidrops. Prema Šenu i Jangu od 2018.godine, postojale su dve teorije: jedna je da je Lermojezov sindrom uzrokovan hidropsom izazvanim opstrukcijom „ductus reunienis” (uski Hensenov kanal koji povezuje lavirint sa pužom (Shen K.C. et al., 2018.). Slično ovoj izneli su teoriju Menijera Yamane H. 2012. (Yamane, H. et al., 2012.). Druga je da je arterija do unutrašnjeg uva spastična Šen i Jang 2018. (Shen K.C. et al., 2018.). Ova teorija teško može potvrditi logičnost jer lavirintska arterija snabdeva celo uvo. Takođe postoji i teorija da je Lermojezov sindrom varijanta migrene. Iako se može pretpostaviti da migrena može objasniti većinu fokalnih neuroloških deficita, ali što se tiče poboljšanja sluha teško se može objasniti. U ovom slučaju bi trebalo utvrditi proces, bilo u unutrašnjem uvu ili moždanom stablu koji se može dovesti tesno u vezu poboljšanje

sluha sa pogoršanjem vestibularne funkcije, što je praktično teško zamislivo. S obzirom da ne postoje druge potvrde očigledna je ideja da je Lermojezov sindrom samo varijanta Menijerove bolesti, odnosno stanje poboljšanja sluha u roku od nekoliko dana (Manzari L. et al., 2012., Zhou F. et al., 2020., Shen K. C. et al., 2018.).

Lečenje je generalno isto kao i Menijerove bolesti. Trebalo bi se razmotriti lečenje vaskularne patologije i migrene s obzirom da Lermojezov sindrom ispunjava sve kriterijume za migrenu i za Menijerovu bolest, mada iz ugla kliničke prakse to nije neophodno.

Kostenov sindrom (Syndroma Costen) karakteriše trijada simptoma: zujanje u ušima (tinitus), distorzija temporomandibularnog zgloba i vrtoglavica (klinički nestabilnost, ljuljanje). Naime, neadekvatna okluzija u temporomandibularnom zglobu dovodi do prekomernog pomeranja kondila što za posledicu ima slušne i vestibularne simptome kao što su zujanje u ušima i vrtoglavica. Vodeći simptom je bol u temporomandibularnom zglobu ili regiji oko njega, bol pri palpaciji ove regije i u navedenom zglobu, otalgija, zatim ograničenost u pokretima mandibule, rigidnost mastikatornih mišića i pojava zvučnih fenomena pri pokretanju donje vilice, tinitus uz osećaj punoće u ušima i oštećenje sluha. Uz navedeno postoji retropozicija kondila mandibule sa sledstvenim pritiskom aurikulotemporalnog nerva ili horde timpani. Povećan pritisak u zglobu vrši iritaciju Eustahijeve tube i menja intratimpanični pritisak, što za posledicu ima otogenu simptomatologiju. Deo simptoma je posledica pritiska kondila mandibule na prednju timpaničnu arteriju u hordi timpani u petrotimpaničnoj fisuri. Simptomi nekih psihičkih oboljenja često su udruženi sa disfunkcijom temporomandibularnog zgloba kao što su npr. vrtoglavica, nestabilnost, zanošenje i zujanje u ušima. Simptomi se javljaju i kod anksioznosti, depresije, poremećaja raspoloženja, distress sindroma i sl. Poznato je da se kod depresije može javiti orofacijalni bol sa vrtoglavicom i zujanjem u ušima, isto se razvija i kod osoba sa raznim emocionalnim problemima (Lomas J. et al., 2018.).

Što se tiče dijagnostike Kostenovog sindroma pored navedenih javlja se i bol pri palpaciji tragusa zbog blizine temporomandibularnog zgloba, dok je antitragus bezbolan. Tokom žvakanja su čujni pokreti u ovom zglobu, a radiografski se uočava dijastaza u pomenutom zglobu. Terapijski tretman u ovom slučaju se svodi na intervenciju stomatologa sa zadatkom korekcije zagrižaja i maksilofacijalnog hirurga za

intraartikularnu aplikaciju kortikosteroida kako bi se umanjio ili otklonio bol (Borivoje M.R., 2011., Lomas J. et al., 2018.).

Koganov sindrom (Cogan's Syndrome) je retko autoimuno oboljenje koje pogađa mlađe odrasle osobe u 80% slučajeva između 14 i 47 godina, a najčešće 20-tim i 30-tim godinama života. Trijadu simptoma koji karakterišu ovaj sindrom prvi put su opisali Mogan i Baumgartner 1934.godine. Desetak godina kasnije, 1945. bolest je detaljno opisao oftalmolog Dejvid Glendening Cogan (1908-1993). Analizirao je 4 slučaja koje je opisao kao „nesifilitični intersticijalni keratitis i vestibuloauditorne simptome”. Po njemu je bolest kasnije dobila ime Cogan's Syndrome (Cogan D.G., 1945.). Nakon Koganovog opisa bolesti prijavljeno ih je još, uglavnom kod mladih odraslih osoba, ali i kod nekoliko starijih osoba podjednako prisutnih kod oba pola (Haynes B.F. et al., 1980.). 1963.godine prvi put je opisan i atipičan oblik Koganovog sindroma, poznat kao „Loganov sindrom”.

Autoimuna reakcija u ovom sindromu vezana je za zajednički autoantigen koji daje simptome od strane rožnjače oka i unutrašnjeg uva. Kod 10% do 30% obolelih registruje se težak oblik vaskulitisa koji može razviti i po život opasan aortitis.

Na oku kod Koganovog sindroma se mogu razviti obostrani intersticijalni keratitis, neki drugi oblici stromalnog keratitisa, episkleritis, skleritis, uveitis, papilitis, čak i upala orbite. Prateći simptomi od strane oka su nadražaj, fotofobija i oslabljen vid. Simptomi od strane oka su najčešće prisutni u 38% slučajeva. Vestibularni i slušni simptomi se javljaju u 46%, a obuhvataju neurosenzitivni gubitak sluha, tinitus i vrtoglavicu. Istraživanja su utvrdila da oba sistema mogu biti zahvaćena u oko 15% slučajeva. Takođe, studije su pokazale da nakon 5 meseci više od 75% obolelih razvije kombinovane očne i vestibularno slušne simptome. Nespecifične sistemske tegobe su povišena temperatura, glavobolja, bolovi u zglobovima i mialgija. Oftamološkim pregledom se potvrđuje tipični nalaz intersticijalnog keratitisa ili upale drugih slojeva rožnjače, crvenilo očiju, intraokularna upala, edem vidnog živca, ređe egzoftalmus. Uz potvrdu aortitisa može postojati i dijasoltni šum na srcu (Murphy G. et al., 2009.).

Dijagnostika se postiže ORL i oftamološkom obradom, kliničkim pregledom, isključivanjem drugih uzroka kao što su npr. Lajmska bolest, sifilis i sl. Lečenje se najčešće započinje visokim dozama

kortikosteroida. Tokom 2 do 6 meseci predlaže se prednizon u dozi koju odredi ordinirajući lekar jednom na dan. U slučaju tvrdokornih oblika dodaju se ciklofosfamid, metatreksat ili ciklosporin. Nelečena bolest može dovesti do ožiljavanja rožnjače, gubitka vida, a čak u 60% do 80% slučajeva trajnog gubitka sluha (Bonaguri C. et al., 2014., Cochrane A.D. et al., 1991.).

Vestibularni švanomi (akustični neurom) su poreklom iz Švanovih ćelija i najčešći su CPA tumori. Svi kranijalni nervi imaju na periferiji tzv. prelaznu zonu gde glijalna mijelinizacija pomoću oligodendrocita ustupa mesto perifernoj mijelinizaciji od strane Švanovih ćelija (Haller S. et al., 2016.). Ranije se verovalo da svi vestibularni švanomi nastaju iz ove prelazne zone. Ona se kod vestibulokohlearnog nerva nalazi između 9,28 mm i 13,84 mm duž ovoga nerva nakon njegovog izlaska iz moždanog stabla u medijalnoj trećini unutrašnjeg slušnog kanala (IAC). Međutim, detaljna anatomska studija je otkrila da se švanomi mogu pojaviti u ovoj tački, kao i više bočno unutar IAC-a i iz lavirintnog dela nerva (Roosli C. et al., 2012.).

Bilateralni vestibularni švanomi su karakterističan znak neurofibromatoze tipa 2 (NF-2), autozomno dominantnog genetskog sindroma. Klinički se karakteriše progresivnim, jednostranim se-nzorineuralnim gubitkom sluha, a najčešći simptomi su tinitus i vrtoglavica. Značajno je da se paraliza facijalnog nerva retko javlja kod vestibularnih švanoma jer je facijalni nerv otporan na hronični pritisak. Izbor metode za dijagnostiku vestibularnog švanoma je MR mozga (Heman-Ackah S.E. et al., 2012., De Foer B. et al., 2010.).

Nistagmus (Ny) (grč.: nystázein = klimati, spavati) se opisuje kao nekontrolisani nevoljni, ritmički, refleksni pokreti očnih jabučica u određenim pravcima. Klinički se registruje kao lagano odvlačenje bulbusa i brzi povratni trzaji. Nekada su ta dva pokreta jednakog trajanja. Nistagmus ima svoju amplitudu (širina otklona oka) i frekvencu (broj titraja u minuti). Po pravilu što je veća frekvencija manja je amplituda i obrtnuto. Nistagmus je najčešći simptom koji prati vrtoglavicu, a može biti fiziološki i patološki. Nistagmus kao konjugovana hiperkinezija očnih jabučica predstavlja poremećaj u refleksnoj kontroli očnih mišića što je funkcija polukružnih kanalića uva (Borivoje M.R., 2011., Hall J. E. et al., 2006.).

Aferentni put refleksnog luka ide preko n.vestibularisa i lemniscus

medialisa u pontin centar pogleda, odatle eferentni put ide preko III, IV i VI kranijalnog nerva do odgovarajućih mišića.

Pravac Ny se određuje prema pravcu brze komponente koja je kompenzatorno prilagođavanje sporom refleksnom pokretu i smatra se za centralnu ili cerebralnu komponentu. Spora faza je kompenzatorna sa ciljem da se sačuva slika fiksiranog predmeta na retini. Ako su obe faze jednake brzine u pitanju je pendularni Ny uzrokovan slabošću vida i postoji od detinjstva, a može se videti isti i kod Multiple skleroze.

Ukoliko se bulbusi kreću u istom pravcu sinhrono, naziva se asocirani Ny, a ako se kreću ka suprotnim stranama, divergentno ili konvergentno, naziva se disocirani Ny. Disocirani nistagmus se po pravilu javlja kod oštećenja mezencefalona i vrlo je redak. U kliničkoj praksi češće se viđa monokularni Ny abdukovanog oka. On je znak oštećenja tractus longitudinalis medialisa i najčešće se viđa kod Multiple skleroze.

Patološki nistagmus je uzrokovan nekom bolešću, a spada u kategoriju supranuklearnih smetnji pokreta očiju. Najčešće se opisuje kod nekih oboljenja malog mozga, vestibularnog sistema (sistema ravnoteže) ali se može videti i kod upotrebe nekih droga kao npr. Extasy gde je uzrokovan diskordinacijom između fiziološkog sistema gledanja i osećaja ravnoteže.

Nistagmus se može podeliti na periferni i centralni. Periferni nistagmus se javlja kod lezija vestibularnog aparata tj. organa zaduženih za ravnotežu tela i njegovih veza (oko, labirint, n.vestibularis, vestibularna jedra, lezije u produženoj moždini, malom mozgu, moždanom stablu, proksimalnom delu cervikalne kičme, ređe nastaje zbog oštećenja u kori velikog mozga (centar za voljno usmeravanje bulbusa). Jedna od formi perifernog nistagmusa je i paroksizmalna vrtoglavica (vrtoglavica usled pokretanja) npr. kad se vrtimo u krug.

Centralni nistagmus je najčešće posledica oštećenja mozga kao urođena (kongenitalna) patološka forma nistagmusa.

Kongenitalni nistagmus je dominantno nasledan, po nekada je recesivno vezan za pol. Najčešće se razvija u dobi od 2 do 3 meseca života novorođenčeta i ima oblik horizontalnog Ny. Pokreti su podjednake brzine u oba pravca, levo desno. Pri pogledu u stranu je grublji nego kad oboleli gleda pravo. Uz Ny mogu postojati i oscilatorni

pokreti glave kao kompenzatorni pokretima očiju. Često se povezuje sa drugim poremećajima kao npr. albinizam, nedostatak šarenice oka, nerazvijenost očnih živaca, kongenitalne katarakte. Ove forme nistagmusa zahtevaju pregled oftalmologa, strabologa (Borivoje M.R., 2011., Hall J.E. et al., 2006.).

Spasmus nutans je redak poremećaj, smatra se da se radi o poremećaju sazrevanja kontrole i koordinacije fiksacije očiju i voljnih pokreta glave i očiju. Ova forma Ny se razvija od 6 meseca do 3 godine života, po nekim autorima do 1.5 godine, a spontano prestaje između 2 i 8 godine života. Klinički se prepoznaje po tome što deca s ovim tipom nistagmusa često nagnu glavu, nekada drže glavu ukočeno pogotovo kad fiksiraju pogledom, a oči im se pomiču u svim pravcima. Ovaj oblik nistagmusa ne zahteva lečenje, može trajati od nekoliko meseci do 3 godine života, a prolazi spontano.

Stečeni nistagmus se javlja kasnije u dečijem uzrastu ili odrasloj dobi. Najčešće je nepoznatog uzroka, a može se razviti i kao posledica lezije u mezencefalonu i kod nekih metaboličkih poremećaja, toksičnih stanja npr. kod alkoholizma i narkomanije (Borivoje M.R., 2011., Hall J.E. et al., 2006.).

Prema pokretima očiju nistagmus se deli na:

- Pendularni nistagmus kod kojeg je brzina pokreta očiju podjednaka u oba smera;

- Trzajni nistagmus kod kojeg se oči polako pomiču u jednom smeru, a nakon toga brzo trzaju u drugom smeru (Neely D.E. et al., 1999., Wagner J.N. et al., 2008.).

Prema pravcu kretanja nistagmus može biti: horizontalan (nystagmus horizontalis) koji je najčešći oblik nistagmusa, vertikalni (nystagmus verticalis) javlja se kod oštećenja laminae quadrigeminae mezencefalona, rotatorni ili nistagmus oko sagitalne osovine (nystagmus rotatorius), cirkularni kosi nistagmus (nystagmus diagonalis), nistagmus kombinovanih smerova (nystagmus mixtus), ređe se viđa retraktorni (pokreti napred-nazad). Ukoliko se uz nistagmus javlja istovremeno vrtoglavica i oštećenje sluha lezija je najčešće u lavirintu ili duž puta n.statoacusticus, a pravac nistagmusa je u tom slučaju rotatorni ili horizontalno rotatorni.

Nistagmus cerebelarnog porekla je krupan, brza faza je u pravcu lezije (izuzetno retko suprotno). Menjanjem položaja glave menja se i pravac Ny. Vrtoglavica može biti prateći simptom, neznatnog je intenziteta i traje dugo nekada i mesecima. Oboleli često pada zbog naglog slabljenja i gubitka tonusa, prisutni su cerebelarni znaci (hipotonia, pozitivan Rombergov znak i proba prst nos, ostali znaci su pozitivni na homolateralnoj strani).

Nistagmus u slučaju oštećenja lavirinta je pozicioni sitan, brza faza je prema zdravom uvu, promenom položaja glave se gubi. U ovom slučaju vrtoglavica nastaje naglo, intenzivna je i kratko traje. Pri padu bolesnik se ruši kao kip.

Opsoclonus kao termin je prvi put upotrebio 1913.godine poljski neurolog Kazimierz Orzechowski (C.Orzechowski, 1878-1942.) koji je kasnije 1927.godine identifikovao kao vezu između opsoklonusa i mioklonusa (Pohl K.R., 1927.). Opsoklonus podrazumeva konjugovane trzaje očiju koji nisu ritmični kao kod nistagmusa, već su nepravilni nejednaki, a prisutni su u primarnom položaju očiju kao i u svim pravcima pogleda. Opsoklonus se opisuje kod: encefalitisa i subacutne cerebelarne degeneracije kod ekstrakranijalnih karcinoma.

Optokinetički nistagmus je primer fiziološkog nistagmusa. On se javlja pri fiksiranju predmeta koji se brzo kreću ili obrnuto ako se mi brzo krećemo, a fiksirani predmet miruje. Optokinetički Ny je u suštini refleks moždanog stabla (refleksni centar je verovatno u rostralnim kolikulima, kortikalnom centru (optička kora, asocijativna optička kora, girus angularis i supramarginalis). Lezija ovih centara pogotovu gyrus angularisa i supramarginalisa dovodi do gubitka optokinetičkog Ny ka suprotnoj strani. Naime kod gledanja jednog istog predmeta u daljinu kao npr. kod vožnje vozom, oči čine brze horizontalne pokrete, kojih osoba koja gleda nije svesna. Do ovoga nistagmusa dolazi zato što se gledani objekti kontinuirano pokreću na suprotnu stranu od mrežnjače. Klinički služi za otkrivanje histeričnog slepila, simulacije slepila i za utvrđivanje postojanja vida u odojčadi. Lezije koje mogu dovesti do gašenja optokinetičkog nistagmusa na suprotnoj strani su npr. velike lezije bele mase moždanih hemisfera, lezije talamusa i drugih delova diencefalona (međumozak) kao i lezije parijetalnog režnja i moždanog stabla (Breen L.A., 1997.).

Patološki nistagmus je spontan i može biti:

1.Okularni nistagmus je pendularnog tipa, grub, neritmičan po nekada je praćen klaćenjem glave. Uzrok okularnom nistagmusu mogu biti teže smetnje vida koje ne dozvoljavaju fiksiranje oka u jednom pravcu pogleda. Javlja se kod osoba sa slabim centralnim vidom nastalim u ranom detinjstvu, oštećenja sočiva u oku (kongenitalna katarakta) i aniridija oka (nedostatak irisa, dužice u oku).

2.Nistagmus rudara je oblik pendularnog nistagmusa i javlja se pri povredi laminae quadrigeminae.

3.Nystagmus retractorius redak je oblik nistagmusa, klinički se manifestuje ritmičkim trzajima očnih jabučica u pravcu napred-nazad. Ovaj oblik nistagmusa se obično javlja kod lezija lokalizovanih centralnije od vestibularnog jedra.

4.Konvergentni nistagmus se klinički prepoznaje po ritmičkim konvergentnim pokretima očnih jabučica, javlja se kod oboljenja gornjeg dela moždanog stabla.

5.Paretički nistagmus nastaje prilikom pareze pogleda u stranu ili prilikom pareze jednog od očnih pokreta.

6.Nistagmus kod iritativnih lezija u srednjoj čeonjoj vijuzi gde se nalazi zona za horizontalne pokrete očnih jabučica. U ovom slučaju javlja se kratkotrajni nistagmus koji predstavlja početnu ili završnu fazu konjugovane devijacije očiju.

7.Nistagmus kod lezije malog mozga klinički se prepoznaje prilikom fiksacije pogleda na stranu sa brзом komponentom u polje i sporom ka primarnom položaju očnih jabučica. Ovaj oblik nistagmusa je grublji i brži pri pogledu u pravcu lezije malog mozga.

8.Tumori APC za posledicu imaju nistagmus koji je grub pri pogledu u stranu lezije, a brz i fin u suprotnom pravcu.

9.Nistagmus kao posledica lezije vestibularnog aparata, uvek je prisutna i vrtoglavica, a izostanak ovog simptoma isključuje vestibularnu lokalizaciju lezije.

10.Lezije iznad C4 segmenta mogu izazvati nistagmus zbog oštećenja tractus longitudinalis medialis, tractus vestibularis ili

uslođnog spinocerebelarnog puta. Uzrok ovome može biti spondiloza ili unkartrza cervikalnog segmenta.

11. Pendularni nistagmus nema brzu i sporu komponentu već istu brzinu u svim pravcima. Kongenitalni pendularni nistagmus se javlja udružen sa poremećajem vida, a stećeni kao posledica oboljenja moždanog stabla (Wagner J.N. et al., 2008.).

Nistagmus (Ny) ispitujemo tako što od pacijenta tražimo da prati pogledom prst. Tom prilikom se registruju ritmićki pojedinaćni pokreti oćnih jabučica koji obićno brzo isćeznu ako je u pitanju fiksacioni nistagmus ili nistagmus krajnjeg poloŹaja oćiju. On se može izbeći ako tražimo od obolelog da gleda pod uglom većim od 45 stepeni. Kod ostalih oblika nistagmusa se tokom pregleda registruju patološki pokreti oćnih jabučica koji ukazuju na moguću lokalizaciju lezije (Borivoje M. R., 2011., Hall J. E. et al., 2006.).

Opšti simptomi oboljenja lavirinta su tahikardija, dijaforeza, mućnina, povraćanje, hipotenzija.

Provociranje Ny se izvodi u zdravih osoba Baranijevim testom (Baranijeva proba, Barany Test) i kalorijskim testom (Dix-Hallpike test). Oni predstavljaju dijaagnostićki manevar iz grupe rotacionih testova koji se koriste za identifikaciju benigne paroksizmalne pozicione vrtoglavice (BPPV) (Dix M.R. et al., 1952., Wagner J.N. et al., 2008.).

Baranijeva proba se vrši okretanjem stolice na kojoj pacijent sedi sa fiksiranim poloŹajem glave, zavisno od toga koji polukruŹni kanalić Źelimo postaviti u horizontalni poloŹaj, da bi se pokretanjem stolice pokrenula i endolimfa u njemu. Stolica se okreće 10 puta i potom naglo zaustavi, endolimfa nastavi po inerciji započeto kretanje. DraŹenjem lavirinta brzim okretanjem pacijenta izaziva se Ny u obrnutom smeru od pravca kretanja. Ny sa sporom komponentom u pravcu okretanja, a brdom u suprotnom pravcu. Ovaj Ny normalno traje 10-20 sec. Ako se sada uradi Rombergova proba bolesnik će imati tendenciju pada u pravcu ranijeg okretanja stolice. Nedostatak ove probe je u tome što se draŹe oba lavirinta vestibularnog aparata.

Kalorijska proba kojom se kretanje endolimfe izaziva ispiranjem spoljašnjeg ušnog kanala toplom (oko 44°C) i hladnom vodom (oko 30°C). Brza faza Ny se javlja u suprotnom pravcu od strane ispiranog uva, ako je voda hladna. Ako se upotrebi topla voda Ny se javlja ka

strani ispiranog uva. Prednost ove probe je što se može nadražiti pojedinačno svaki vestibularni aparat, a ako se vodi računa o položaju glave za vreme izvođenja probe, i posebno svaki polukružni kanal. Proba je olakšana ako se pacijentu stave naočari sa +20 D (Frenelove naočari) i sopstveno osvetljenje jer se vide oči uveličane kao pod lupom.

Potpun prekid funkcije n.vestibularisa odlikuje se odsustvom reakcije na irigaciju, dok delimičan prekid funkcije n.vestibularisa izaziva snižene reakcije. Vestibulum prima jednake i suprotne standardne i ponavljane draži. Fiziološki vremenski postnistagmus traje 90 - 140 sec.

Diksova proba (Dix-Hallpike test) - se izvodi tako što bolesnik sedi na krevetu sa glavom okrenutom u jednu stranu, a potom kliničar koji izvodi manevar naglo spušta pacijenta u ležeći položaj sa licem i trupom okrenutim na gore, a vratom ispruženim pod 30 stepeni ispod horizontale. Ovako se ispituje tzv. pozicioni nistagmus i vrtoglavica. Diks-Holpajk i položaj za testiranje na boku su dali slične rezultate. Kao takav, položaj ležeći na strani se može koristiti u situaciji kada se Diks-Holpajk ne može lako izvesti. Ovaj test se izvodi prvo desnim uvom na dole, a potom levim uvom na dole. Ispitivač očekuje pojavu nistagmusa koji je obično praćen vrtoglavicom. Kod BPPV nistagmus se obično javlja samo u A ili B položaju, torzioni je, a brza faza kuca ka uvu koje je na dole. Početak nistagmusa se javlja obično nekoliko sekundi kasnije, a traje 10 do 20 sekundi. Potom se pacijent vraća u uspravan položaj pri čemu može doći do prolaznog nistagmusa u suprotnom smeru. I nistagmus i vrtoglavica se umanju pri ponovljenom testu (Cohen H.S., 2004.). Pozitivan rezultat testa je ako se uz nistagmus javi i vrtoglavica, a za mali broj pacijenata koji imaju strah od vrtoglavice je potrebno modifikovati test. Modifikacija testa se sastoji od prelaska iz sedećeg u bočni položaj s tim da mu glava ne izlazi iz stola za pregled kao što je slučaj kod Diks-Holpajkovog testa. Glava se u ovom slučaju rotira za 45 stepeni od strane koja se testira i tek tada se ispituje nistagmus. Ako je test negativan, dijagnoza benigne pozicione vrtoglavice se ne može postaviti, a mora se uzeti u razmatranje moguće postojanje lezije centralnog nervnog sistema (Halker B. et al., 2008.).

Elektronistagmografija (electronystagmography) je metoda koja omogućava grafičko registrovanje nistagmusa: spontanog, pozicionog i provociranog. Metoda se zasniva na činjenici da se oko ponaša kao dipol sa + polom na kornei, a - na retini. Za vreme elektronistagmografije

bolesnik treba da bude smiren, ne pospan, leži na leđima sa zatvorenim očima i nešto uzdignutom glavom u tihoj i zamračenoj prostoriji. Lavirint se draži kao za kalorijsku probu. Preko elektroda koje se postave na uglove očiju mogu se registrovati promene potencijala (frekvenca, amplituda, spora i brza komponenta nistagmusa). Metoda je od velikog značaja za ispitivanje vestibularnog aparata. Ovom metodom se registruje i ispituje trajanje nistagmusa, njegova učestalost, amplituda i brzina spore komponente.

Električna proba je metoda kojom se utvrđuje količina galvanske struje (mAmp) potrebne da se izazove nistagmusni trzaj i naginjanje glave. Struja se pušta između dve pločice natopljene u slani rastvor i stavljene preko oba uva. Posmatra se uporedo dejstvo katode kao stimulišuće elektrode.

Kompasni hod se izvodi tako što bolesnik ponavlja nekoliko puta koračanje zatvorenih očiju napred-nazad, tako da ocrtava zvezdu. Ukoliko postoji oštećenje jednog vestibularnog nerva pacijent skreće prema strani lezije. Pošto je skretao stalno ka jednoj strani na kraju će se ponovo naći u poziciji kao na početku ove probe.

Rombergov test ili Rombergova proba, iako možda ne pripada u celosti ovom sadržaju, s obzirom na njegov značaj u kliničkoj praksi nalaže da se ukratko osvrnemo na cilj i rezultat izvođenja testa. Rombergova proba spada u grupu standardnih testova koji se koriste tokom neurološkog pregleda. Ovo je test pomoću kojeg se dijagnostikuje poremećaj održavanja ravnoteže i propriocepcije tj. osećaja za prostor. Rombergov test je prvi put početkom 19. veka koristio Moritz Heinrich Romberg kod pacijenata obolelih od neurosifilisa.

Ovim testom se ispituje funkcija zadnjih stubova kičmene moždine koja je zaslužna za propriocepciju ili osećaj pokreta i položaja tela. Propriocepcija ili osećaj za prostor je duboka senzacija koja polazi od mišića, ligamenata, tetiva i zglobova koji reaguju na pritisak, rastezanje i opuštanje. Nadražaj se iz pomenutih lokacija na dalje prenosi debelim mijelinizovanim vlaknima. Njihov položaj omogućava osećaj za prostor oko sebe odnosno svesnost vlastitog tela naspram okoline (Borivoje M. R., 2011., Hall J.E. et al., 2006.).

Rombergov test je kombinacija i istraživanje vizuelnog, glasovnog i perceptivnog sistema kroz neurološki pregled. Izvođenje ovoga testa

se često viđa u američkim filmovima kada policajac vozaču naloži da stoji na jednoj nozi ili slično. Koristi se za proveru da li je osoba trezna odnosno da li je ravnoteža narušena pod dejstvom alkohola ili narkotika.

Održavanje ravnoteže zavisi od vida, stanja vestibularnog aparata u unutrašnjem uvu i propriocepcije. Ovim testom se otkriva da li postoji poremećaj propriocepcije kada se zatvore oči. Na taj način se u kratkom vremenskom intervalu ispituje funkcija malog mozga i vestibularnog aparata. Naime, senzorna integracija je vrlo važna neurobiološka aktivnost koja omogućava primanje i obradu informacija koje u mozak pristižu iz različitih čula. Ukoliko dođe do poremećaja ovih aktivnosti dolazi i do raznih poteškoća u svakodnevnom funkcionisanju.

Tehnika izvođenja testa je jednostavna. Pacijentu se prvo objasni šta će se raditi ako počne gubiti ravnotežu te da će tada lekar sprečiti pad. Pacijent stoji skupljenih nogu i raširenih ruku, prvo sa otvorenim očima. Posmatra se da li postoji bilo kakva nesigurnost klaćenje ili gubitak ravnoteže. Zatim se pacijentu naloži da ostane u istom položaju ali sa zatvorenim očima. Tada se posmatra isto kao i kod otvorenih očiju. Ukoliko se ne dobije jasan nalaz naloži se pacijentu da postavi noge u ravnu liniju tako da vrhom jedne noge pritisne petu druge noge. Test se takođe izvodi pri otvorenim i zatvorenim očima. Ako se prilikom izvođenja testa javi podrhtavanje tela u raznim pravcima smatra se da se razvija ataksija.

Rezultat Rombergovog testa može biti pozitivan i negativan.

Pozitivnim rezultatom se smatra test kod kojeg tokom izvođenja pri zatvorenim očima osoba počne gubiti ravnotežu. Ovakav nalaz može ukazivati na probleme sa senzornim, vestibularnim ili proprioceptivnim sistemom koji prenose informacije o kretanju zglobova i tela, položaju tela, ravnoteži i sl. U neurologiji se ova stanja vezuju za postojanje senzorne ataksije. Stanja koja su najčešći uzroci pozitivnog Rombergovog testa su: nasledna neuropatija, Fridrajhova ataksija, cerebralna ataksija, atrofija malog mozga, mišićna atonija i hiposinergija, nedostatak vitamina B12 i E, dijabetična polineuropatija, paraneoplastični sindrom kao posledica maligniteta u organizmu, Guillain Barréov sindrom.

Negativan Rombergov test ukazuje da osoba nema neuroloških deficita i propriocepcija je očuvana. Međutim, stručnjaci u ovoj oblasti

smatraju da test nije precizan niti pouzdan jer se mogu dobiti i lažno pozitivni ili negativni nalazi, s toga je neophodno uraditi i druga ispitivanja kako bi se mogla preciznije postaviti dijagnoza (Borivoje M. R., 2011., Hall J.E. et al., 2006.).

Najčešći simptomi oštećenja n.acusticusa (n.cochlearisa) koji se sreću u kliničkoj praksi:

Tinnitus ili zujanje u ušima, naziv je dobio od latinske reči tinnire što znači zvoniti. Ne radi se o bolesti nego o simptomu koji ukazuje na određene poremećaje vezane za neke sisteme organa, uva i slušnih kanala. Tinnitus se može manifestovati kao zujanje, zvonjenje, brujanje, šištanje, cvrčanje, zviždanje, imitacija raznih tonova, piskavi ili zaglušujući šum u uvu i kao takav često je znak ranog perifernog oboljenja n.cochlearisa. Postoje različite gradacije od povremenog šuma koji osoba često i ne detektuje, a koji može biti nomalna posledica funkcionisanja unutrašnjeg uva i okolne regije, pa sve do jačih, češćih, neprijatnih i neprikladnih šumova koji zahtevaju pregled i dijagnostiku. Tinnitus se najčešće javlja kod osoba koje su profesionalno izložene buci i kod starijih osoba. Međutim u proteklom periodu sve češće se javlja i kod mlađih osoba. Uzrok mu je izlaganje jakim zvucima, prvenstveno se odnosi na slušalice mobilnih telefona, a vrlo često se viđa i kod anksioznih i depresivnih osoba. Savremena istraživanja koje je sprovedla American Psychological Association, dokazala su da čak 45% osoba koje imaju tinnitus su osobe kod kojih je dijagnostikovana anksioznost. Njihovo stanje se u velikoj meri pogoršava tokom stresnih situacija. Zbog svega navedenog tinnitus i anksioznost imaju uzročno posledičnu vezu jer simptomi tinitusa mogu da prerastu u gubljenje fokusa, nesanicu, a posledično hronični umor. Takođe i druge psihičke smetnje mogu dovesti do pojave ili pogoršanja tinitusa. Dokazano je da od 10 ispitanika 60% njih sa tinitusom ima dijagnostikovani depresivni sindrom. U ovom slučaju kao i kod anksioznosti, status se pogoršava u stresnim situacijama.

Tinnitus uzrokovan centalnim oštećenjem klinički se manifestuje utiskom složenog višebojnog i raznovrsnog zvuka (kao orkestar). Ukoliko je šum uzrokovan sklerozom cerebralnih krvnih sudova i aneurizmama, šum se prenosi i manifestuje kliničkim simptomima I do VIII KN. Kod organskih kohlearnih lezija tinnitus je obično praćen gluvoćom zbog raznih patoloških procesa (npr. aneurizme, tumori i dr.). Može se javiti tinnitus auris kao nadražajni fenomen. Ukoliko je prisutan

jednostrani tinitus najčešći uzrok je lezija u uvu ili n.cochlearisu. Obostrani tinitus u najvećem broju slučajeva podrazumeva nadražaj temporalnog režnja, oštećenje primarnog akustičkog centra (Brotherton H. et al., 2015.).

Tretman i lečenje tinitusa zavisi od uzroka i individualnog doživljaja osobe kod koje je utvrđen tinitus. U odnosu na pomenuto lekar odlučuje o pristupu i tretmanu za svakog ponaosob. Za sada ne postoji univerzalni lek, a cilj terapije je da se umanju uticaj tinitusa na svakodnevno funkcionisanje pojedinca. Često se u terapiju uvode antidepresivi, zvučna terapija, ne retko i slušni aparati, učenje tehnike opuštanja i sl. Posebno mesto u tretmanu osoba sa tinitusom ima psihoterapija sa ciljem što boljeg savladavanja stresnih situacija. Kognitivno-bihevioralna terapija (CBT) se pokazala kao jedna od najefikasnijih metoda jer na ovaj način dolazi do smanjenja svesti pojedinca o unutrašnjem zujanju, čime se smanjuje i nivo neprijatnosti i smetnji koje osećaju. Sve zajedno imaju za cilj poboljšanje kvaliteta života osoba sa tinitusom jer tinitus bitno utiče na njihovo mentalno stanje (Borivoje M.R., 2011., Dix M.R. et al., 1952.).

Gluvoća (surditas) je zdravstveni poremećaj koji podrazumeva delimičnu ili potpunu nemogućnost slušnog aparata da prenese nadražaje. Gluvoća se može javiti u jednom ili oba uva. Uzroci gubitka sluha su mnogobrojni: nasledni faktori, povrede, oboljenja, a u starijoj dobi uzrok može biti i usamljenost. Ukoliko se gubitak sluha javi u ranom uzrastu može bitno uticati na razvoj deteta jer ga pored gluvoće prati i umanjena sposobnost učenja jezika odnosno govor (gluvoneme osobe). Gluvoća može biti privremena, a može pratiti periode kada osoba bolje čuje ili uopšte ne čuje. U oko 98% osoba koje su registrovane kao potpuno gluve imaju tzv. ostatke sluha i sl. Iz tog razloga se pojam gluvoće izjednačava sa pojmom naglupost velikog stepena, veliko oštećenje sluha. Zapravo radi se o ograničenom obimu sluha pri kojem se zvuk ne može detektovati ili se detektuje samo pomoću aparata za poboljšanje sluha kao što su npr. kohlearni implant. Ako se radi o gluvoj i nagluvoj deci učenje komunikacije se zasniva isključivo na jeziku (oralizam) pri čemu ona tokom komunikacije ne koriste znakovni jezik nego uče čitanje sa usana i slične tehnike. Gluvoćom se mogu smatrati i oštećenja i smanjenja rada organa sluha. Tako npr. „centralnom gluvoćom” se naziva stanje kada su slušni organi neoštećeni i funkcionalni, ali se u mozgu ne mogu obraditi prispele informacije i podražaji koji dolaze

iz uva. Zbog ovakvih poremećaja mogu se izdvojiti poremećaji koji se uopšteno nazivaju psihogena gluvoća, a koja se u MKB10 (međunaroda klasifikacija bolesti) svrstava u psihičke poremećaje u poglavlju F (Komazec Z., 2010.).

Gluvoća se deli na potpunu gluvoću za sve zvučne nadražaje i gluvoću kod koje postoji još uvek percepcija za određene tonove. Fizički definisan obim gluvoće se određuje audiometrijski čiji je rezultat predstavljen audiogramom koji detektuje stepen nedostatka sluha.

Stečena gluvoća najčešće nastaje oštećenjem unutrašnjeg uva zbog: meningokoknog meningitisa, encefalitisa, tuberkuloze, šarlaha, osteomijetisa, oboljenja unutrašnjeg uva, otoskleroze, barotraume i dr. (Komazec Z., 2010., Serville M.N. et al., 2004.).

Urođena gluvoća nastaje zbog embriopatije nastale prenatalno. Uzrok može biti rubeola, inkompatibilnost Rh faktora sa kernikterusom (bilirubinska encefalopatija), autosomno-recesivno nasleđe, kao i pojedini sindromi npr.:

Ušerov sindrom poznat i pod nazivom Hallgrenov sindrom ili Usherov sindrom (Usher-Hallgrenov sindrom) je redak genetski poremećaj uzrokovan mutacijom bilo kojeg od 11 gena, što za posledicu ima kombinaciju gluvoće i slepila. Karakteriše ga retinitis pigmentozadisacusis sindrom ili distrofija retine (Mets M.B., 2000.). Do danas je neizlečiv. Ovaj sindrom je klasifikovan u tri podtipa, prema odgovornim genima i razvoju gluvoće. Sva tri tipa su uzrokovana mutacijom gena koji su uključeni u funkciju unutrašnjeg uva i mrežnjače, a nasleđuju se autosomno recesivno.

Vardenburgov sindrom (Shah Waardenburg syndrome) je uzrokovan mutacijom bilo kojeg od gena koji utiču na deobu i migraciju ćelija nervnog grebena tokom razvoja embriona. Uključeni geni takođe utiču na nervnu cev. Klinička praksa prepoznaje 4 tipa ovoga sindroma:

Tip 1 karakteriše urođeni senzoneuralni gubitak sluha, nedostatak pigmenta u kosi koji može biti u vidu belog pramena kose (polioza) na sredini glave u prednjem delu ili osoba prerano osedi. Zatim prisutni su pigmentni nedostaci npr. oči su različite boje (potpuna heterochromia iridum), može biti i više boja u oku (sektorska heterochromia iridum) ili mogu biti sjajne plave oči. Ovaj tip Vardenburgovog sindroma prepoznaje se i po depigmentaciji na koži (mrljama na koži), širem razmaku između

unutrašnjih uglova očiju (dystopia canthorum ili telecanthus). Može biti prisutan i visok nosni most, ravan vrh nosa, obrve sa sinofrisom (sinophrys), manje ivice nozdrva tj. alae kao i gladak filtrum.

Tip 2 se prepoznaje po tome što pacijenti nemaju širi razmak između unutrašnjih uglova očiju kao kod tipa 1, a senzorineuralni gubitak sluha je češći i težeg je oblika. Gen koji izaziva ovaj tip Vardenburgovog sindroma kada je mutiran klasifikovan je kao Tip 2A (MITF). On podrazumeva da ako su oba roditelja heterozigoti (imaju mutaciju ovoga gena) dete nosi obe mutacije te je homozigot. U 25% slučajeva kod deteta su prisutni i drugi simptomi kao npr. kolobom ili otvor na šarenici, zatim mikroftalmija ili male sitne oči, makrocefalija, tvrde kosti tzv. osteopetroza, gluvoća i albinizam. Registrovana su dva pacijenta sa mutacijama u obe kopije, klasifikovan kao tip 2D. Ove osobe su imale Vardenburgov sindrom tip 2 ali nisu imale nedostatke pigmentacije kose (Pierpont J.W. et al., 1995.). Kada je Vardenburgov sindrom tip 2 uzrokovan mutacijom u SOKS10 (klasifikovan kao 2E) mogu se javiti i drugi mnogobrojni neurološki simptomi: zaostajanje u razvoju, nistagmus u ranom detinjstvu, anomalije bele mase mozga i hipomijelinizacija u mozgu, povećan tonus mišića, nerazvijenost mnogih struktura unutrašnjeg uva najčešće vestibularog sistema i puža, nedostatak čula mirisa (anosmija), a ponašanje osobe može biti slično autizmu (Pierpont J.W. et al., 1995., Song J. et al., 2016.).

TIP 3 Klein-Waardenburgov sindrom ili Waardenbur-Klein sindrom ima iste simptome kao tip 1 jer je uzrokovan mutacijom istog gena, ali ima i druge simptome kao što su kontraktуре zglobova prstiju šake (komptodaktilija) zbog nerazvijenosti mišića, sindaktilija (spojene prste u jednom delu), nekada su prisutne krilate lopatice, mikrocefalija i zaostajanje u razvoju.

TIP 4 poznat kao Shah-Waardenburgov sindrom ili Waardenburg-Shah sindrom. Prepoznaje se po karakteristikama kao kod tip 2 (nema telekantusa) uz urođenu anomaliju inervacije creva koja dovodi do disfunkcije creva tzv. Hirschsprungova bolest (kongenitalni megakolon). Gubitak sluha nije čest kao kod tip 2, retko se viđa rascep usne kao kod Vardenburgovog sindroma. Tip 4 može biti uzrokovan mutacijom u SOKS10, koji je isti gen kao kod tipa 2E, u kojoj je poznat kao tip 4C. Kod ovoga tipa gubitak sluha je čest (Pierpont J.W. et al., 1995., Baral V. et al., 2012.).

Alportov sindrom je nasledno oboljenje vezano za defekt na X hromozomu, a registruje se kod više članova jedne porodice koje se karakteriše pojavom nefritisa sa hematurijom i progresivnom gluvoćom. Najčešće se javlja rano u detinjstvu pojavom mikrohematurije, nekada i proteinurije. Nefrotski sindrom je praćen hipertenzijom i razvojem bubrežne insuficijencije. Gubitak sluha u ovom slučaju je obostran, nekada se može otkriti i pre desete godine života, češće u dečaka. Kod dece gubitak sluha može biti progresivan, a da se u odrasloj dobi stabilizuje. Na očima se viđaju promene na sočivu, a javljaju se mrlje bleđožute boje u retini (Markova T.G. et al., 2002., Chugh K.S. et al., 1993.).

Jervell and Lange-Nielsen sindrome (JLNS) retko je autosomno recesivno oboljenje koje karakteriše bilateralni senzoneuralni gubitak sluha, produžen QT interval na EKG, veći od 500 milisekundi, što dovodi do Torsades de pointes (TdP, specifični oblik polimorfne ventrikularne tahikardije) i iznenadnog srčanog zastoja - smrti. U slučaju ovoga sindroma veoma je važan interdisciplinarni pristup, edukacija pacijenta i njegove porodice (Goldenberg I. et al., 2006., Tranebjaerg L. et al., 1993.).

Kokejnov sindrom (Cockayne syndrome) je retko oboljenje koje se prenosi autosomno recesivno. Klinički se karakteriše niskim rastom, gluvonemošću, preranim starenjem (progerija) i promenama na koži koje su slične kserodermi pigmentosum ali za razliku od drugih ovde nije povećan rizik od malignih tumora kože (Fritsch, Springer).

Pendredov sindrom je genetski poremećaj koji je naziv dobio po britanskom doktoru Vaughanu Pendredu (1869-1946). On je prvi opisao slučaj u jednoj irskoj porodici koja je živela u Durhamu. Sindrom čini 7.5% do 15% svih slučajeva kongenitalnih oblika gluvoće. Ovo stanje dovodi do kongenitalnog bilateralnog senzoneuralnog gubitka sluha i gušavosti sa registrovanom smanjenom funkcijom štitne žlezde, eutireoidnim ili blažim oblikom hipotireoidizma (Raerdon W. et al., 1997., Scott D.A. et al., 1999., Wémeau J.L. et al., 2017.).

Uzrok jednostrane gluvoće može biti ometenost u sprovođenju zvuka i endolimfnih talasa do trepljastih ćelija što se naziva sprovodna gluvoća. Ovaj oblik gluvoće može biti posledica oboljenja srednjeg i spoljašnjeg uva, prekid vlakana kohlearnog nerva od receptora do jedara moždanog stabla, nervna gluvoća, koja se viđa kod oboljenja

unutrašnjeg uva ili promena u acusticus meatus internusu. Oštećenje niskih tonova se naziva konduktivna gluvoća. Obzirom da postoji bikortikalna inervacija u slučaju lezije centralnog neurona ili Hešlove vijuge dolazi do sniženja sluha. Obostrano oštećenje kortikalnog slušnog centra dovodi do kortikalne gluvoće. Tumoru APC prethodi najčešće dugogodišnji tinitus i slabljenje sluha. Uz navedeno se još registruje ugašen kornealni Rf na istoj strani, proširen porus acusticus internus koji se vidi na Stenversovom snimku piramida (Komazec Z., 2010.).

Poremećaji i patološka stanja sluha mogu biti:

-Smetnje sluha (dysacusis) su smetnje u primanju zvučnih signala i zvučnih informacija.

-Povišena osetljivost na zvuk (hyperacusis) je redak poremećaj sluha koji karakteriše snižena tolerancija tj. povećana osetljivost na zvuk i buku iz okoline. Ova pojava se može odnositi i na uobičajene zvukove koji se percipiraju kao glasni, bolni, dosadni. Često je prisutna i njihova kombinacija izazivajući kod osobe strah. Hyperacusis se kategoriše u četiri podtipa: glasnoća, bol, uznemirenost i strah. Osoba često izbegava kontakt sa bilo kakvim zvukom te vrlo često ostaje izolovana.

-Nagluvost (hypoacusis) predstavlja najčešće postepeni ili nagli gubitak sluha. Nastaje polako, postepeno tokom vremena i razvija se obično u starosti (presbiacusis), dok akutni nagli gubitak sluha (hypoacusis sensoneuralis acuta) nastaje kod osoba koje do tada nisu imale smetnje sa sluhom. Tačan uzrok nastanka do danas nije poznat pretpostavlja se da postoji poremećaj mikrocirkulacije sa pratećim promenama u kohlearnom delu unutrašnjeg uva. Velikom broju slučajeva ovom stanju prethodi akutna respiratorna infekcija. Kliničkom slikom dominira naglo nastao osećaj pritiska u uvu, izražena gluvoća i zujanje u uvu uz prateći gubitak sluha. Osoba nema vrtoglavicu, niti poremećaj ravnoteže i oftalmološke simptome kao ni druge neurološke manifestacije. Bolest se češće javlja jednostrano.

Patofiziološki gledano gubitak sluha se može podeliti:

1.Konduktivni (provodni) gubitak sluha nastaje kao posledica promena u spoljašnjem ušnom kanalu, bubnoj opni ili srednjem uvu što dovodi do smetnji provođenja slušnih nadražaja iz spoljne sredine do unutrašnjeg uva.

2.Senzorineuralni gubitak sluha je mešani oblik, najčešći je tip gubitka sluha. Posledica je oboljenja unutrašnjeg uva (senzorni) ili slušnog živca (neuralni). Razlika je važna jer je senzorni gubitak sluha često reverzibilan, retko je opasan po život. Neuralni gubitak sluha se retko oporavlja, može biti posledica oboljenja opasnih po život kao što su tumori mozga, najčešće tumori pontocerebelarnog ugla (Komazec Z., 2010.).

Dijagnoza se postavlja po osnovu anamneze, kliničke slike, ORL i neurološkog pregleda.

Gluvoća (anacusis) - vidi raniji tekst

Slušni skotomi podrazumevaju gluvoću za pojedine visoke tonove i šumove. Čest je pratilac nekih oboljenja kao npr. Multiple skleroze, histerije, pareze i shizofrenije.

Supranuklearni poremećaji za posledicu imaju senzornu afaziju, stanje kada postoji gluvoća za reči. Bolesnik čuje ali ne razume reči. Ovaj poremećaj je udružen sa lezijama posteriornog dela gyrus temporalis superior dominantne hemisfere. Slušne halucinacije se u ovom slučaju mogu javiti kod psihoza ili raznih intoksikacija dok se epileptična aura javlja u akustičnoj sferi.

Probe kojima se klinički ispituje sluh - kratke naznake:

1.Oštrina sluha: pokriti drugo uvo i probu izvršiti pomoću sata (ad conham), šapatom, najčešća udaljenost ispitivača je 6m, a potom i na daljinu glasnim govorom do 100m udaljenosti ili audiometrom.

2.Testovi sluha Weber, Rinne, Schwabach i Gelle test, tzv. govorna audiometrija koja omogućava procenu funkcionalnog stanja sprovodnog i perceptivnog dela slušnog aparata i drugih delova perifernog i centralnog sistema koji imaju funkcionalnu vezu sa slušnim putevima i centrima za sluh. Pomenuti testovi se najčešće koriste u kliničkoj praksi, a zasnivaju se na činjenici da je prilikom oboljenja srednjeg uva vazдушna sprovodljivost snižena u poređenju sa koštanom, a gubitak sluha je veći za niske tonove. Kod tzv. nervne gluvoće oštećena je i vazдушna i koštana sprovodljivost, a gubitak sluha je veći za visoke tonove. Za ispitivanje se koriste zvučne viljuške u uslovima da pregled ne ometaju zvuci i šumovi u prostoriji. Podrhtavanje zvučne viljuške proizvodi oko 2000 treptaja u sekundi (više odgovara ispitivanje percepcije govora).

Weberova proba (Weber test) je skrining test. Naziv je dobio po Ernstu Heinrichu Weberu (1795 do 1878.), za sluh koji se izvodi pomoću zvučne viljuške. Ovim testom može da se otkrije jednostrani konduktivni gubitak sluha (gubitak sluha srednjeg uva) i jednostrani senzoneuralni gubitak sluha (gubitak sluha unutrašnjeg uva) (Lippy W.H. et al., 2010.). Da se ukratko podsetimo, sposobnost sprovođljivosti sluha posredovana je srednjim uvom kojeg čine slušne koščiце: čekić, nakovanj i uzengija. Senzoneuralna sposobnost sluha ostvaruje se pomoću unutrašnjeg uva koje čini puž sa svojom unutrašnjom bazalnom membranom i kohlearnim nervom. Spoljašnje uvo se sastoji od ušne školjke, spoljašnjeg ušnog kanala i bubne opne koja prenosi zvukove do srednjeg uva, ali ne doprinosi provodljivosti ili senzoneuralnoj sposobnosti sluha, osim sluha vezanog za prisustvo cerumena (skupljanje voska u ušnom kanalu) (Benoudiba F. et al., 2013., Mbubaegbu C.E., 2002.).

Kod osobe sa očuvanim sluhom zvuk proizveden udarcem po zvučnoj viljušci, koja je postavljena na vrhu temena glave, se podjednako glasno čuje u oba uva, nema lateralizacije. Ukoliko postoji simetrični gubitak sluha pacijent će takođe čuti zvuk zvučne viljuške podjednako. Kod pacijenata sa oštećenjem sluha postoji lateralizacija zvuka, na jednoj strani čuje bolje. Ovaj test treba ponoviti i sa začepljenim jednim uvom, zvuk se tada čuje bolje na strani začepljenog uva (Mbubaegbu C.E., 2002.).

Rineova proba (Rinne test) poredi vazдушnu provodljivost sa koštanom. Normalno vazдушna provodljivost je duža od koštane za 50 -100%, to je pozitivna Rineova proba. Zvučna viljuška se nakon aktivacije udarcem stavlja na mastoidnu kost tj. mastoidni nastavak, kada se više ne čuje viljuška se brzo premešta ispred uva (ispred meatus acusticus externusa). Ako je u pitanju „nervna gluvoća” podjednako su skraćene i koštana i vazдушna provodljivost (zvuk se po pravilu ne čuje) ili je koštana provodljivost ugašena. Ukoliko se tokom probe zvuk ne čuje ispred uva, može se posumnjati na oboljenje srednjeg uva. Pozitivan Rineov test je kada se zvuk čuje i pošto se viljuška za podešavanje pomeri u vazduhu blizu uva (vazдушna provodljivost ili AC) što ukazuje da je AC jednak ili veći od BC što je normalan ili pozitivan Rineov test. Kod konduktivnog gubitka sluha, koštana provodljivost je bolja od vazdušne, negativan Rineov test, a pacijent prijavljuje da ne čuje zvuk viljuške kada se pomeri na mastoidni nastavak. Ovaj

test nije prikladan za ispitivanje senzorineuralnog gubitka sluha jer je i kod ovog i normalnog sluha Rineov test pozitivan jedino što će kod senzorineuralnog oštećenja sluha pacijent imati smanjeno trajanje zvuka proizvedenog vibracijom viljuške kada se ona pomeri u vazduhu.

Ukratko da sumiramo: normalno ne dolazi do lateralizacije zvuka ni prema jednom uvu, zvuk se lokalizuje na sredini glave, ukoliko se drška zvučne viljuške drži prislonjena na srednjoj lobanjskoj liniji odnosno vrhu temena glave. Ako se zvuk lokalizuje u uvu oslabljenog sluha, onda je to posledica oštećenja sprovodljivosti u spoljašnjem ili unutrašnjem uvu. Ako se zvuk lateralizuje u uvu sa boljim sluhom, znači da je gubitak sluha posledica oštećenja funkcije slušnog nerva ili kohlee. Znači, proba je negativna kada se zvuk lateralizuje ka zdravoj strani, a pozitivna kad se lateralizuje ka oboleloj. Uvo sa konduktivnim oštećenjem sluha prima signale od koštane provodljivosti, a nema vazdušne provodljivosti. Zvuk se u tom slučaju doživljava glasnije. Uzrok ovome mogu biti problemi provodljivosti srednjeg uva (uncus, stapes, malleus i spoljašnjeg ušnog kanala) koji maskira ambijentalnu buku prostorije, dok unutrašnje uvo koje dobro funkcioniše (puž sa svojom bazalnom membranom) prima zvuk preko lobanjske kosti zbog čega se doživljava kao glasniji zvuk u zahvaćenom uvu. Druga teorija se zasniva na efektu okluzije koji je opisala grupa naučnika još 1966. godine na čelu sa Tonndorfom. Zvuci niže frekvencije (kao što proizvodi zvučna viljuška od 256 Hz), a koji se prenose putem kosti u ušni kanal izlaze iz kanala. Ako postoji okluzija, zvuk ne može da prođe te deluje glasnije na uvu sa konduktivnim gubitkom sluha (Mbubaegbu C.E., 2002.).

Švabahova proba (Der Schwabach test) koristi se za razlikovanje konduktivnog od senzomotornog gubitka sluha. Test se izvodi tako što se poredi sluh pacijenta sa sluhom egzaminatora. Naime aktivirana zvučna viljuška se stavi na mastoidni nastavak osobe kojoj se vrši test i drži se u toj poziciji sve dok je osoba više ne čuje. Potom se na isti način poredi sa uvom ispitivača koje je potvrđeno kao zdravo, tj. poredi se dužina trajanja tokom kojeg ispitivač čuje zvučnu viljušku. Ako postoji senzorineuralni gubitak sluha, ispitivana osoba će čuti zvuk kraće nego ispitivač, a ako postoji konduktivni gubitak sluha, subjekt će zvuk čuti duže od ispitivača.

Bingova proba je okluzioni test koji upoređuje apsolutne i relativne koštane provodljivosti tona. Izvodi se tako što se aktivirana zvučna

viljuška postavi na teme ispitivane osobe, a jedno uvo pokrije. Normalno zatvoreno uvo čuje zvuk preko koštane provodljivosti, ako se ne čuje zvuk u zatvorenom uvu moguće je da se radi o neurogenoj gluvoći.

Geleova proba (Gelleov test) je patognomonična za dokazivanje postojanja otoskleroze. Simptomi otoskleroze se razvijaju sporo postepeno tokom više godina. Najčešće počinje u mladosti, pubertetu ili trudnoći. U oko 80% slučajeva radi se o obostranoj nagluvosti koja kasnije prerasta u smanjenu razumljivosti govora. Osobe se žale na šum u ušima, obično jače izražen na jednom uvu. Ovaj simptom prethodi oštećenju sluha. Osobe sa otosklerozom čuju bolje u uslovima buke, paracusis Willisii fenomen. Uzrok ovog fenomena je to što osoba ne percipira duboke šumove okolne buke koji inače zaglušuju normalno uvo, dok njihovi sagovornici govore glasnije. Isčezavanje ovoga fenomena je znak teškog oštećenja sluha i progresije bolesti. Totalnom audiometrijom se utvrđuje obostrana simetrična konduktivna naglupost.

Istraživanja koja su rađena u proteklom periodu tokom i nakon epidemije virusne infekcije SARS-CoV-2 registrovala su veliki broj neuritisa VIII KN što ima veliku važnost kod dijagnostike i tretmana bilo kojih drugih virusnih infekcija.

U tekstu su izneti samo osnovni elementi gluvoće i sluha uopšte. O toj temi potrebno je videti tekstove u okviru ORL.

Literatura:

Adel K. Afifi. (2006.) Funkcionalna neuroanatomija: Tekst i atlas. Meksiko D.F. : MekGrav Hil str. 324.

Baral V, Chaoui A, Watanabe Y, Goossens M, Attie-Bitach T, Marlin S, Pingault V, Bondurand N (2012.) „Screening of MITF and SOX10 regulatory regions in Waardenburg syndrome type 2”. PLOS ONE. 7 (7): e41927. Bibcode:2012PLoSO...741927B. doi:10.1371/journal.pone.0041927. PMC 3407046. PMID 22848661.

Benson A.J., Motion Sickness. In: Medical Aspects of Harsh Environments. Washington, DC. 2002.

Benoudiba F, Toulgoat F, Sarrazin JL. The vestibulocochlear nerve (VIII). *Diagn Interv Imaging*. 2013. Oct;94(10):1043-50.

Bell D, Streit A, Gorospe I, Varela-Nieto I, Alsina B, Giraldez F. Spatial and temporal segregation of auditory and vestibular neurons in the otic placode. *Dev Biol*. 2008. Oct 01;322(1):109-20.

Borivoje M., Radojičić, Klinička neurologija XVII prerađeno i prošireno izdanje za lekare i studente, Beograd, maj 2011.

Bonaguri C., Orsoni J., Russo A., Rubino P. Bacciu S., Lippi G., I dr. (2014.) Cogans syndrome: anti-Hsp 70 antibodies are a serological marker in the typical form. *Isr Med Assoc J*, 16(5):285-8.

Breen LA. Nystagmus and related ocular oscillations. *Neuroophthalmology: Clinical Signs and Symptoms*. 1997. Vol 4: 504-20.

Brotherton H, Plack CJ, Maslin M, Schaette R, Munro KJ (2015.) „Pump up the volume: could excessive neural gain explain tinnitus and hyperacusis?”. *Audiology & Neuro-Otology*. 20 (4): 273-282.

Chugh KS, Sakhuja V, Agarwal A., Jha V, Joshi K, Datta BN, et al. (1993.) „Hereditary nephritis (Alport's syndrome)--clinical profile and inheritance in 28 kindreds”. *Nephrology, Dialysis, Transplantation*. 8 (8): 690-5. doi:10.1093/ndt/8.8.690. PMID 8414153.

Cocharane A.D., Tatoulis J. (1991.) Cogan's syndrome with aortitis, aortic regurgitation and aortic arch vessel stenoses. *Annals of Thoracic Surgery*, 52(5):1166-1167.

Cohen, H.S. (2004.) „Side-Lying as an Alternative to the Dix-Hallpike Test of the Posterior Canal”. *Otology & Neurotology*. 25 (2): 130-..134.

De Foer B, Kenis C., Van Melkebeke D., Vercruysse JP, Somers T, Pouillon M, Offeciers E, Casselman JW. Pathology of the vestibulocochlear nerve. *Eur J Radiol*. 2010. May;74(2):349-58.

Day G, Swartz R, Chenkin J, Shamji A, Frost D. Lateral medullary syndrome: a diagnostic approach illustrated through case presentation and literature review. *CJEM*. 2014;16(02):164-170.

Dr Slavoljub V., Jovanović, dr Nadežda A. Jeličić: „Anatomija čoveka

- glava i vrat” („Savremena administracija” Beograd 2000.) ISBN 86-387-0604-9.

D. G. Cogan: Syndrome of nonsyphilitic interstitial keratitis and vestibulo-auditory symptoms. Archives of Ophthalmology, Chicago, 1945, 33: 144-149.

Dix MR, Hallpike CS (1952.) „The pathology symptomatology and diagnosis of certain common disorders of the vestibular system” Proc. R. Soc. Med. 45 (6): 341-54.

Fritsch Dermatologie und Venerologie. ISBN 978-3-540-61169-1., Springer, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York.

Goldenberg I, AJ Moss, W Zareba, S Mcnitt, JL Robinson, M Qi, JA Towbin, MJ Ackerman,

Journal of cardiovascular electrophysiology, 2006•Wiley Online Library.

Gupta H, Banerjee A. Recovery of Dysphagia in Lateral Medullary Stroke. Case Reports in Neurological Medicine. 2014;2014:1-4.

Hall J. E., Guyton A. C. (2006.): Textbook of medical physiology, 11th edition. Elsevier Saunders, St. Louis, Mo, ISBN 0-7216-0240-1.

Holstein GR, Friedrich VL, Martinelli GP. Projection neurons of the vestibulo-sympathetic reflex pathway. J Comp Neurol. 2014. Jun 15;522(9):2053-74.

Haynes, Barton F., et al. „Cogan Syndrome.” Medicine, vol. 59, no. 6, 1980, pp. 426-441.

Halker B, Barrs D., Wellik K., Wingerchuk D., Demaerschalk B., (2008.) „Establishing a Diagnosis of Benign Paroxysmal Positional Vertigo Through the Dix-Hallpike and Side-Lying Maneuvers: A Critically Appraised Topic”. The Neurologist. 14 (3): 201-204.

Haller S., Etienne L., Kövari E, Varoquaux AD, Urbach H, Becker M., Imaging of Neurovascular Compression Syndromes: Trigeminal Neuralgia, Hemifacial Spasm, Vestibular Paroxysmia, and Glossopharyngeal Neuralgia. AJNR Am J Neuroradiol. 2016. Aug; 37(8):1384-92.

Heman-Ackah SE, Golfinos JG, Roland JT. Management of surgical complications and failures in acoustic neuroma surgery. *Otolaryngol Clin North Am.* 2012. Apr;45(2):455-70.

Khan S., Chang R., Anatomy of the vestibular system: a review. *Neuro Rehabilitation.* 2013; 32(3):437-43.

Kattah JC, Talkad AV, Wang DZ, Hsieh YH, Newman-Toker DE. HINTS to diagnose stroke in the acute vestibular syndrome: three-step bedside oculomotor examination more sensitive than early MRI diffusion-weighted imaging. *Stroke.* 2009. Nov;40(11):3504-10.

Lopez C, Blanke O. The thalamocortical vestibular system in animals and humans. *Brain Res Rev.* 2011. Jun 24;67(1-2):119-46.

Lomas J, Gurgenci T, Jackson C, Campbell D. Temporomandibular dysfunction. *Aust J Gen Pract.* 2018. Apr;47(4):212-215.

Lippy, William H.; Berenholz, Leonard P. (2010.) „25 - Special Problems of Otosclerosis Surgery”. *Otologic surgery* (3rd ed.). Philadelphia: Saunders. pp. 293-303.

Manzari, L., et al. (2012.) „Vestibular function in Lermoyez syndrome at attack.” *Eur Arch Otorhinolaryngol* 269(2): 685-691.

Mbubaegbu CE (November 2002.) „Weber’s test demystified. Physics renders Weber’s test not so mysterious”. *BMJ.* 325 (7372): 1117.

Monsell EM. New and revised reporting guidelines from the Committee on Hearing and Equilibrium. American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery Foundation, Inc. *Otolaryngol Head Neck Surg.* Sep 1995; 113 (3): 176-8.

Mets MB, Young NM, Pass A, Lasky JB (2000.) „Early diagnosis of Usher syndrome in children”. *Transactions of the American Ophthalmological Society.* 98: 237-45.

Merchant, Saumil N.; Nadol, Joseph B. Jr. (2010.) *Schuknecht’s Pathology of the Ear* (3rd изд.). стр. 942. ISBN 978-1-60795-030-1.

Moosa S, Fezeu F, Kesser BW, Ramesh A, Sheehan JP. Sudden unilateral hearing loss and vascular loop in the internal auditory canal: case report and review of literature. *J Radiosurg SBRT.* 2015;3(3):247-255.

Murphy G, Sullivan MO, Shanahan F, Harney S, Molloy M. Cogan's syndrome: present and future directions. *Rheumatol Int.* 2009. Aug. 29 (10):1117-21.

National Institute of Neurological Disorders and Stroke: Wallenberg Syndrome. <https://www.ninds.nih.gov/disorders/all-disorders/wallenbergs-syndrome-information-page> (accessed 4 May 2017.).

Nayagam B.A., Muniak M.A., Ryugo D.K., The spiral ganglion: connecting the peripheral and central auditory systems. *Hear Res.* 2011. Aug;278(1-2):2-20.

Neely DE, Sprunger DT. Nystagmus. *Curr Opin Ophthalmol.* 1999. Oct. 10 (5): 320-6.

Nishikori T., Hatta T., Kawauchi H., Otani H., Apoptosis during inner ear development in human and mouse embryos: an analysis by computer-assisted three-dimensional reconstruction. *Anat Embryol (Berl).* 1999. Jul;200(1):19-26.

Panara K., Hoffer M., StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): Aug 29, 2022. Anatomy, Head and Neck, Ear Internal Auditory Canal (Internal Auditory Meatus, Internal Acoustic Canal).

Pickles JO. Auditory pathways: anatomy and physiology. *Handb Clin Neurol.* 2015;129:3-25.

Pierpont, J., W.; St Jacques, D.; Seaver, L., H.; Erickson, R., P., (mart 1995.) „A family with unusual Waardenburg syndrome type I (WSI), cleft lip (palate), and Hirschsprung disease is not linked to PAX 3”. *Clinical Genetics.* 47 (3): 139-143. doi:10.1111/j.1399-0004.1995.tb03946.x. ISSN 0009-9163. PMID 7634536. S2CID 24530898.

Reardon W., Coffey R., Phelps PD, et al. (juli 1997.) „Pendred syndrome--100 years of underascertainment?”. *QJM.* 90(7): 443-7. doi: 10.1093/qjmed/90.7.443. PMID 9302427.

Roosli C., Linthicum FH, Cureoglu S., Merchant SN. What is the site of origin of cochleovestibular schwannomas? *Audiol Neurotol.* 2012;17(2):121-5.

Sanders RD, Gillig PM. Cranial Nerve VIII: Hearing and Vestibular Functions. Psychiatry (Edgmont). 2010. Mar;7(3):17-22.

Scott DA, Wang R, Kreman TM, Sheffield VC, Karniski LP (april 1999.) „The Pendred syndrome gene encodes a chloride-iodide transport protein”. Nature Genetics. 21 (4): 440-3. doi:10.1038/7783. PMID 10192399. S2CID 23717390.

Singh S, Groves AK. The molecular basis of craniofacial placode development. Wiley Interdiscip Rev Dev Biol. 2016. May-Jun;5(3):363-76.

Shen, K. C. and Y. H. Young (2018.) „Lermoyez syndrome revisited: 100-year mystery.” Acta Otolaryngol 138 (11): 981-986.

Slavoljub V. Jovanović, dr Nadežda A. Jeličić: „Anatomija čoveka - glava i vrat” („Savremena administracija” Beograd 2000.) ISBN 86-387-0604-9.

Serville, M.N., Demanez, L., Demanez, J.P. (2004.) Diagnosis of hearing impairment: Factors of delay. Acta Otorhinolaryngol Belg, 58(1): 53-9.

Song, J.; Feng, Y.; Acke, F. R.; Coucke, P.; Vleminckx, K.; Dhooge, I. J. (2016.) „Hearing loss in Waardenburg syndrome: a systematic review”. Clinical Genetics. 89 (4): 416-425. doi:10.1111/cge.12631. ISSN 1399-0004. PMID 26100139. S2CID 23834634.

Srivastava M, Abeetha S, Srivastava S. Posterior inferior cerebellar artery syndrome (Wallenberg syndrome). International J. of Healthcare and Biomedical Research. 2015. Jan;3(02):76-9.

Swartz JD. Pathology of the vestibulocochlear nerve. Neuroimaging Clin N Am. 2008. May;18(2):321-46, x-xi.

Tranebjærg, Lisbeth; Samson, Ricardo A.; Green, Glenn Edward (1993.) Adam, Margaret P.; Ardinger, Holly H.; Pagon, Roberta A.; Wallace, Stephanie E. (eds.), „Jervell and Lange-Nielsen Syndrome”, GeneReviews®, University of Washington, Seattle, PMID 20301579, retrieved 2020-05-03.

Zoran Komazec, Fiziologija sluha, Katedra za otorinolaringologiju KCV, Novi Sad, 2010.

Zhou, F., et al. (2020.) „MR imaging and clinical characteristics of Lermoyez syndrome.” *Acta Otolaryngol* 140(7): 528-532.

T. G. Markova, S M Megrelishvili, N G Zaitseva, I A Shagina, A V Poliakov, DNA diagnosis in congenital and early childhood hypoacusis and deafness, 2002;(6):12-5. PMID: 12501766.

Тодор Широу, Мениерова болест, [www.medinfo. bg](http://www.medinfo.bg) Архивирано на сајту Wayback Machine (19. јануар 2015.).

Yang T, Kersigo J, Jahan I, Pan N, Fritzsche B. The molecular basis of making spiral ganglion neurons and connecting them to hair cells of the organ of Corti. *Hear Res.* 2011. Aug;278(1-2):21-33.

Yamane, H., et al. (2012.) „Assessment of Meniere’s disease from a radiological aspect - saccular otoconia as a cause of Meniere’s disease?” *Acta Otolaryngol* 132(10): 1054-1060.

Wagner JN, Glaser M, Brandt T, Strupp M. Downbeat nystagmus: aetiology and comorbidity in 117 patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2008. Jun. 79 (6): 672-7.

Watanabe T, Igarashi T, Fukushima T, Yoshino A, Katayama Y. Anatomical variation of superior petrosal vein and its management during surgery for cerebellopontine angle meningiomas. *Acta Neurochir (Wien).* 2013. Oct;155(10):1871-8.

Warwick-Evans LA, Masters IJ, Redstone SB. A double-blind placebo controlled evaluation of acupressure in the treatment of motion sickness. *Aviat Space Environ Med* 1991;62:776-78.

Wémeau JL, Kopp P (mart 2017.) „Pendred syndrome”. *Best Practice & Research. Clinical Endocrinology & Metabolism.* 31 (2): 213-224. doi:10.1016/j.beem.2017.04.011. PMID 28648509.

Wijesinghe R, Protti DA, Camp AJ. Vestibular Interactions in the Thalamus. *Front Neural Circuits.* 2015; 9:79.

Wright MS, Bose CL, Stiles AD. The incidence and effects of motion sickness among medical attendants during transport. *J. Emerg Med* 1995, 13, 15-20.

Drugi izvori podataka:

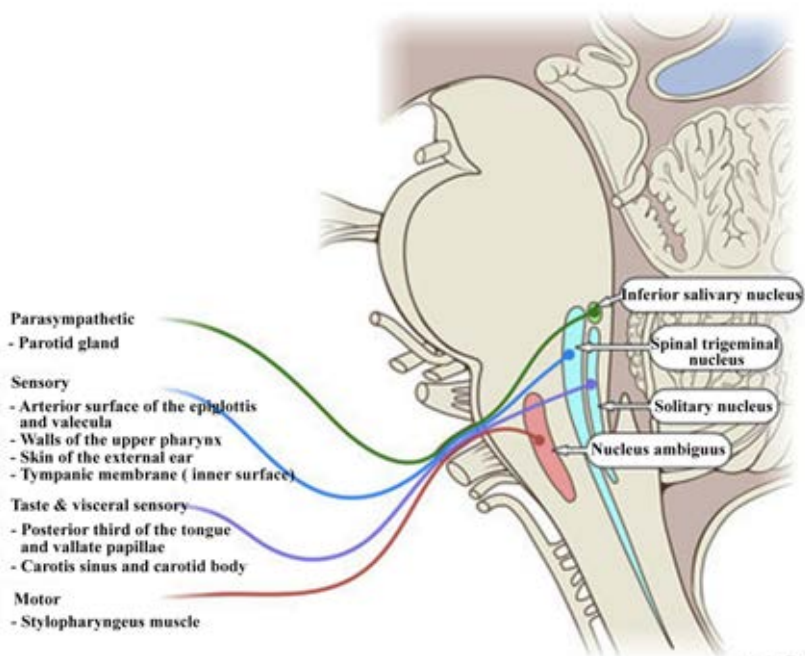
<https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/the-estibulocochlear-nerve>

<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/vestibulocochlear-nerve>

IX KRANIJALNI NERV GLOSOFARINGEALNI ŽIVAC / JEZIČNO-ŽDRELNI ŽIVAC (*nervus glossopharyngeus*)

Nervus glossopharyngeus je mešoviti IX kranijalni nerv. Jedan je od četiri kranijalna nerva koji ima motoričke, senzorne i parasimpatičke funkcije. U sebi sadrži motorna, senzitivna, senzorna, visceromotorna i viscerosenzitivna vlakna. Glosfaringealni živac kao mešoviti kranijalni nerv nosi aferentna senzorna i eferentna motorička i parasimpatička vlakna.

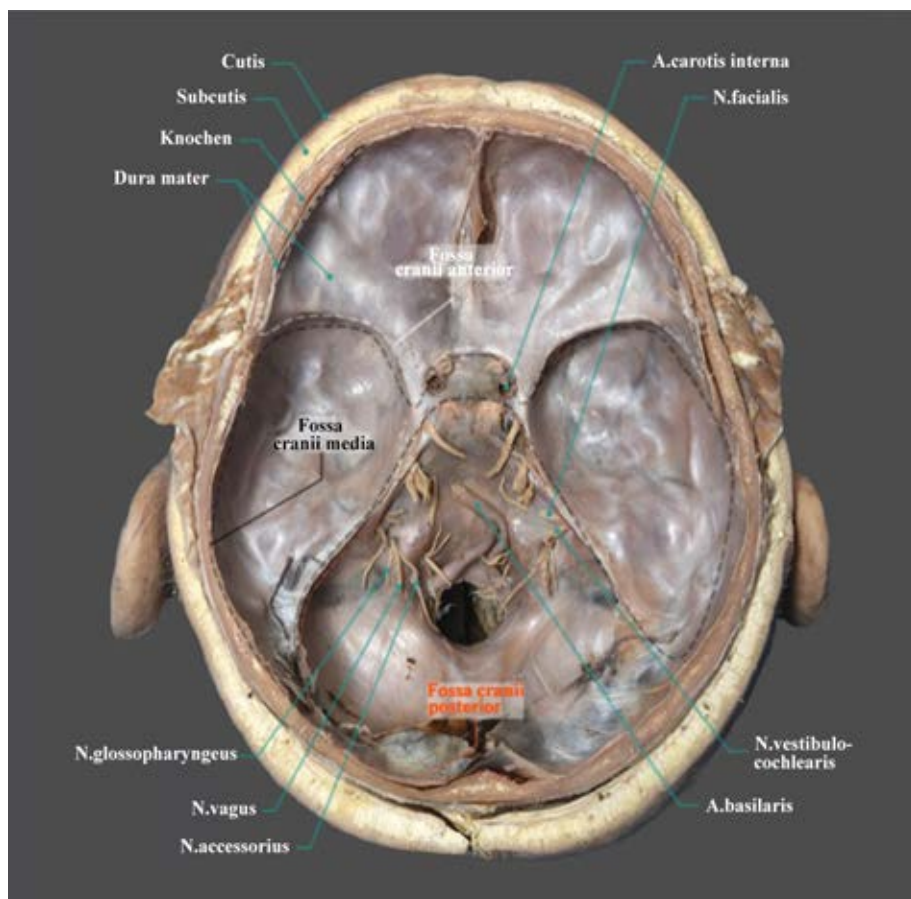
GLOSSOPHARYNGEAL NERVE



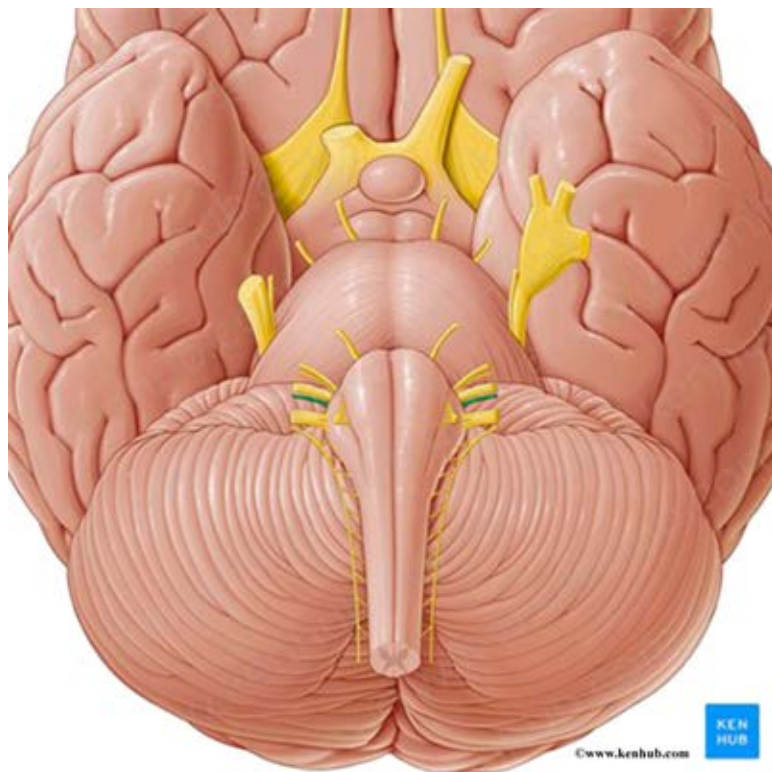
Adapted by Frank Gallard from the original illustration by Patrick J. Lynch Creative Commons Attribution 2.5 License 2006



Motorna podela ovoga nerva vodi poreklo od bazalne ploče embrionalne produžene moždine, dok senzorna potiče od kranijalnog nervnog grebena.

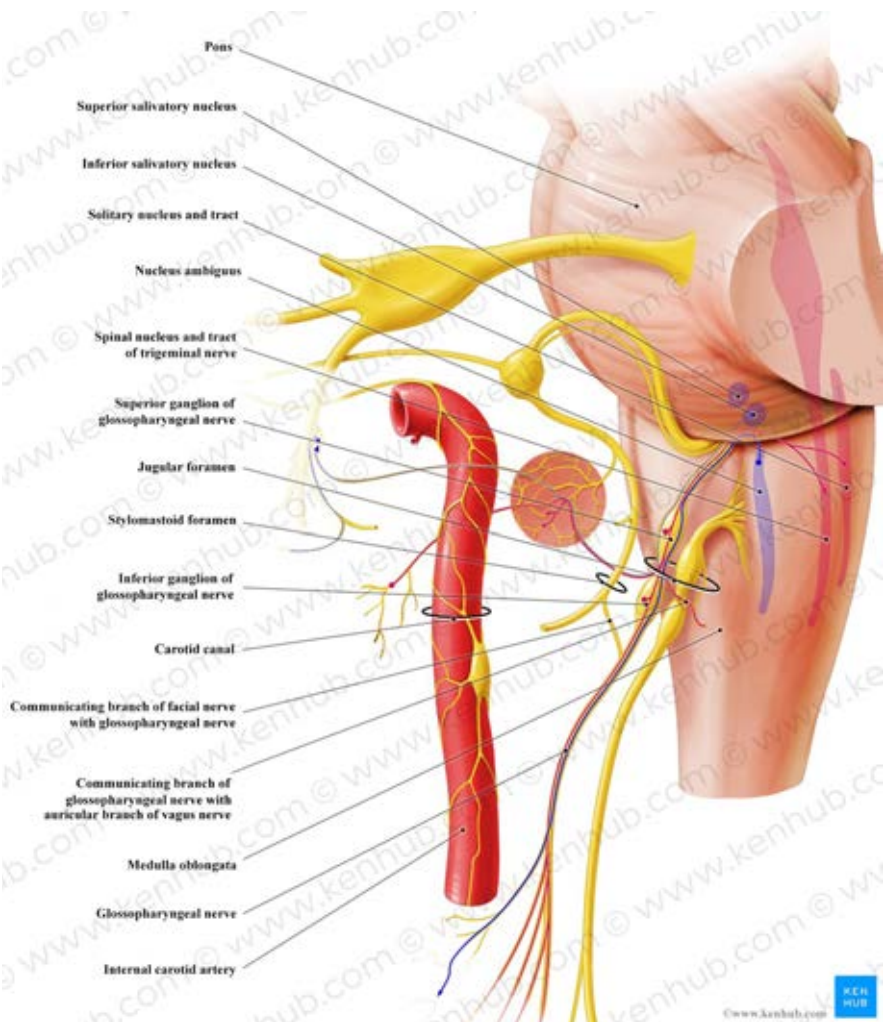


Nervus glossopharyngeus, jezično-ždrelni živac, zajedno sa n. vagusom čini deo faringelanog plexusa koji inervise nepce i delove larinksa i farinksa (pharynx et larynx) (Borivoje M.R., 2011., Јовановић C.B., 2000.).



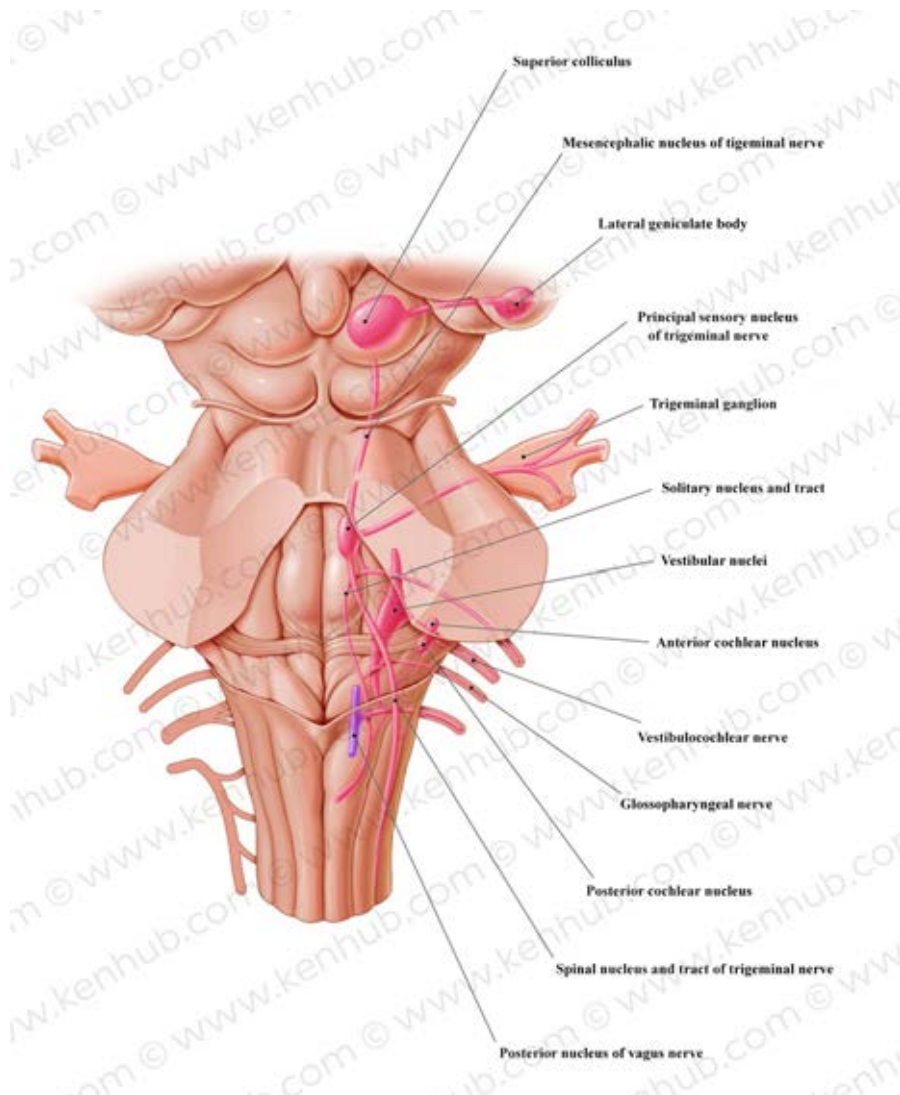
Embriološki glosofaringealni nerv potiče od trećeg faringealnog luka. On je jedina struktura koju formira treći faringealni luk, iako treća faringealna kesica vodi poreklo od dela timusa (Adel K.A., 2006., Sonne J. et al., 2022.).

Nervus glossopharyngeus napušta produženu moždinu u njenom prednjem delu sa 1 do 3 korena. Potom prolazi bočno preko ili ispod flokulusa i iz lobanjske jame izlazi zajedno sa X i XI KN kroz centralni deo foramina jugulare. Ima dva senzitivna gangliona: ggl.superius et ggl.petrosus seu inferior. Od oba ova gangliona ima sopstveni omotač dura mater. Donji ganglion je na donjoj površini petroznog dela pars temporalis povezan sa trouglastom depresijom u kojoj se otvara akvedukt kohlee. Na donjoj strani je ovaj nerv postavljen lateralno i anteriorno od n.vagusa i n.accessoriusa (pomoćnog nerva) (Adel K.A., 2006., Borivoje M.R., 2011.).

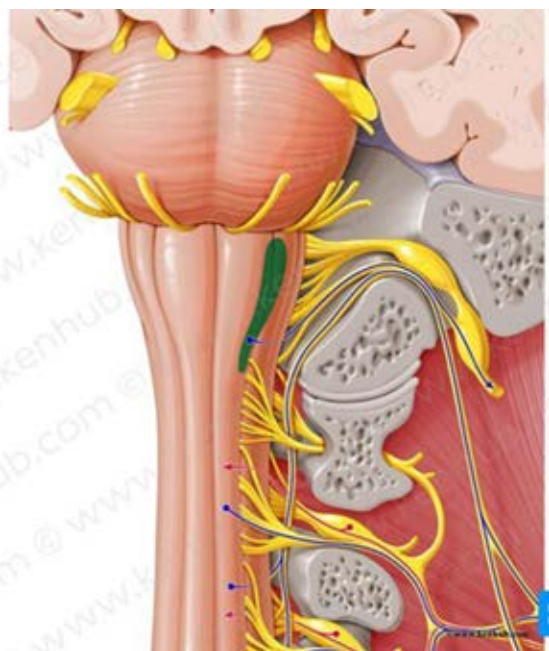
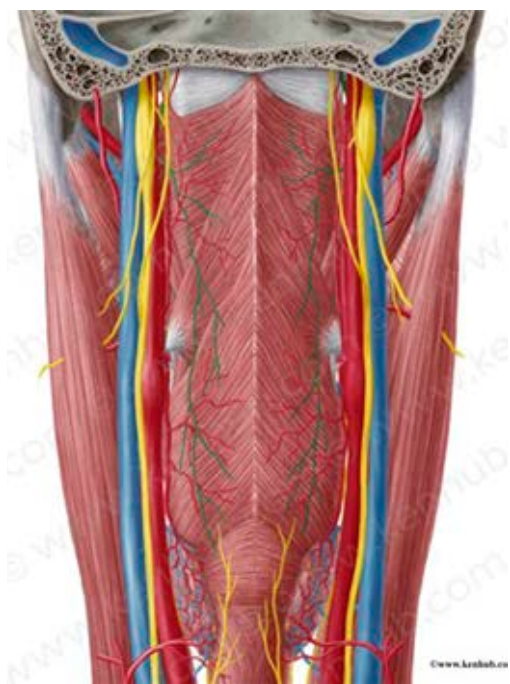


Kroz foramen jugulare n.glossopharyngeus prolazi između unutrašnje jugularne vene i unutrašnje karotidne arterije (Tamimi D. et al., 2016.). Potom se spušta ispred i ispod do stiloidnog nastavka i zadnje donje granice m.stylopharyngeusa gde daje granu za inervaciju ovoga mišića (Barral J.P., 2009.). Zatim savijajući se napred, formira luk na bočnoj strani vrata i naleže na srednji mišić ždrele i m.stylopharyngeus. Odatle prolazi ispod m.hyoglossusa i na posletku u n.tractus solitarius (zajedničko jedro za VIII, IX i X KN) stižu viscerosenzitivna vlakna za senzitivnu inervaciju mekog nepca, nepčanog krajnika, bočni i zadnji zid sluzokože ždrele, epiglotis, uvulu, delom cavum tympani,

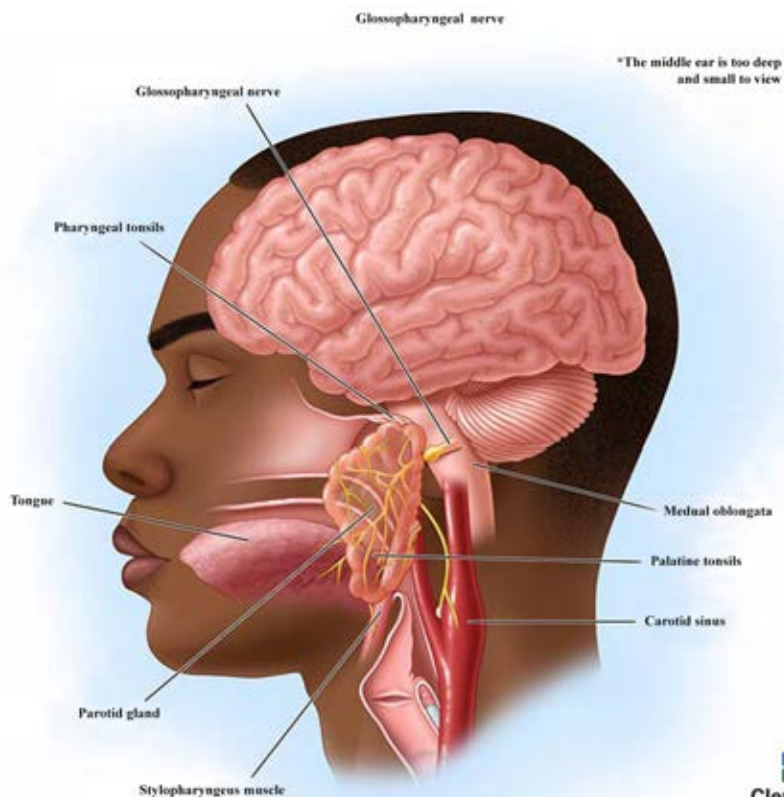
Eustahijevu tubu i gustatorna vlakna za osećaj ukusa zadnje trećine jezika i seroznih žlezda usta.



Posebna visceralna eferentna vlakna (branchial motor) su glavna motorna vlakna glosfaringealnog nerva koja daju motornu inervaciju m.stylopharyngeusu. Ovaj mišić je zadužen za podizanje larinksa i farinksa, što je posebno značajno za funkciju govora i gutanja (Tamimi D. et al., 2016.).



Opšta visceralna eferentna vlakna potiču iz nucleus salivatorius inferior. Ona prenose sekretorna vlakna i vazodilatatorne impulse za parotidnu žlezdu, daju parasimpatičku inervaciju parotidnoj žlezdi. Potom sa bubnim nervom prolazi kroz foramen ovale gde na dalje zajedno grade sinapsu sa ušnim ganglionom (ganglion oticum) (Barral J.P., 2009., Singh O. et al., 2023.).

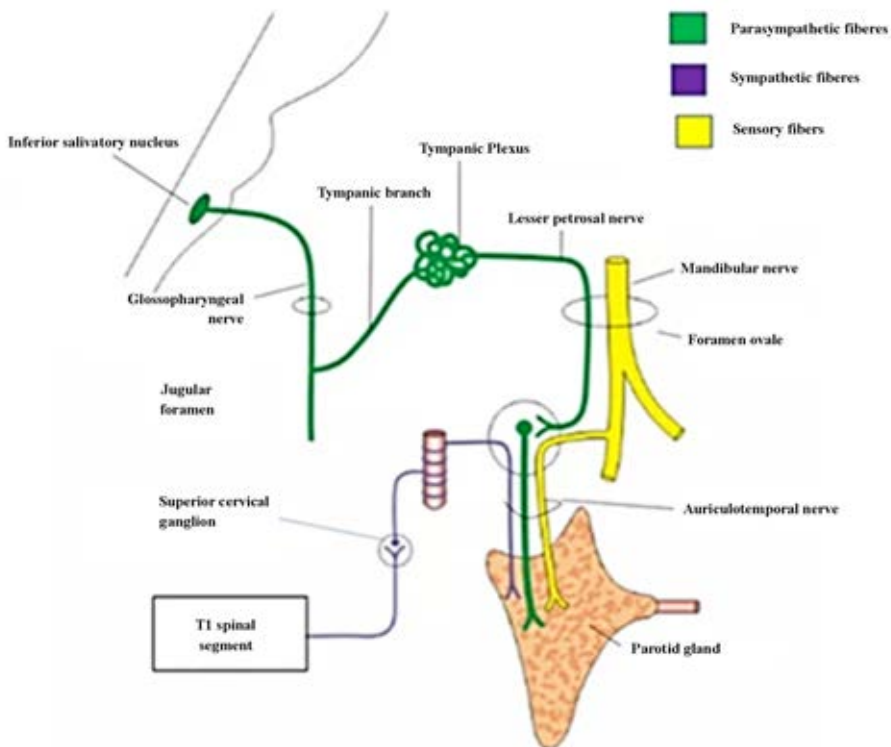


**Cleveland
Clinic**
©2021

Opšta visceralna aferentna vlakna prenose senzorne informacije iz karotidnog sinusa i karotidnog dela.

Opšta somatska aferentna vlakna (opšta senzorna) obezbeđuju senzornu inervaciju gornjeg dela ždrele, unutrašnje polovine bubne opne i zadnje trećine jezika. Posebna senzorna vlakna obezbeđuju aferentne impulse za ukus iz ovoga dela jezika (Sonnen J. et al., 2022., Sakamoto Y., 2019.).

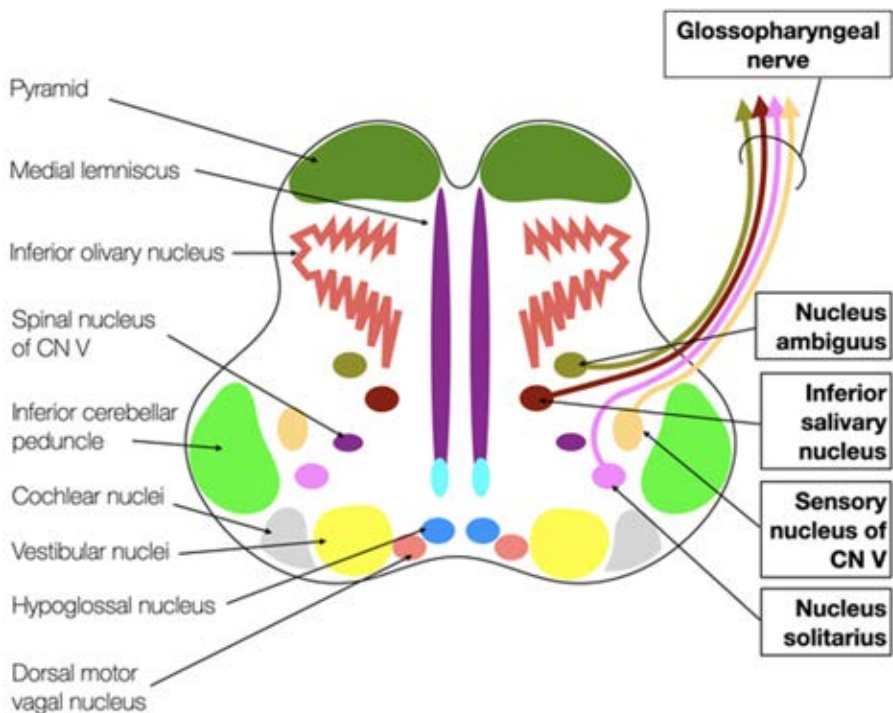
Senzitivno jedro mu je zajedničko sa n.intermediusom i n.vagusom, nucleus tractus solitarius. Smatra se da vlakna za bol završavaju u senzitivnom jedru tractus solitariusa. U ovom jedru završavaju i vlakna za ukus iz zadnje trećine jezika.



Kortikalna prezentacija za ukus se nalazi na dnu postcentralne vijuge. Naime centralni produžeci neurona izlaze iz donjih ganglija, prolaze kroz foramen jugulare potom ulaze u moždano stablo u nivou rostralnog dela moždine između olive i donjih pedunkula. Nakon ulaska u medulu, vlakna se udružuju u tractus solitarius i prave sinapse u gustatornom delu nucleus solitariusa. Osim pomenutih ovde se ukrštaju i sinapse VII i X KN. Ulazni sekundarni neuroni, koji su poreklom iz nucleus solitariusa, projektuju se bilateralno na ventralna posteromedijalna jedra talamusa preko centralnog tegmentalnog trakta. Tercijerni neuroni iz talamusa projektuju se preko zadnjeg roga

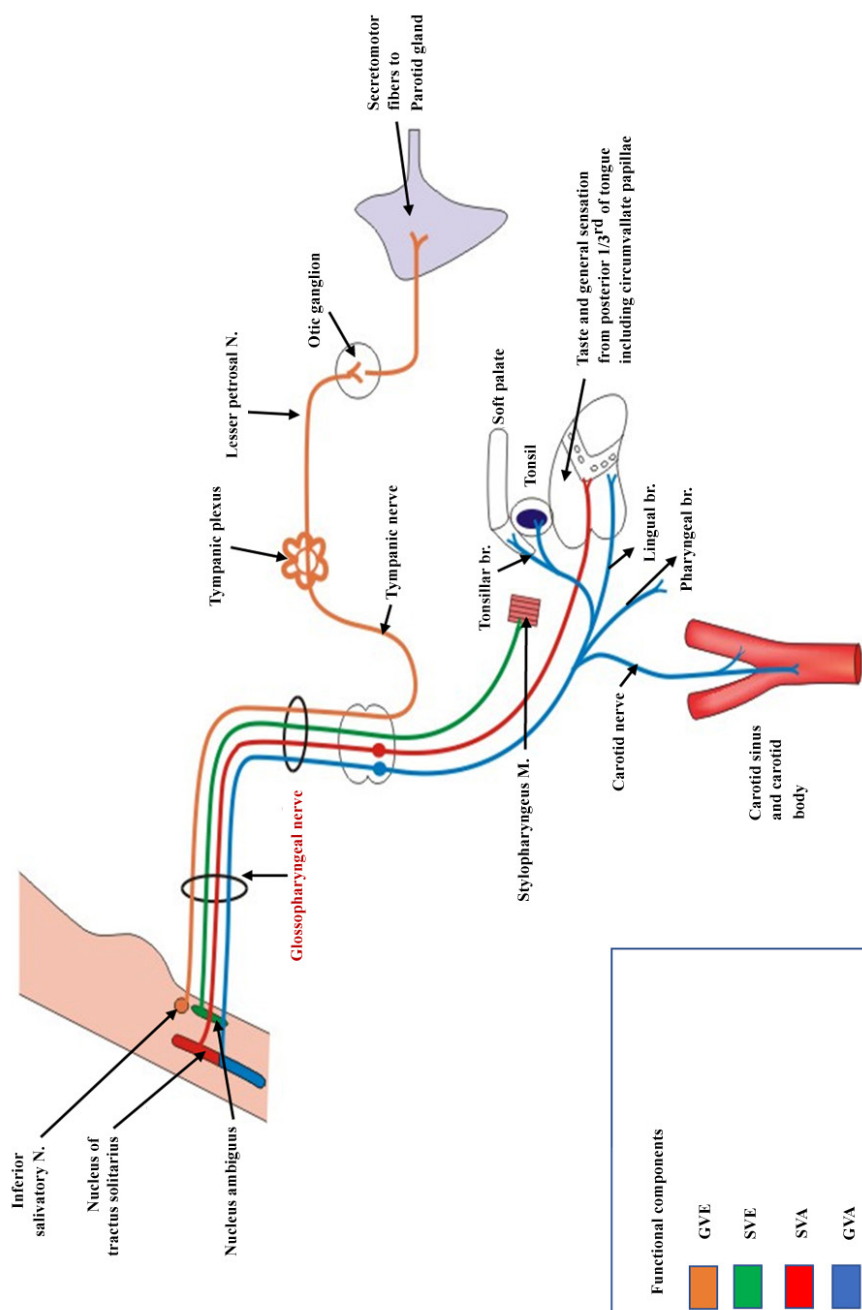
unutrašnje kapsule u donju trećinu primarnog senzornog korteksa što je projekcija za ukus parijetalnog režnja na dnu postcentralne vijuge (Adel K.A., 2006., Borivoje M.R., 2011.).

Nervus glossopharyngeus



Chris Hocking
2020 CC BY-SA NC
Radiopaedia.org

Važno je napomenuti da pored toga što se ovaj živac najčešće u ždreću savija sa prednje strane (anteriorno) oko stilofaringealnog mišića, mogu se retko primetiti i neka odstupanja na njegovom putu. Naime, istraživanja su pokazala da pored uobičajenog toka on može i da prodire u ovaj mišić (Sakamoto Y., 2019.). Jedna studija je takođe dokazala da u malom broju slučajeva postoji intrakranijalna veza između glosofaringealnog nerva i n.vagusa (Tubbs R.S. et al., 2011.). Navedene činjenice imaju veliki značaj tokom operacija zadnje jame kako bi se izbegla transekcija ovih nerava.



Grane n.glossopharyngeusa:

1. Jakobsonov nerv (bubni nerv, timpanički nerv, nervus tympanicus) je grana glosofaringealnog nerva u jugularnoj jami. On potiče od donjeg ganglion glosofaringealnog nerva. Ovaj nerv ulazi u bubnu opnu preko Jakobsonovog kanala (donji kohlearni kanal, donji bubnjić) i inervira bubnu opnu koja se nalazi na kohlearnom rtu. Jakobsonov nerv nosi senzorne aksone srednjeg uva i preganglijska parasimpatička vlakna iz inferior salivary nucleus tj. parasimpatičke aksone koji na kraju ulaze u otički ganglion, a napuštaju plexus kao manji petrozni nerv (nervus petrosus minor) preko foramina ovale gradeći sinapsu sa ganglion oticusom (Tubbs R.S. et al., 2015., Sakamoto Y., 2019.).

Jakobsonov nerv inervira srednje uvo (bubnu duplju) uključujući unutrašnju površinu bubne membrane, Eustahijevu tubu, svojom parasimpatičkom granom parotidnu žlezdu preko aurikulotemporalnog nerva (Tubbs R.S. et al., 2015.). Takođe, ovaj nerv je uključen i u salivatorni refleks koji utiče na povećanu salivaciju tokom žvakanja što ima veliki klinički značaj (Barral J.P., 2009.).

U kliničkoj praksi ovaj nerv može biti zahvaćen Glomus tympanicum tumorom što se MR dijagnostikom prepoznaje po prisustvu meke mase u srednjem uvu tj. bubnoj duplji uz prateći pulsirajući tinitus, vremenom i gubitkom sluha. Često se u ovim situacijama registruju i neke srčane abnormalnosti (Weissleder R. et al., 2011.).

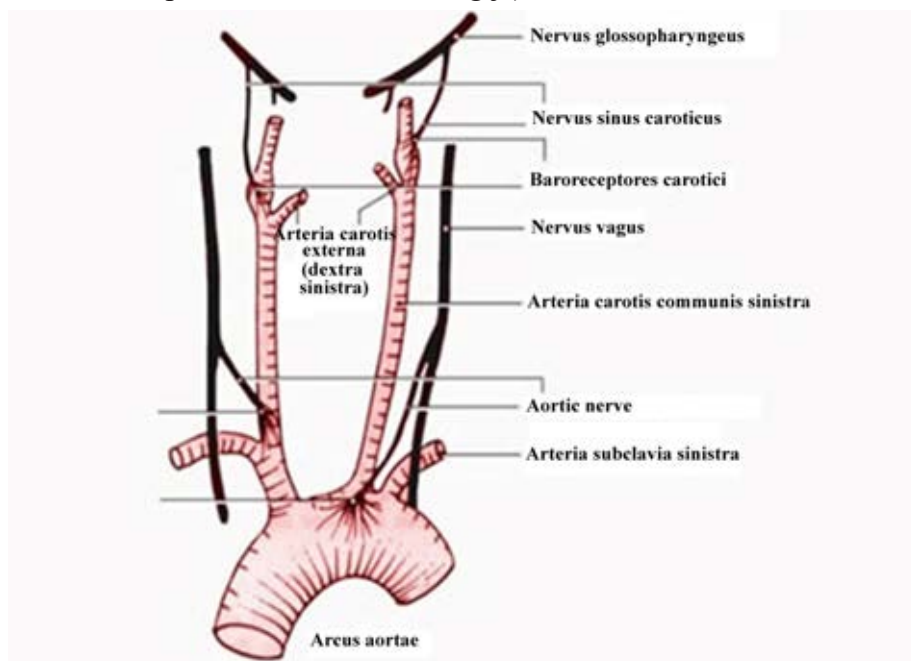
Treba zapamtiti da se facijalni nerv deli na svojih pet terminalnih grana u parotidnoj žlezdi, ali je n.glossopharyngeus taj koji zapravo inervira parotidnu žlezdu.

2. Stilofaringeani nerv (nervus stylopharyngeus) obezbeđuje motornu inervaciju za m.stylopharyngeus koji je parni mišić i pripada dubokoj (longitudinalnoj) muskulaturi ždrela. On je smešten na spoljašnjoj strani mišića gonjeg konstriktora, a igra važnu ulogu u procesu gutanja tako što skraćuje i širi ždrelo i podiže larinks tokom gutanja (Славољуб B.J. i sar., 1987., Славољуб B.J. i sar., 2000., Susan S. yp., 2009.).

M.stylopharyngeus polazi od pripoja na stiloidnom nastavku slepoočne kosti, odatle se pruža koso naniže i unutra ulazi u bočni zid ždrela i prolazi kroz međumišićnu pukotinu između gornjeg i srednjeg konstriktora. Nakon toga se lepezasto širi i vezuje na fibroznim

vlaknima ždrela i hrskavicama grkljana. U inervaciji ovoga mišića učestvuje bočna grana n.glossopharyngeusa. Pomenuta anatomska regija ima veliki značaj u kliničkoj praksi posebno kada se radi o poremećaju gutanja ili tumorima ove regije, na šta se mora obratiti pažnja kod neurološkog pregleda (Славољуб В.Ј. i sar., 2000., Даринка С.С., 2001.).

3.Grana n.glossopharyngeusa koja vodi do karotidnog sinusa nalazi se uz arterije vrata. Ova grana je u tesnoj vezi sa n.vagusom. Ona prenosi signale od baroreceptora u karotidnom sinusu i hemoreceptora u karotidnom telu što ima direktan uticaj na regulaciju krvnog pritiska (karotidni sinus) i praćenje nivoa O₂ i CO₂ u krvi (karotidno telo). Masaža karotidnog sinusa dovodi do vagalnog refleksa što se manifestuje usporanjem sinusne frekvencije, AV blokom i vazodilatacijom koja rezultira padom krvnog pritiska. U literaturi i kliničkoj praksi se pominje sindrom karotidnog sinusa kao obik neurokardiogene sinkope kod koje i minimalni pritisak na karotidni sinus dovodi do periferne vazodilatacije i bradikarije. Isti se često prepoznaje i pod nazivom hipertenzivni karotidni sinus. Jedan je od glavnih indikatora za postavljanje pejsmekera (Hall J.E. et al., 2006.).(vidi tekst koji se odnosi na kratke napomene karotidne hirurgije)



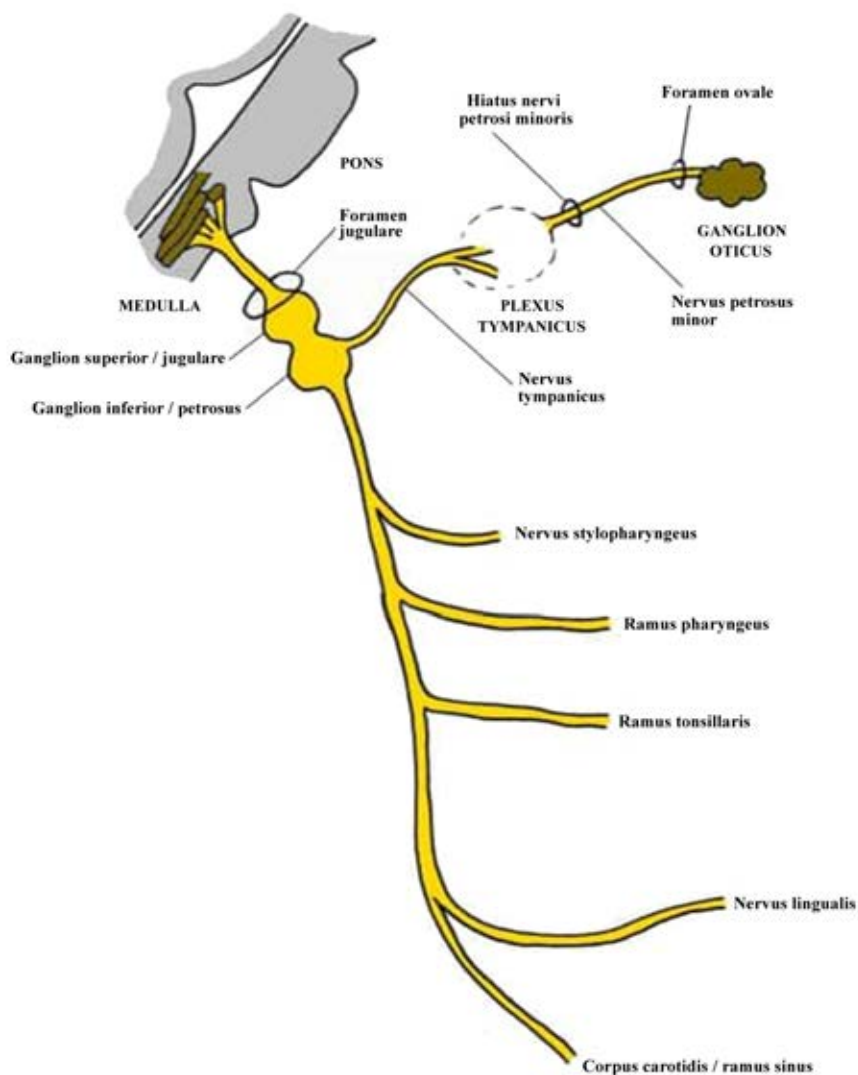


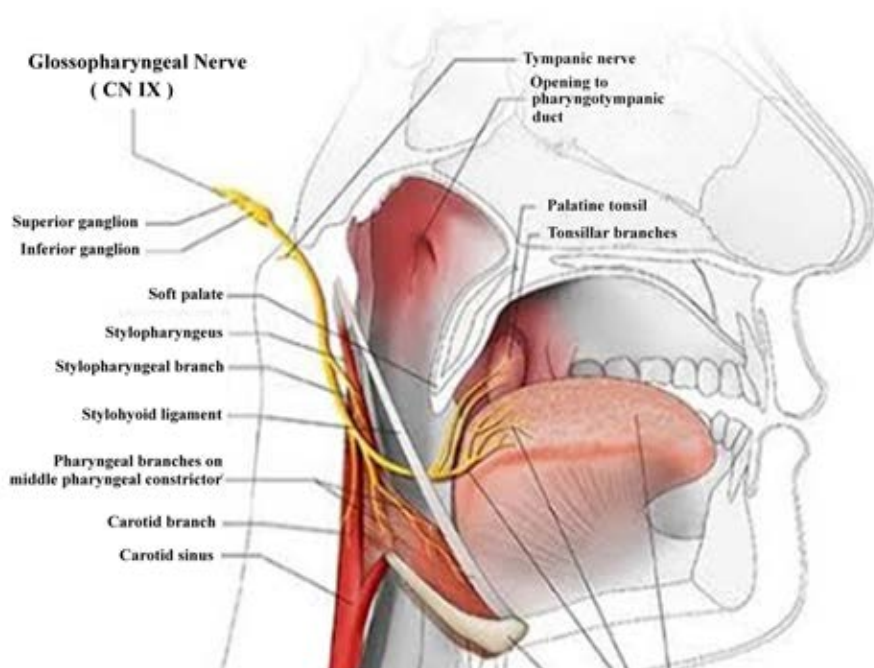
Image adapted, with permission, from anatomycqs.com

4. Faringealne grane n.glossopharyngeusa spajaju se sa faringealnim granama n.vagusa i simpatičkih nerava te tako zajednički formiraju faringealni plexus koji je zadužen za inervaciju mišića ždrela i mukoze orofarinksa.

5.Grana n.glossopharyngeusa koja komunicira sa n.vagusom (vidi pod 4).

6.Tonzilarne grane n.glossopharyngeusa formiraju mrežu nerava i obezbeđuju senzornu inervaciju nepčanog krajnika (tonsila palatina).

7.Jezične grane n.glossopharyngeusa su zadužene za zadnju 1/3 jezika. One inervišu valatne (okrugle) papile jezika, mukoznu membranu i folikule korena jezika (napomena: sluzokoža korena jezika nema folikule ali je prekrivena limfnim čvorićima koji se nazivaju jezični folikuli) (Hall J.E. et al., 2006., Tamimi D. et al., 2016.).



Kratak rezime pet različitih opštih funkcija n.glossopharyngeusa:

1.Motorna funkcija, stilofaringealni nerv, specijalni visceralni eferent koji inerviše stilofaringealni mišić. Ovo je jedina motorička funkcija ovoga nerva (Hall J.E. et al., 2006., Tamimi D. et al., 2016.). Takođe ovaj nerv doprinosi faringealnom pleksusu. (vidi raniji tekst)

2.Visceralna motorna funkcija, opšti visceralni eferent, koja obezbeđuje parasimpatičku inervaciju parotidne žlezde preko otičkog ganglion (Netter F.H., 2012.). (vidi raniji tekst)

3.Visceralna senzorna funkcija, opšti visceralni aferent koji prenosi visceralne senzorne informacije tj. podražaje iz karotidnog sinusa i karotidnog tela (Netter F.H., 2012.). (vidi raniji tekst)

4.Opšti senzorni aferent, ventralni trigeminotalamički trakt, pruža opšte senzorne informacije sa unutrašnje površine bubne opne, gornjeg dela ždrela i zadnje trećine jezika (Netter F.H., 2012.). (vidi raniji tekst)

5.Visceralna aferentna, posebna visceralna senzorna vlakna, specijalni visceralni aferent koji obezbeđuje osećaj ukusa iz zadnje trećine jezika, uključujući papille circumvallatae (Hall J.E. et al., 2006., Tamimi D. et al., 2016.). (vidi raniji tekst)

Periferne i intermedijalne veze n.glossopharyngeusa - kratke napomene:

Motorna vlakna iz nucleus ambiguus inervišu m.stylopharyngeus. Parasimpatička vlakna iz nucleus salivatorius inferior preko Jakobsonovog nerva (n.tympanicus), plexus tympanicus i n.petrosus superficialis minor do ganglion oticum, kao postganglijska vlakna se pružaju do parotidne žlezde.

Senzitivna vlakna potiču iz unipolarnih ćelija u petroznom i jugularnom ganglionu. Centralno se završavaju u tractus solitarius i njegovom jedru. IX KN sa simpatikusom komunicira preko ramus caroticus koji ulazi u sinus i glomus caroticus. Periferno daje inervaciju za gore pomenuto.

Iz specijalnih receptora sinus caroticus i glomus caroticus polaze viscerosenzitivni impulsi u produženu moždinu preko kolaterale na jedra vagusa, i tamo učestvuju u refleksnoj regulaciji disanja, krvnog pritiska i srčanog ritma. Nekoliko grančica se pridružuje ušnoj grani n.vagus i prelazi na meatus acusticus externus. Posebna visceralna vlakna inervišu papille circumvallatae zadnje trećine jezika (Hall J.E. et al., 2006., Tamimi D. et al., 2016., Даринка С.С., 2001.).

Gustoreceptivni put:

Osećaj ukusa se prenosi putem gustoreceptivnih vlakana preko:

1.Chorde tympani jedne od grana n.facialisa, a sadrži i vlakna iz n.lingualisa (grana trigeminusa) iz prednje dve trećine jezika.

2.Nervus glossopharyngeus iz zadnje trećine jezika šalje vlakna u n.tractus solitarius (jedro VII,IX i X nerva) u produženoj moždini, predstavljaju periferni neuron. Odavde ide centralni neuron koji se ukršta i pridružuje lemniscus medialisu do talamusa, i na kraju odavde polazi kortikalni neuron do girus hipocampusa (kortikalni centar za ukus) (Hall J.E. et al., 2006., Tamimi D. et al., 2016., Даринка С.С., 2001.).

Centralne veze n.glossopharyngeusa - kratke napomene:

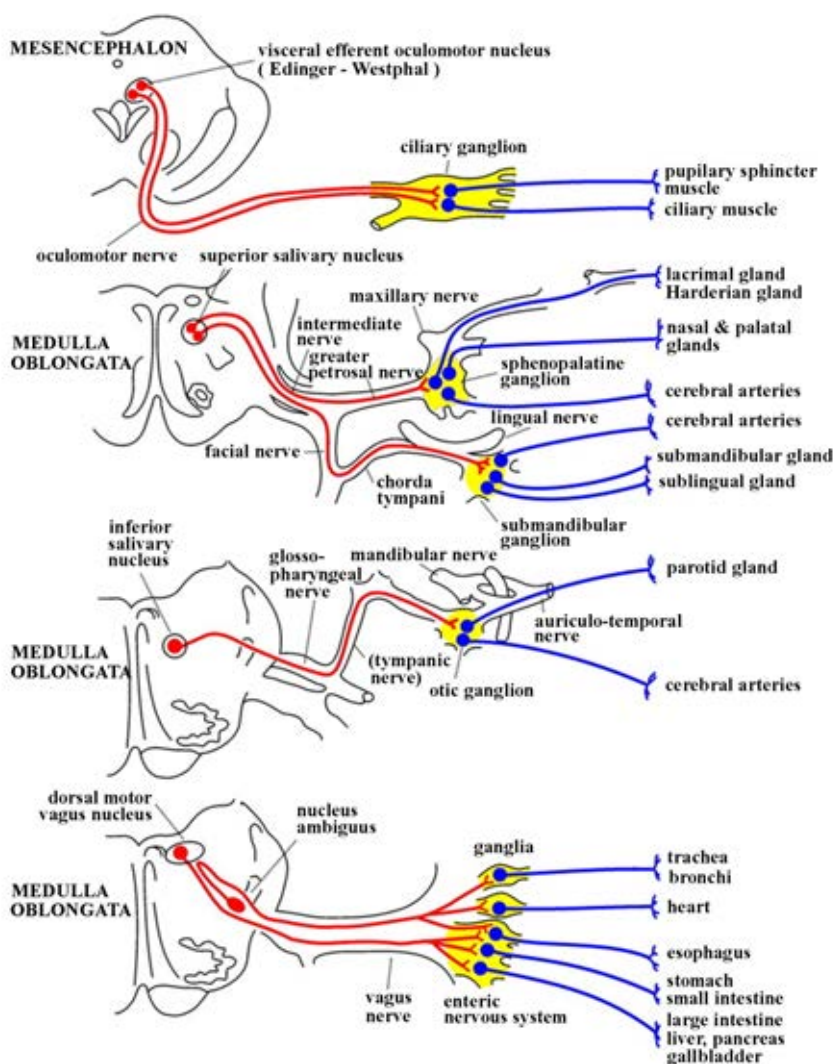
- Nucleus ambiguus, donji motorni neuron za m.stylopharyngeus, prima kortikalne veze preko kortikobulbarnog puta i nucleus tractus solitarii do donjeg dela precentralne vijuge.

- Nucleus salivatorius prima kortikalne impulse preko dorzalnog longitudinalnog trakta, a refleksne iz nucleus tractus solitarii, za ukus sa zadnje trećine jezika i informacije iz baroreceptora karotidnog sinusa i hemoreceptora karotidnog tela.

- Senzitivna vlakna su povezna sa korteksom preko lemniscus medialis i talamusa, a refleksno sa nucleus salivatorius, nucleus ambiguus i motornim jedrom VII KN.

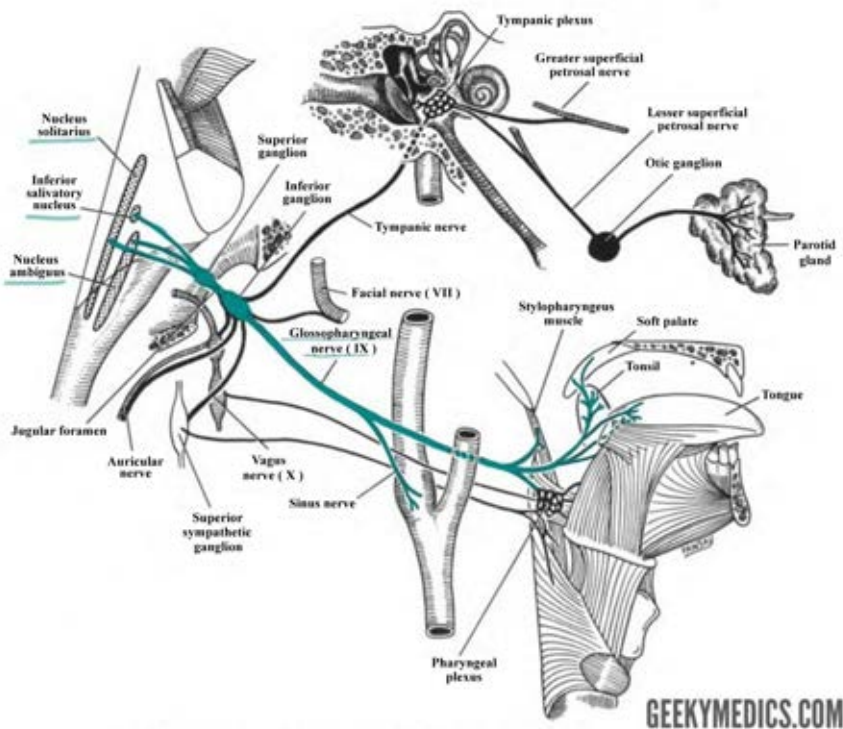
- Spinalno jedro n.trigeminusa prima somatska senzorna vlakna sa unutrašnje površine bubne opne, srednjeg uva, gornjeg dela ždrele, mekog nepca i zadnje trećine jezika.

- Donje pljuvačno jedro, preganglijski parasimpatički neuroni daju vlakna do otičkog gangliona, a potom do parotidne žlezde (Netter F.H., 2012., Hall J.E. et al., 2006., Tamimi D. et al., 2016.).



Nervus glossopharyngeus retko je sam zahvaćen, obično je lezija kombinovana sa lezijom n.vagusa i n.accessoriusa. Klinički disfunkcija ovoga nerva se viđa kod preloma baze lobanje, preloma stiloidnog nastavka, sarkoma baze lobanje, tromboze sinus sigmoideusa i aneurizme a.vertebralis ili a.basilaris (Willisii), zapaljenskih procesa, neuralgija n.glossopharyngeusa, sifilisa, tuberkuloze, tromboze jugularne vene, jatrogeno oštećenje prilikom stavljanja laringealne maske disajnih puteva, karcinoma krajnika, Orlov sindrom i sl.

Oštećenje glosfaringealnog nerva može dovesti do gubitka osećaja ukusa u zadnjoj trećini jezika i otežanog gutanja (Shah R.J., 2023., Borivoje M.R., 2011., Hall J.E. et al., 2006.).



Klinički značaj i ispitivanje funkcije n.glossopharyngeusa:

Integritet glosfaringealnog nerva (IX KN) procenjuje se kliničkim pregledom. Posebno je važno razlikovati simptomatologiju IX KN od trigeminalne neuralgije. Kao što je već u ranijem tekstu rečeno glosfaringealna neuralgija može nastati i zbog kompresije živca aberantnom pulsirajućom arterijom, slično kao i kod trigeminalne neuralgije te se može videti i hemifacijalni spazam. Retko nastaje zbog tumora pontocerebelarnog ugla ili vrata. Ono što je još zajedničko za neuralgije ova dva nerva su jednostrani kratki paroksizmalni oštri sevajući bolovi koji nastaju spontano ili su izazvani pokretima kod npr. žvakanja, gutanja, kihanja, govora i sl. Bolovi traju kratko, od nekoliko sekundi do nekoliko minuta, mogu se ponavljati više puta tokom dana, a najčešće počinju u tonzilarnoj regiji ili u korenu (bazi) jezika i šire se u ipsilateralno uvo. U vrlo malom procentu (1 do 2%) slučajeva povećana

aktivnost vagusa može uzrokovati sinusni zastoj sa sinkopom.

Ono što je značajno kod glosofaringealne neuralgije je da se bol može provocirati gutanjem i dodirivanjem tonzila aplikatorom, što nije slučaj kod trigeminalne neuralgije. Lokalna primena lidokaina na ždrelo može privremeno eliminisati bol, bilo da se radi o spontanom ili na pregledu izazvanom bolu (Shah R.J., 2023., Borivoje M.R., 2011., Hall J.E. et al., 2006.).

Ispitivač na pregledu testira osećaj zadnje trećine jezika, pored veoma značajne detaljno uzete anamneze kojom se procenjuje ovaj osećaj. Pacijentu se naloži da proguta gorku i kiselu supstancu. Ukoliko osećaj nije registrovan jasno je da se radi o smetnjama ukusa (Dysgeusia) u ovoj regiji za čiju inervaciju je zadužen IX KN. Može se registrovati snižen osećaj ukusa (Hypogeusia) ili odsustvo ukusa (Ageusia). Rutinski na pregledu se ukus ispituje za VII KN na prednje dve trećine jezika, za IX KN na zadnju trećinu jezika. Na ispružen jezik prethodno obrisani vodom stavi se 50% rastvor sirćetne kiseline (kiselo), 10% NaCl (slano), 20% kinina (gorko) i šećer (slatko). Posle aplikacije svake supstancije jezik se obriše. Bolesnik za vreme ispitivanja ne uvlači jezik nego pokazuje obeležene posude različitih ukusa. Drugi način ispitivanja je aplikacijom galvanske struje od 0.25 do 0.5mA na jezik što izaziva kiseo ukus. I pored navedenog najčešće se oslanja na anamnestičke podatke koji su obično vrlo precizni.

Takođe se od pacijenta traži da proguta, kašlje, a istovremeno se procenjuju i govorne smetnje (Shah R.J., 2023., Borivoje M.R., 2011., Hall J.E. et al., 2006.).

Pored navedenog poremećaja gustacije u zadnjoj trećini jezika i nepcu, smanjene senzacije preko zadnje trećine jezika, nepca, ždrela i tonzilama (bol u ovoj regiji ispituje se dodirivanjem sluznice ove regije dugom iglom), smetnje gutanja (disfagija), može se registrovati i gubitak refleksa karotidnog sinusa koji je praćen tahikardijom (pritisak iznad sinusa normalno izaziva bradikardiju i pad tenzije), odsustvo gag refleksa (naziva se još i refleks grkljana ili faringealni refleks, štiti osobu od gušenja pokušajem izbacivanja stranog tela, poznatog u slučaju kada se osoba zagrcne. Faringealni refleks se dobija kada se npr. špatulom dodiruje koren jezika, zadnjeg zida ždrela, tonzile, posebno za svaku stranu. Tako se izaziva refleks povraćanja (u reakciji učestvuje aferentni neuron IX KN i eferentni X KN), pomeranje mekog nepca tj. uvule,

unazad i u zdravu stranu. Refleks mekog nepca se dobija dodirivanjem uvule ili mekog nepca npr. špatulom. Tada se meko nepce podiže što je zadatak aferentnog neurona V i IX KN, a eferentnog neurona X KN. Kao što je ranije navedeno IX KN učestvuje u deglutaciji (gutanju). Nakon njegove povrede nastaje devijacija farinksa, spuštanje nepčanog luka i otežano gutanje. Vertenov fenomen nastaje u slučaju lezije IX KN, a klinički se manifestuje konstrikcijom zadnjeg faringealnog zida pri izgovaranju samoglasnika „a”. Sniženost ili odsustvo palatinalnog refleksa, i poremećaj sekretorne funkcije parotidne žlezde te povećana salivacija koja se viđa kod zahvaćenosti plexus tympanicus u slučaju lezije srednjeg uva. Vrlo retko se viđa „Ny” uvule kod centralnih zapaljenskih i vaskularnih lezija.

Jedan od najvažnijih fenomena su gustoreceptivne halucinacije. One nastaju u slučaju lezije temporalnog režnja i mogu biti prisutne kao uvod u epileptični napad (Shah R.J., 2023., Borivoje M.R., 2011., Hall J.E. et al., 2006.).

Diferencijalno dijagnostički se MR snimanjem mogu isključiti tumori tonzila, farinksa ili pontocerebelarnog ugla.

Terapijski se tretira kao i trigeminalna neuralgija. Vrlo retko se radi parcijalna resekcija ovoga nerva u pomenutoj regiji (Shah R.J., 2023., Borivoje M.R., 2011., Hall J.E. et al., 2006.).

Sindromi oštećenja n.glossopharyngeusa:

1.Orlov sindrom je prvi put dijagnostikovao Watt Weems Eagle 1937.godine, po kome je i dobio naziv Eagleov sindrom. On čini skup simptoma nastao kao posledica elongacije stiloidnog nastavka ili mineralizacije stilohioidnog kompleksa. Stilohioidni kompleks čini stiloidni nastavak, stilohioidni ligament i mali rog hioidne kosti. Orlov sindrom ili Iglov sindrom (Eagleov sindrom) je redak entitet koji se obično u kliničkoj praksi slučajno dijagnostikuje. Češće se javlja kod žena između 30 i 40 godine života. Simptomi se javljaju usled pritiska ili uklještenja živca između processusa styloideusa i hioidne kosti uz istovremeno često prisutnu upalu periosta, kompresiju cervikalnih nerava i opstrukciju cervikalnih krvnih sudova. Uzroci mogu biti i duža hioidna kost, bolna stanja vezana za iritaciju kod povrede tetiva u ovoj regiji, kalcifikacije tkiva ove regije i sl. Često se javlja i kod operacija (npr. kod uklanjanja krajnika) i povreda u ovoj regiji. Klinički

se prepoznaje po prisutnom tupom neuralgičnom bolu u bočnom delu jezika koji zrači u grlo te se pacijent žali na bol u grlu, ustima, glavi, vratu i licu. Anamnestički se dobija podatak da oboleli ima osećaj kao da je prisutno strano telo u grlu uz stalnu potrebu da pročisti grlo ili proguta, a simptomi se mogu intenzivirati prilikom gutanja (Shah R.J., 2023.).

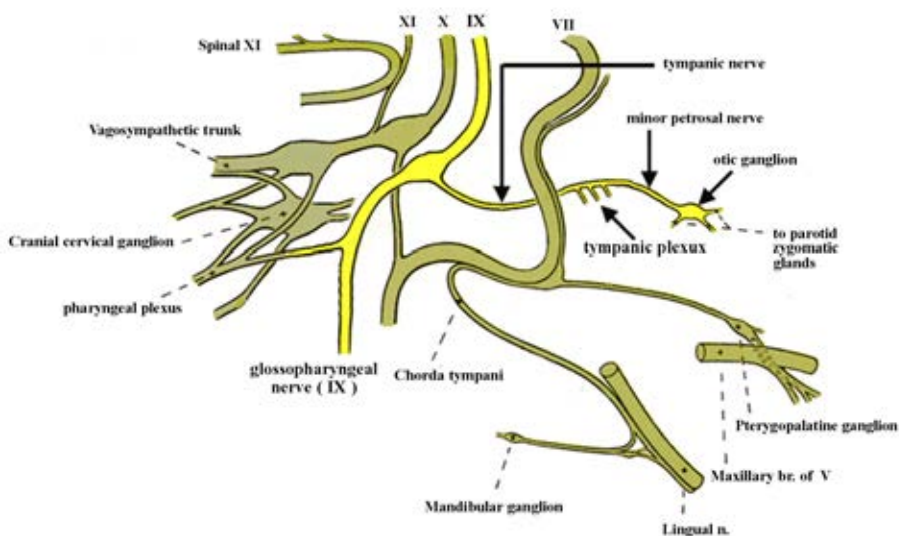
2. Neuralgija n.glossopharyngeusa se često poistovećuje sa ranije pomenutim Orlovim sindromom jer su simptomi, dijagnostika i terapijski koraci identični tretmanu neuralgije n.trigeminusa. Neuralgija n.glossopharyngeusa najčešće se javlja posle 30.godine. Klinički se prepoznanje po karakterističnim paroksizmima bola, slično neuralgiji n. trigeminusa. Bol počinje u tonzilarnoj loži u grlu, a širi se od baze jezika, nepca, tonzila, glotisa. Neuralgija n.glossopharyngeusa je pretežno homolateralna tj. ipsilateralna. Bol od glotisa zrači u Eustahijevu tubu, iza uva u mandibularni vrat. Paroksizam bola traje obično 20 do 30 sekundi, a često je praćen osećajem pečenja u trajanju 2 do 3 minuta. Bol se često može isprovocirati kašljem, iskašljavanjem, žvakanjem, gutanjem, govorom. Kod idiopatske neuralgije senzibilitet je očuvan. Retko u vrlo malom procentu, kod svega 1 do 2% bolesnika sa ovom neuralgijom je povećana aktivnost n.vagusa, što može uzrokovati sinusni zastoj srca sa sinkopom, a što je u ranijem tekstu već opisano (Shah R.J., 2023., Borivoje M. R., 2011., Hall J.E. et al., 2006.).

3. Neuralgia n.tympanica (N.Jacobson) karakteriše se bolom ograničenim na uvo i Eustahijevu tubu. Za ovu neuralgiju gutanje nije provokativni faktor (Shah R.J., 2023.).

4. Huntova neuralgija sa glossodynijom (bol u jeziku) ili neuralgija ganglion Gasserii. Bol je lokalizovan u uvu praćen je suženjem rime oculi (n.lacimalis - V1, nervus communicans cum n.lacimalis V2) hipersekrecijom nosa, hipersalivacijom i povremeno nekim senzacijama u uvu (diferencijalno dijagnostički može podsećati na neuralgiju plexus tympanica, s tim što ona nema senzacije u promeni ukusa) (Shah R.J., 2023.).

5. Reichertov syndrom (češće nazvan Remzi - Hantov sindrom) je nepotpuna parcijalna neuralgija koja zahvata timpaničnu granu n.glossopharyngeusa. Terapijski se u ovom slučaju može razmotriti intrakranijalno presecanje (parcijalna resekcija) n.glossopharyngeusa (Shah R.J., 2023.). (vidi raniji tekst)

Na slici je prikazan parasimpatički put glosofaringealnog nerva.



Literatura:

Adel K. Afifi. (2006.). Funkcionalna neuroanatomija: Tekst i atlas. Meksiko D.F. : MekGrav Hil.

Barral, Jean-Pierre; Croibier, Alain (2009-01-01), Barral, Jean-Pierre; Croibier, Alain (eds.), „Chapter 21-Glossopharyngeal nerve”, Manual Therapy for the Cranial Nerves, Edinburgh: Churchill Livingstone, pp. 181-189, doi:10.1016/b978-0-7020-3100-7.50024-0, ISBN 978-0-7020-3100-7, retrieved 2020-12-31.

Borivoje M. Radojičić, Klinička neurologija XVII prerađeno i prošireno izdanje za lekare i studente, Beograd, maj 2011.

Даринка Станишић-Синобад (2001.) Основи гнатомогије. Београд: БМГ. ISBN 86-7330-139-4 COBISS-ID 94080780.

Hall J.E., Guyton A.C. (2006.): Textbook of medical physiology,

11th edition. Elsevier Saunders, St. Louis, Mo, ISBN 0-7216-0240-1.

Netter, Frank H. (31 August 2012.) Atlas of human anatomy (5th ed.). Philadelphia. ISBN 978-1-4557-5858-6. OCLC 763159902.

Sakamoto Y. Morphological Features of the Glossopharyngeal Nerve in the Peripharyngeal Space, the Oropharynx, and the Tongue. *Anat Rec* (Hoboken). 2019. Apr;302(4):630-638.

Славољуб В. Јовановић, Нева Л. Лотрић (1987.) Дескриптивна и топографска анатомија човека. Београд, Загреб: Научна књига.

Славољуб В. Јовановић, Надежда А. Јеличић (2000.) Анатомија човека - глава и врат. Београд: Савремена администрација. ISBN 978-86-387-0604-4.

Славољуб В. Јовановић, Надежда А. Јеличић (2000.) Анатомија човека - глава и врат. Београд: Савремена администрација. ISBN 86-387-0604-9.

Shah RJ, Padalia D., Treasure Island (FL): Apr 27, 2023. Glossopharyngeal Neuralgia.

Singh O, M Das J. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): Apr 3, 2023. Anatomy, Head and Neck: Jugular Foramen.

Sonne J, Lopez-Ojeda W. Neuroanatomy, Cranial Nerve. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): Dec 9, 2022.

Susan Standring, yp. (2009.) [1858]. Gray's anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice, Expert Consult. illustrated by Richard E. M. Moore (40 изд.). Churchill Livingstone. ISBN 978-0-443-06684-9.

Tamimi, Dania; Hatcher, David, eds. (2016-01-01), „Glossopharyngeal Nerve (CNIX)”, *Specialty Imaging: Temporomandibular Joint, Specialty Imaging*, Philadelphia: Elsevier, pp. 232–237, doi:10.1016/b978-0-323-37704-1.50040-1, ISBN 978-0-323-37704-1, retrieved 2020-12-31.

Tubbs R. Shane, Martin M. Mortazavi, Loukas Marios, Mohammadali M. Shoja, Cohen-Gadol AA. Intraoperative and anatomical descriptions of intracranial connections between the glossopharyngeal and vagus nerves: clinical implications. *J Neurosurg*. 2011. Jul;115(1):179-81.

Tubbs, R. Shane; Martin M. Mortazavi; Mohammadali M. Shoja; Loukas Marios (2015.) „26 - Anatomy of the Glossopharyngeal Nerve”. Nerves and Nerve Injuries. Vol. 1: History, Embryology, Anatomy, Imaging, and Diagnostics. Academic Press. pp. 3713-383. doi:10.1016/B978-0-12-410390-0.00027-5. ISBN 978-0-12-410390-0.

Weissleder, Ralph; Wittenberg, Jack; Harisinghani, Mukesh G.; Chen, John W. (2011.) „7 - Head and Neck Imaging”. Primer of Diagnostic Imaging (5th ed.). Mosby. pp. 427-461. doi:10.1016/B978-0-323-06538-2.00007-X. ISBN 978-0-323-06538-2.

Drugi izvori podataka:

<https://vanat.ahc.umn.edu/ans/pages/popUpPgs/ParaCranNIXMiller.html>

<https://teachmeanatomy.info/head/cranial-nerves/glossopharyngeal-nerve>

<https://anatomyqa.com/glossopharyngeal-nerve-course-branches>

<https://www.kenhub.com/de/library/anatomie/nervus-glossopharyngeus>

<https://teachmeanatomy.info/head/cranial-nerves/glossopharyngeal-nerve>

<https://medsurf.iml.unibe.ch/morphomed/neuroanatomie/hirnnerven/ix-nglossopharyngeus-anatomie/nglossopharyngeus-duraverlauf>

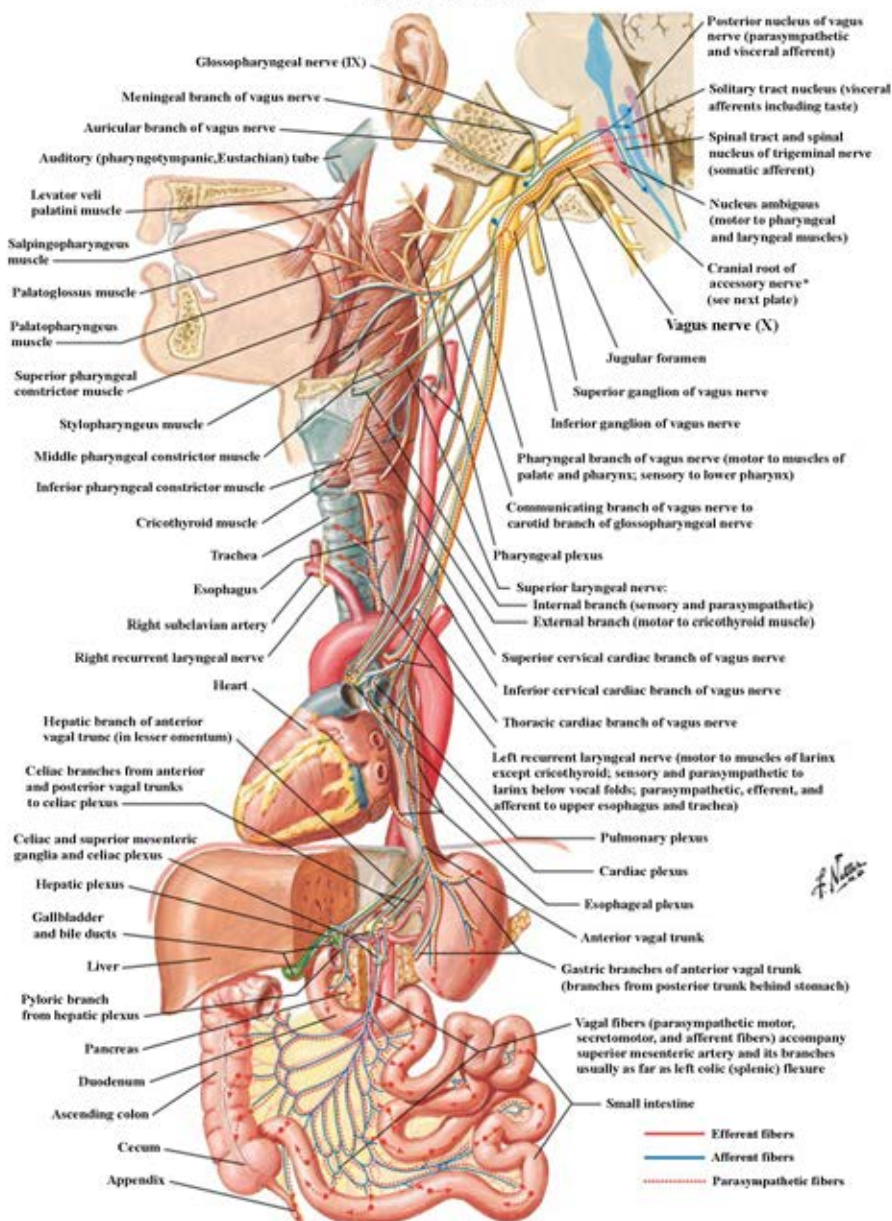
<https://www.sciencedirect.com/topics/neuroscience/otic-ganglion>

X KRANIJALNI NERV ŽIVAC LUTALICA (*nervus vagus*)

Nervus vagus (n.vagus, X KN, lat. vagus = lutalica) je najduži kranijalni nerv. On ima najrasprostranjeniju inervaciju u telu čoveka. N.vagus je mešoviti kranijalni nerv, sadrži senzitivna, motorna i parasimatička nervna vlakna. Polazeći iz mozga preko grudnog koša, doseže do abdomena. Posrednik je u parasimpatičkoj kontroli srca i probavnog trakta. N.vagus ima uglavnom vegetativnu ulogu, a zbog širokog polja inervacije dobio je naziv „živac lutalica”. Iako se najčešće opisuje u jednini, on je parni moždani živac (Susan S., 2009., Slavoljub V.J. i sar., 2000.).

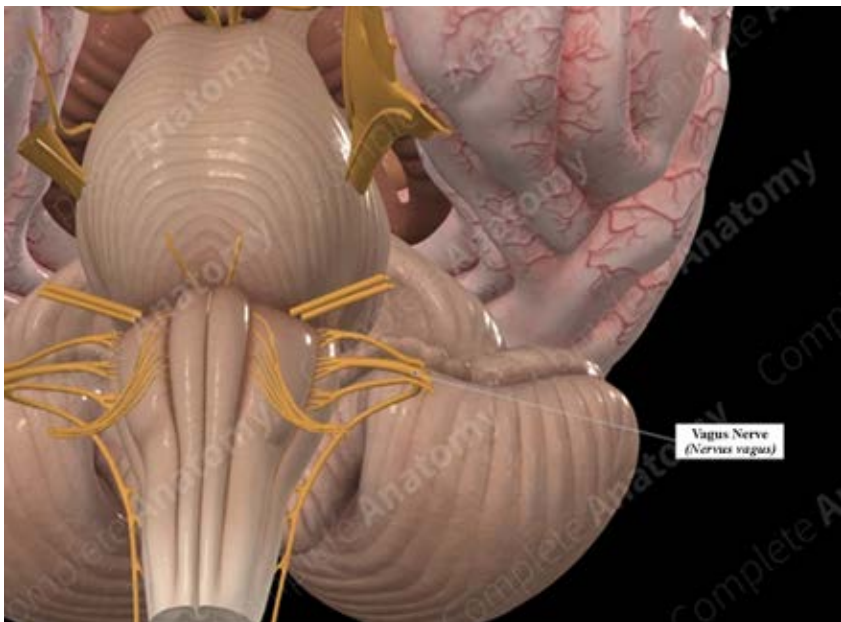
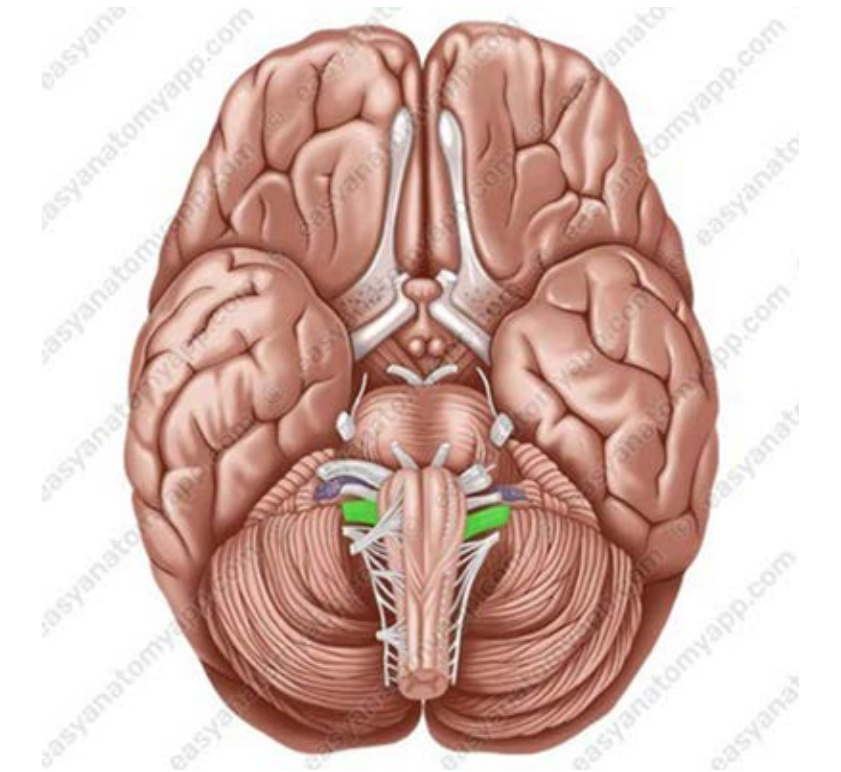


Vagus Nerve (X): Schema





Anatomski posmatrano jedro n.vagusa je smešteno u kaudalnom delu nucleus ambiguusa čija je lokacija u retikularnoj formaciji produžene moždine, najnižeg dela moždanog stabla. Jedra se nalaze u bočnim delovima rostralnog dela moždine iza od donje masline, olive. Nucleus ambiguus je zajedničko jedro eferentnih vlakana n.glossopharyngeusa i n.vagusa (IX i X KN). Naziv „ambiguus” potiče od njegove lokacije koju je teško precizirati jer varira u različitim vrstama (Adel K.A., 2006., Wilsen L.P. et al., 2002.).



Do šeste gestacijske nedelje, centralni nervni sistem prolazi kroz pet razvojnih faza, pet vezikula: telencephalon, diencephalon, mesencephalon i myelencephalon. Embriološki produžena moždina (medulla oblongata) potiče iz myelencephalona. Motorna vlakna n.vagusa vode poreklo iz bazalne ploče produžene moždine, dok senzorna vlakna n.vagusa potiču iz kranijalnog nervnog grebena koji nastaje iz ćelijskog sloja ektoderma (Jinkins J.R., 2000., Hill M.A., 2017.).

Da se ukratko podsetimo anatomije i uloge nucleus ambiguusa: ovo jedro se nalazi u medularnoj retikularnoj formaciji. U nucleus ambiguusu su lokalizovane ćelije čija su vlakna eferentna specijalna visceralna tzv. branhomotorna ili brahiomerna vlakna koja obezbeđuju funkciju gutanja i fonaciju. Naime, ona inervišu ipsilateralne poprečno prugaste mišiće farinksa, larinksa i gornjeg dela jednjaka i uglavnom su odgovorna za gutanje i govor. Iz njega nastaju eferentna motorna vlakna n.vagusa koja inervišu mišiće mekog nepca, larinksa, fariksa, kao m.stylopharyngeus i mišiće konstriktore glosofaringealnog nerva (IX KN) tj. mišiće čiju inervaciju kontroliše nucleus ambiguus, a koji pokreću mehanizam gutanja i fonacije (James S., 2022., Baker E.L. et al., 2022.). Kliničkoj praksi je poznato da jednostrane lezije nucleus ambiguusa mogu dovesti do disfagije i promuklosti. Ovi simptomi su tipični kod lateralnog medularnog sindroma tzv. Valenbergov sindrom. Takođe, nucleus ambiguus preko X KN igra ulogu u parasimpatičkoj regulaciji srca.

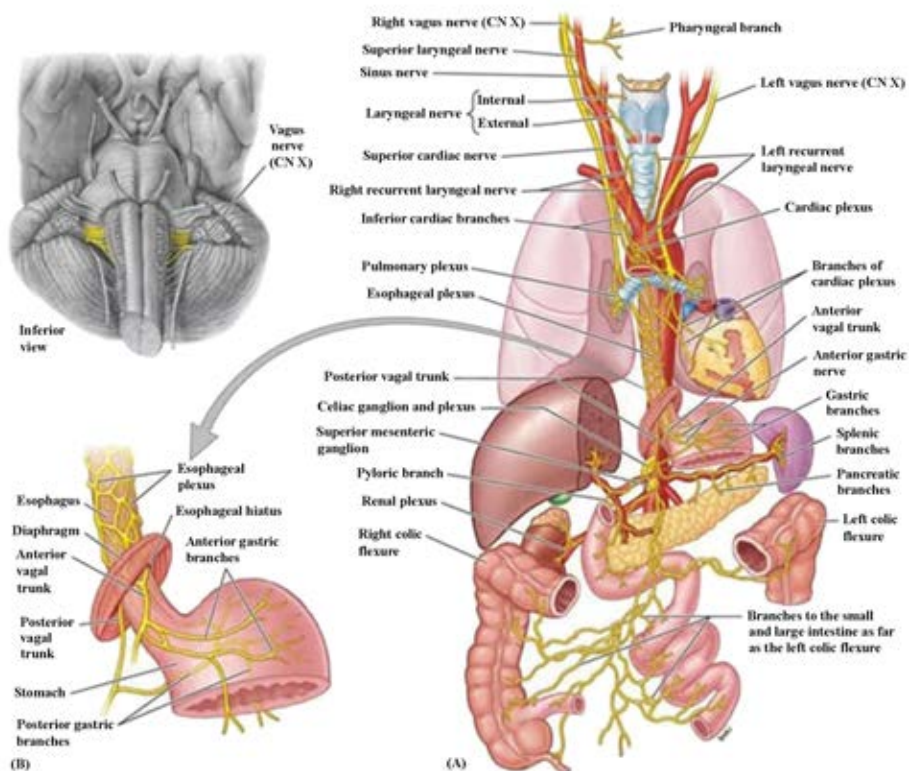
Nervus vagus je pored navedenog povezan sa tri glavna jedra u moždanom stablu: već pomenut nucleus ambiguus, dorzalno motorno jedro i nucleus solitarius (Baker E.L. et al., 2022.). Nucleus solitarius se nalazi lateralno od motornog jedra n.vagusa. U centru jedra se formira snop nervnih vlakana, tractus solitarius, koji ga inerviše. Nucleus solitarius je recipijent svih visceralnih aferenata. On je suštinski deo regulatornih centara unutrašnje homeostaze sa svojim direktnim uticajem na kardiovaskularni i gastrointestinalni regulatorni centar. Nucleus solitarius se deli na rostralni nucleus solitarius ili gustatorno jedro (prima informacije iz VII i IX KN kao i X KN koji je zadužen za epiglotis) i kaudalno jedro (ima ulogu kontrole kardiovaskularnog, respiratornog i gastrointestinalnog sistema putem IX KN koji prenosi informacije od baroreceptora i hemoreceptora u karotidnom telu, kao i X KN koji prenosi impulse sa luka aorte (Baker E.L. et al., 2022., Hall J.E. et al., 2006.).

Slika dole prikazuje distribuciju vagusnog nerva.

VAGUS NERVE (CN X)

@HEALTHY_STREET

DISTRIBUTION

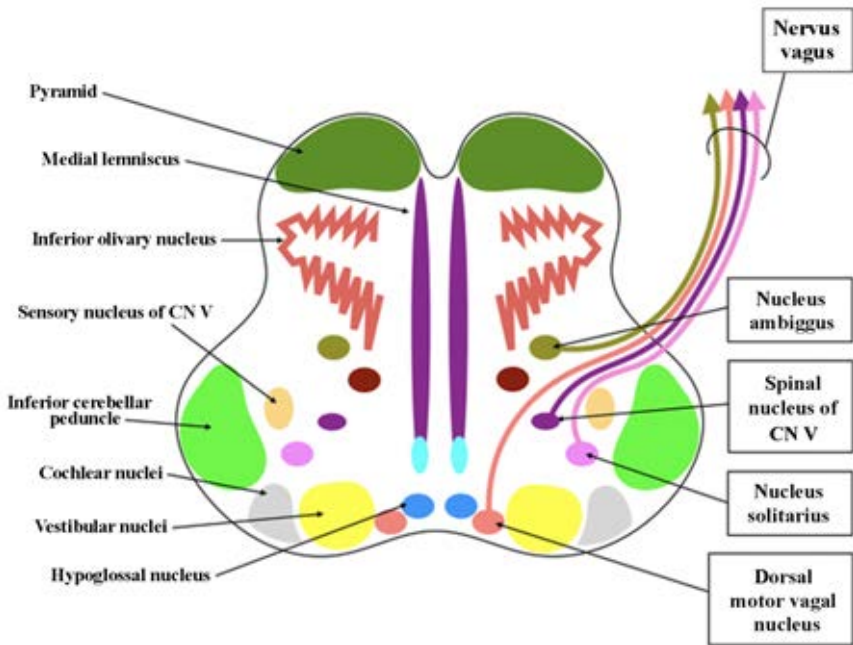


Somatosenzitivno jedro n.vagusa (nucleus tractus solitarii, za VII, IX i X živac) u kaudalnom delu prima završetke senzitivnih vlakana iz unipolarnih ćelija gangliona jugulare i šalje periferne grane preko ramus auricularis n.vagi do meatus acusticus i dela ušne školjke za sluznicu larinksa, farinksa, zadnjeg dela jezika, a isto i vlakna preko povratne meningealne grane do dure zadnje lobanjske jame. Centralne grane odlaze u spinalni trakt trigeminusa i njegovo jedro. U lobanju senzitivna vlakna ulaze sa n.glossopharyngeusom i n.accessoriusom.

Nucleus tractus solitarius je vertikalni stub sive mase koja se nalazi u dorzomedijalnoj meduli presečen snopom mijelinskih nervnih vlakana.

Nucleus tractus solitarius prima opšta senzorna aferentna vlakna hemoreceptora i mehanoreceptora karotidnog tela tj. baroreceptora karotidnog sinusa inervisanih preko n.glossopharyngeusa, tela aorte i sinoatrijalnog čvora (inervisanih preko n.vagusa), dok nucleus ambiguus i dorzalno motorno jedro u manjoj meri daju eferentna parasimpatička vlakna (Erman A.B. et al., 2009.). Nucleus tractus solitarius istovremeno prima i informacije iz prednje dve trećine jezika o ukusu (ovi impulsi se nose od ogranka n.facialis - chorda tympani) (Dulak D. et al., 2022.). Pored navedenog prima povratne informacije o ukusu iz zadnje trećine jezika i epiglotisa preko glosofaringealnog i vagusnog nerva. Sensorni i motorički elementi neurona koji inervišu nucleus tractus solitarius su odgovorni za refleks karotidnog sinusa, refleks kašlja, gag refleks kao i refleks povraćanja (Erman A.B. et al., 2009.). Nakon što ovo jedro primi signale za refleks povraćanja koji dolazi iz vestibularnog sistema i gastrointestinalnog trakta, isti signali se projektuju i na druga medularna jedra, dorzalno vagusno jedro, nucleus ambiguus i rostralnu moždinu nakon čega sinhrono koordinišu refleks povraćanja. Suštinski, nucleus tractus solitarius je primarni, najveći nuklearni stub za sve visceralne aferente iz našeg tela. Za razliku od toga trigeminalno jedro je najveći i glavni nuklearni stub za sve somatske aferente glave i lica (Erman A.B. et al., 2009., Dulak D. et al., 2022.). Pomenuta dva nuklearna stuba su glavna senzorna jedra u celom moždanom stablu zajedno sa trigeminalnim jedrom, koje se pruža od srednjeg mozga do gornjeg dela cervikalne moždine i nucleus tractus solitariusa koji se nalazi u meduli oblongati (Berthoud H.R., 2000.). Da se podsetimo trigeminalno jedro kičme prima informacije od ušne školjke vezano za duboki senzibilitet, dodir, bol i temperaturu, kao i što prima senzorne informacije iz dure mater zadnje lobanjske jame i sluzokože larinksa (Berthoud H.R., 2000., Ghannam J.Y. et al., 2022.).

NERVUS VAGUS CN X

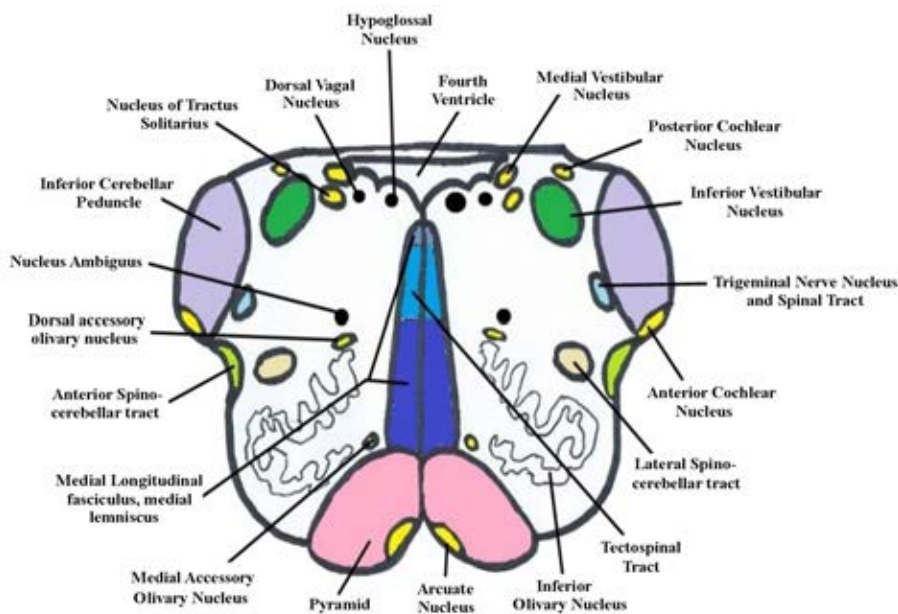


Chris Harding
2010 CC-BY-SA NC
Radopaedia.org

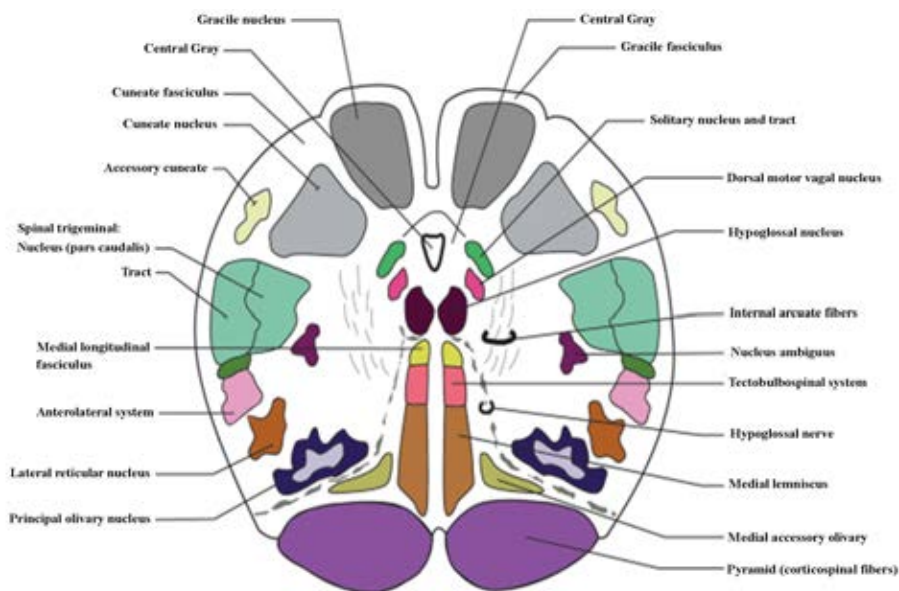
Nucleus ambiguus sadrži vagusne eferentne neurone koji inhibiraju rad srca. U slučaju da se broj otkucaja srca poveća, aferenti baroreceptori se aktiviraju i impulsi se završavaju u nucleus tractus solitarii u meduli oblongati. Ove signale prenose aferentne grane IX i X KN. Čelije nucleus tractus solitariusa šalju i ekscitatorne signale u nucleus ambiguus koji potom šalje inhibitorne signale sinoatrijalnom čvoru preko n.vagusa. Na taj način se smanjuje broj otkucaja srca. Tonična inhibicija srca ima kardioprotektivnu funkciju. Suprotno navedenom, kada broj otkucaja srca postane previše nizak, ovaj parasimpatički mehanizam se ne aktivira, što rezultira povećanju broja otkucaja srca (Hall J.E. et al., 2006., Borivoje M.R., 2011.). Fiziološki mehanizam modulacije ovog parasimpatičkog refleksa se odvija preko peptida kao što je npr. bradikinin. Ovaj endogeni peptid ima kardioprotektivna i vazodilatatorna svojstva. On deluje na receptore koji se nalaze na nucleus ambiguusu i izaziva bradikardiju (Brailoiu

E. et al., 2017). Ovaj peptid stimuliše B1 i B2 receptore u pomenutom nucleus ambiguusu što rezultira povećanim oslobađanjem citosolnog kalcijuma i depolarizacijom neurona (Brailoiu E. et al., 2017). U ovom mehanizmu učestvuju i drugi peptidi i receptori što je uključeno u složenu tzv. petlju povratne sprege dejstva vagusa na srčani tonus preko nucleus ambiguusa, uključujući i receptore estrogena koji su povezani sa G-proteinom u nucleus ambiguusu. Aktivacija ovoga proteina izaziva bradikardiju, što objašnjava kardioprotektivni mehanizam estrogena na srcu. Sve navedeno ukazuje da je nucleus ambiguus važan modulator srčane aktivnosti i zaštitnih refleksa (Brailoiu GC. et al., 2013.)

Nucleus ambiguus prima vlakna iz susednih jedara i to senzornog trigeminalnog jedra kičme i nucleus solitariusa da bi se formirao gag refleks. Ovaj refleks se sastoji od senzornog i motornog dela. Senzorni deo potiče od IX KN (gradi sinapsu u trigeminalnom jedru u kičmi i nucleus solitariusu), a motorni deo potiče od X KN iz nucleus ambiguusa (stimulacija motornog dela izaziva pokrete jezika i mekog nepca).

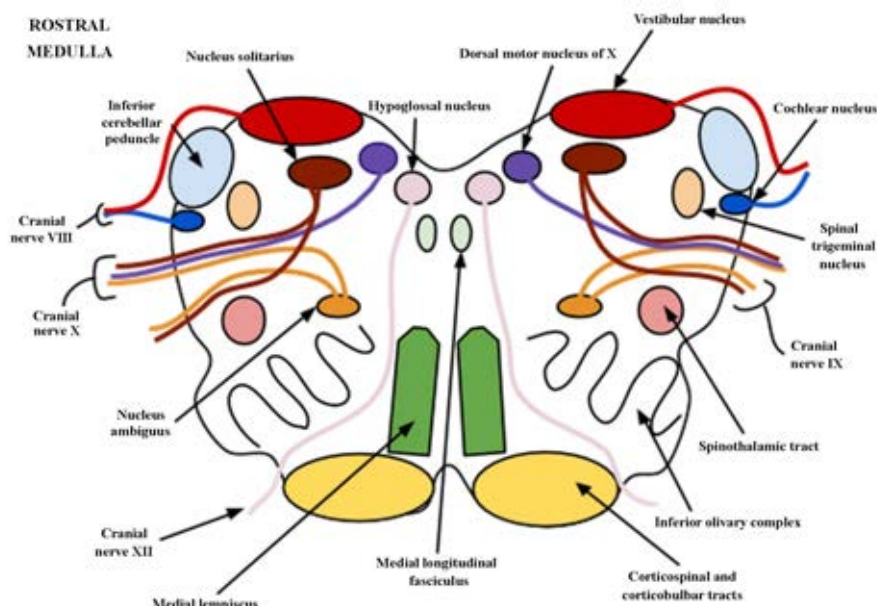


Parasimpatičko ili visceromotorno jedro (nucleus dorsalis parasympathicus n.vagi tj. nucleus originis dorsalis n.vagi) daje inervaciju za glatku muskulaturu gastrointestinalnog trakta do poslednje trećine colon transversusa. Ispod ovoga nivoa inervacija potiče od sakralnog parasimpaticusa. Pored navedenog ovo jedro učestvuje u regulaciji rada srca delujući inhibitorno na srčanu akciju (usporava srčanu akciju), daje preganglijske parasimpatičke neurone za srce, smanjuje sekreciju suprarenalne žlezde, smanjuje kontrakcije glatke muskulature (Slavoljub V.J. i sar., 2000.). Njihova postganglijska vlakna nastaju u terminalnim ganglijama visceralnih organa. Njegovo draženje izaziva kontrakciju glatkih mišića traheje, bronha i bronhiola (simpatikus iz Th1 segmenta facilitira rad srca). Ovo jedro je pod kontrolom viših centara u hipotalamusu (Bad'ov centar), a smatra se da ima i bikortikalnu inervaciju (polazi sa unutrašnje strane sulcusa sagitalisa u predelu temena, parietalno) (Hall J.E. et al., 2006., Borivoje M.R., 2011., Adel K.A., 2006., Moore K., 2005.).



Dorzalno jedro n.vagusa, viscerosenzitivno jedro (nucleus dorsalis n.vagi tj. nucleus terminalis areae cinereae ili nucleus posterior nervi vagi, zadnje jedro vagusnog nerva ili dorzalno jedro vagusnog nerva), jedro n.vagusa moždanog stabla koje leži ventralno tj. anteriorno od

dna tj. baze četvrte moždane komore, a lateralno od parsimatičkog jedra. Ono sadrži tela nervnih ćelija parasimpatičkih neurona X KN koja obezbeđuju eferentna vlakna za parasimpatičku inervaciju glatke muskulature i žlezda gastrointestinalnog trakta, pluća, srca i drugih organa toraksa (Patestas M.A., 2006.). Vlakna unipolarnih ćelija u ganglion nodosumu šalju periferne grane do farinksa, larinksa, traheje, ezofagusa, torakalnih i abdominalnih visceralnih organa i nekoliko grančica za ukus u regionu epiglotisa. Ove funkcije pored navedenog uključuju i bronhokonstrikciju i lučenje žlezda (Patestas M.A., 2006., Hall J.E. et al., 2006.). Visceralna aferentna vlakna n.vagusa prenose osećaje abdominalne distenzije, mučnine i impulse za regulaciju dubine disanja i kontrole tenzije. Tela ćelija parasimpatičkih neurona X KN, koji inervišu kao što je već rečeno srce, u međuvremenu se nalaze u nucleus ambiguusu, a dodatna tela ćelija nucleus ambiguusa dovode do ganglijskih eferentnih motornih vlakana n.vagusa. Pojednostavljeno rečeno u ovom jedru se završavaju senzitivna vlakna (dolaze iz visceralnih organa koje vagus inervišu) i motorna vlakna. N.vagus ima anastomoze sa VII, IX, XI, XII KN i simpatikusom. Njegove senzitivne grane su ušna, moždana i faringealne, zatim motorne grane n.laryngeus superior, za m.uvulae, n.recurens, grane za srce, bronhije, jednjak i abdominalne organe (Patestas M.A., 2006., Hall J.E. et al., 2006.).



Kao što je u ranijem tekstu rečeno, vagusni nerv u vidu korenčića izlazi u retroolivarni žleb tzv. lateralni paraolivarni / posterolateralni sulkus, koji se nalazi između tela masline i donjeg malog pedunkula.

Supranuklearni impulsi u ovo jedro dolaze iz obe hemisfere i iz donjeg dela precentralne vijuge.

Vlakna n.vagusa napuštaju lobanju kroz foramen jugulare, izvan lobanje i preko n.laryngeusa inervišu unutrašnje mišiće larinksa, a pored toga još i farinks i uvulu. U slučaju jednostrane oduzetosti ovoga nerva ne dolazi do potpunog ispada funkcije, već samo do promuklosti i do otežanog disanja. U slučaju povrede vlakna za inervaciju mišića farinksa dolazi do disfagije (dysphagia ili otežao gutanje) i nestanka faringealnog refleksa. Kod jednostrane oduzetosti mekog nepca, uvula skreće na zdravu stranu, glas postaje nazalan i refleks mekog nepca izostaje. Najduža vlakna grade n.frenicus koji omogućava inervaciju dijafragme.

Senzorne ganglije vagusnog nerva se sastoje od gornjeg i donjeg ganglijskog toka. N.vagusu se pridružuje kranijalni koren pomoćnog nerva tj. IX KN, neposredno iza donjih ganglija. Stablo vagusnog nerva se na dalje spušta niz vrat između karotidne arterije i unutrašnje jugularne vene, unutar karotidne ovojnice. U donjem delu vrata ovaj nerv ulazi u grudni koš, ali sa ovoga mesta levi i desni vagusni nerv idu različitim putevima. Levi n.vagus se pruža anteriorno od luka aorte, iza primarnog levog bronha i u jednjak, dok desni n.vagus putuje iza jednjaka i primarnog desnog bronha. I levi i desni n.vagus ulaze u abdomen kroz ezofagusni otvor na dijafragmi i na dalje individualno prate svoj tok do terminalnih organa koje inervišu (Hall J.E. et al., 2006., Borivoje M.R., 2011., Baker E. et al., 2022.).

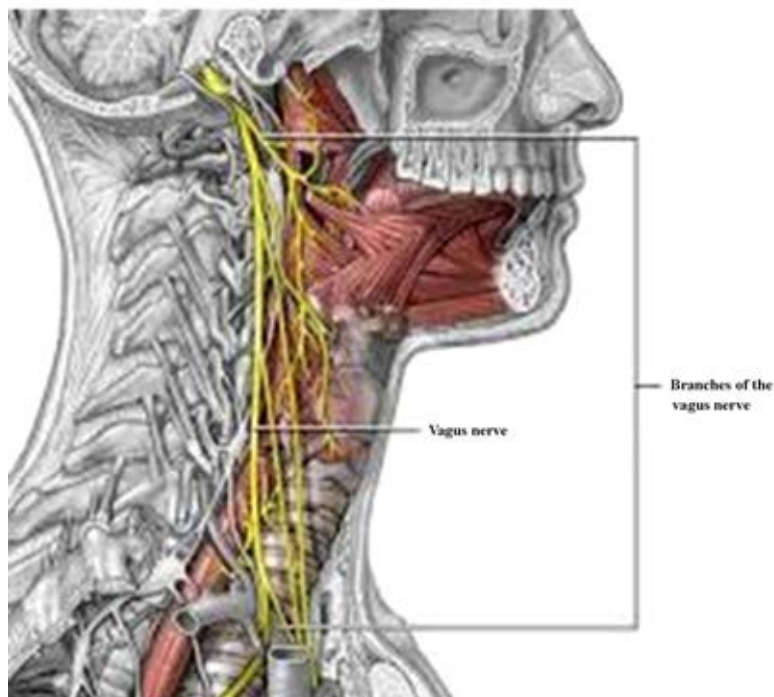
Bočne grane n.vagusa u predelu vrata:

Meningealna grana (ramus meningeus) n.vagusa nastaje i izlazi iz gornjeg gangliona, vraća se kroz jugularni otvor (foramen jugularis) u lobanjsku duplju i odlazi u zadnju lobanjsku jamu gde svojim opštim aferentnim vlaknima inerviše deo dure mater tj. tvrde moždane opne (Slavoljub V.J. i sar., 2000., Hall J.E. et al., 2006., Borivoje M.R., 2011.).

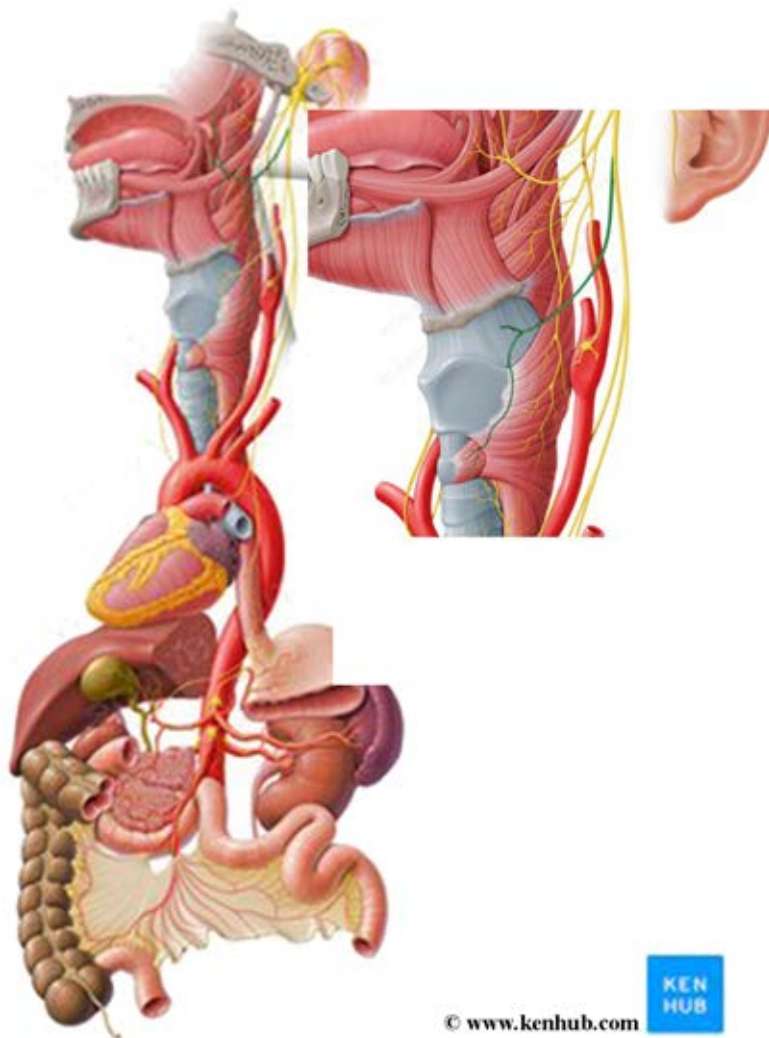
Ušna grana (ramus auricularis) je poznata kao Arnoldov nerv. Ova grana, kao i meningealna, nastaje i izlazi iz gornjeg gangliona, potom ponovo ulazi kroz lateralni deo jugularnog otvora u kanal u

piramidi slepoočne kosti. Na dalje izlazi kroz timpanomastoidni sulkus tj. šav temporalne kosti i svojim opštim aferentnim vlaknima inerviraju njenu kožu, spoljašnji deo bubne opne i kožu spoljašnjeg ušnog kanala (Slavoljub V.J. i sar., 2000., Hall J. E. et al., 2006., Borivoje M.R., 2011.).

Faringealne tj. ždrelne grane n.vagusa (ramus pharyngealis nervi vagi) nastaju iz donjeg gangliona vagusnog nerva, a sadrže visceralna aferentna i motorna vlakna. Motorna eferentna vlakna ove grane vagusnog nerva snabdevaju IX KN tzv. pomoćni nerv, koji se spaja sa faringealnim nervom. Ždrelne grane se prostiru prema napred i naniže ka bočnom zidu ždrela niz omotač unutrašnje karotidne arterije do srednjeg konstriktornog mišića. Na ovom mestu se od filamenata faringealnih grana formira faringealni plexus zajedno sa granama IX KN, granama laringealnog nerva i simpatičkim vlaknima iz gornje cervikalne ganglije tj. granama cervikalnog simpatičkog stabla pa se od vrata naniže smatra mešovitim parasimpatičko-simpatičkim nervom. Faringealni plexus inerviraju mišiće ždrela, osim stilofaringealnog mišića, zatim sluzokožu ždrela, osim dela stilofaringealnog mišića i meko nepce osim musculus tensor palatini.



Grane pomenutog faringealnog pleksusa, zajedno sa simpatičkim i glosofaringealnim vlaknima, učestvuju u inervaciji unutrašnjeg karotidnog pleksusa koji se nalazi na bočnoj strani unutrašnje karotidne arterije. Visceralna aferentna vlakna n.vagusa su odgovorna za prenos impulsa sa hemoreceptora u karotidnom telu (Slavoljub V.J. i sar., 2000., Hall J.E. et al., 2006., Borivoje M.R., 2011.).



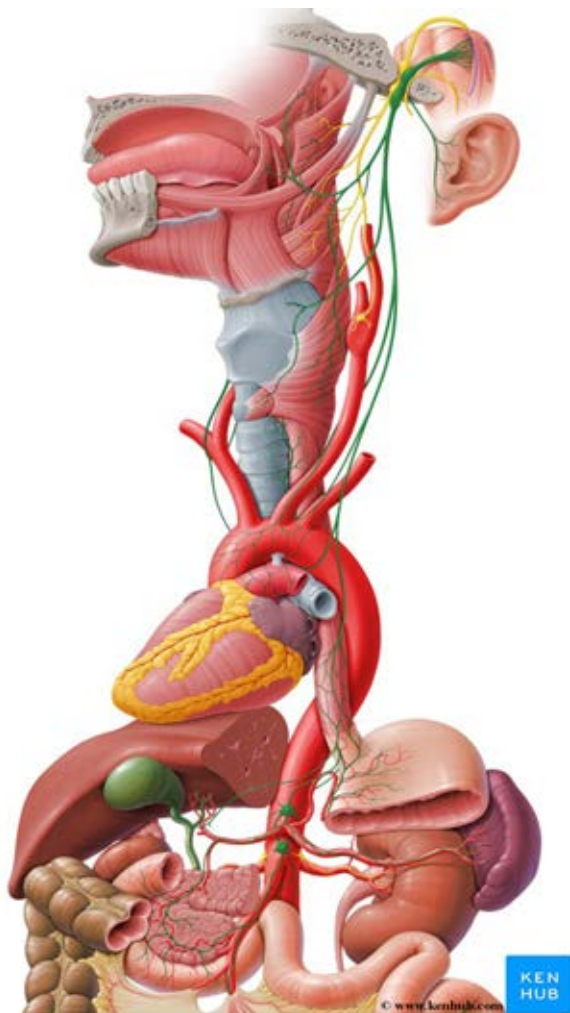
Na slici gore prikazane su faringealne i aurikularne grane nervus vagusa.

Gornji laringealni nerv tj. gornji grkljanski živac (nervus laryngeus superior) je mešovita grana n.vagusa. Neki autori ga zovu i nervus laryngeus cranialis. Deo je strukture IV luka brahijalnog pleksusa. Na taj način doprinosi inervaciji faringealnog i laringealnog područja za koji je zadužen pomenuti luk brahijalnog pleksusa. Aferentna vlakna nervus laryngeus superior nastaju iz donje ganglije vagusnog nerva. Ova grana vagusnog nerva prima neka simpatička vlakna iz gornje cervikalne ganglije. Gornji laringealni nerv, na nivou prelaza hipoglosnog nerva tj. XII KN, prolazi između spoljašnje i unutrašnje karotidne arterije, a potom se deli na spoljašnje i unutrašnje grane na vrhu hioidne kosti, koja leži ispod donje vilice, mandibule. Unutrašnja laringealna grana ulazi u larinks kroz tzv. tirohioidnu membranu i inerviše veći deo sluzokože iznad glotisa. Spoljašnja grana larinksa polazi od donjeg faringealnog konstriktornog mišića i inerviše sluzokožu donjeg dela korena jezika, grkljana i malog dela ždrelo kao i unutrašnji mišić larinksa tj. krikotiroidni mišić. Svi ostali mišići larinksa su inervisani povratnim laringealnim nervom (nervus laryngeus recurrens), koji je takođe jedna od grana n.vagusa (Slavoljub V.J. i sar., 2000., Hall J.E. et al., 2006., Borivoje M.R., 2011.).

Gornji srčani nerv (rami cardiaci cervicales superiores) se grana od vagusnog nerva na najčešće dve grane u gornjem (superiornom) i donjem (inferiornom) delu vrata. Na svakoj strani postoje dve grane gornjeg srčanog nerva. One se spuštaju paralelno sa zajedničkom karotidnom arterijom, ulaze u grudni koš gde se spajaju sa ostalim granama vagusnog nerva i simpaticusom, zaduženim za inervaciju srca. Na taj način formiraju vegetativni splet srca. Leva gornja grana se spušta lateralno od traheje, ispred jednjaka i ide duboko do luka aorte gde se spaja sa dubokim delom srčanog pleksusa. Leva donja grana se takođe spušta lateralno od traheje, prelazi preko luka aorte i spaja se sa površinskim delom srčanog pleksusa. Za razliku od leve, desna gornja i donja grana se spuštaju duboko u a.subclaviu da bi se na dalje razili u dubokom delu srčanog pleksusa (Slavoljub V.J. i sar., 2000., Hall J.E. et al., 2006., Borivoje M.R., 2011.).

Rekurentni laringealni nerv (povratni grkljanski živac, nervus laryngeus recurrens) je takođe poznat kao donji laringealni nerv. Postoje dva povratna laringealna nerva, na levoj i desnoj strani. Karakterističan je po tome što ima različit početak, put i odnose na levoj i desnoj strani. Naziv su dobili jer prate ponavljajući tok (rekurentni tok) i

putuju u suprotnom smeru od nerva od kojeg su se granali. Rekurentni laringealni nerv sadrži brahijalna eferentna vlakna. Glavno stablo nerva je medijalno vezano za traheju i jednjak, a bočno za zajedničku karotidnu arteriju, unutrašnju jugularnu venu i vagusni nerv. Desni nerv se grana od n.vagusa na dnu vrata, potom putuje ispod a.subclavie, a zatim ide nagore u traheoezofagealni žljeb i ulazi u larinks. Levi nerv ima sličan put, kruži oko luka aorte distalno od ligamentum arteriosusa. I levi i desni laringealni nerv nastaju iz vagusnog nerva nakon što uđe u grudni koš, levi povratni jer nastaje u nivou luka aorte. Povratni nervi se potom pružaju put gore do larinksa.



Kao što je ranije pomenuto, svi unutrašnji mišići larinksa osim krikotiroidnog mišića, inervisani su ipsilateralnim rekurentnim nervom. Izuzetak je interaritenoidni mišić koji ima bilateralnu inervaciju (odnosi se na poprečni aritenoidni mišić, *musculus arytenoideus transversus*). Gornji i rekurentni laringealni nervi se spajaju u *ramus communicans* koji obezbeđuje visceralnu eferentnu inervaciju sluzokože jednjaka i glatkih mišića (Slavoljub V.J. i sar., 2000., Hall J.E. et al., 2006., Borivoje M.R., 2011.).

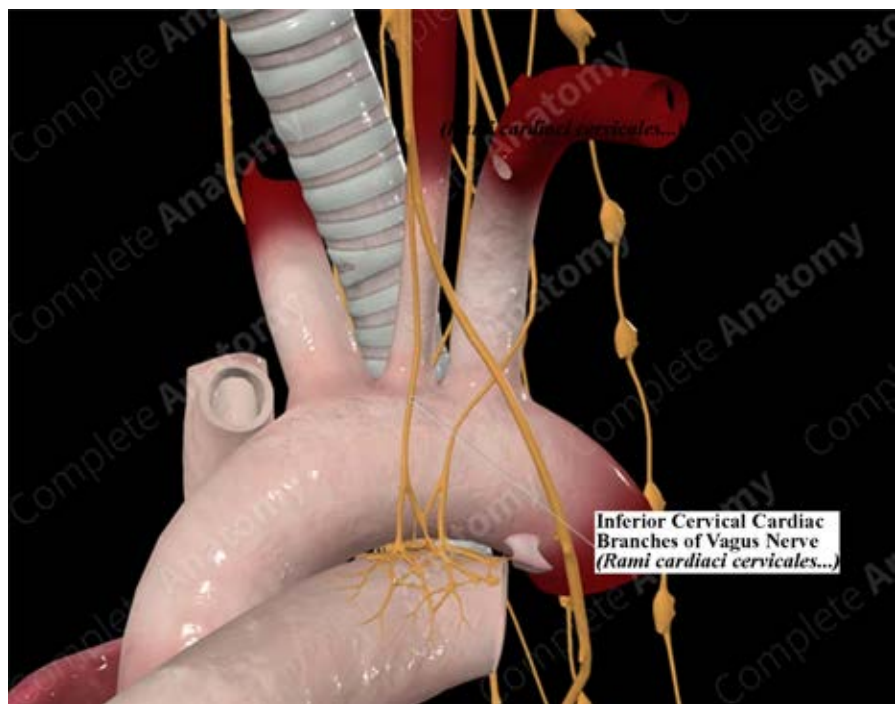
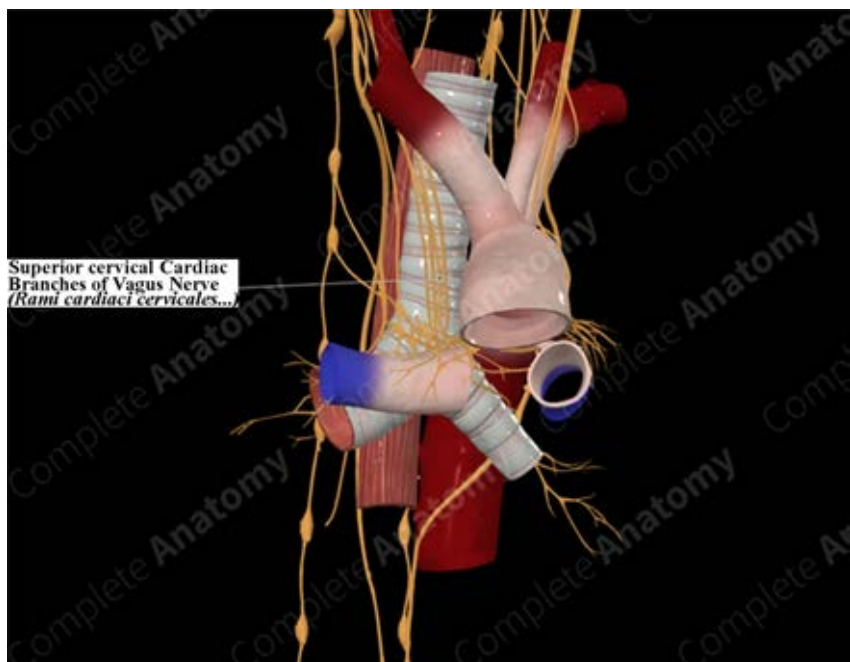
Bočne grane *nervus vagusa* u grudnom košu:

Donja cervikalna srčana grana *n.vagusa* (*ramus cardiacus cervicalis inferior nervi vagi*) različito nastaje na levoj i desnoj strani. Na levoj strani, donji srčani nerv nastaje iz povratnog laringealnog nerva tj. *nervus laryngeus recurrens*, a na desnoj strani nastaje iz stabla *n. vagusa* pored traheje. Obe strane, leva i desna, završavaju u dubokom delu srčanog plexusa. Ovaj plexus je odgovoran za inervaciju srca. On prima vlakna od srčanih nerava *vagusa*, rekurentnih laringealnih nerva i od cervikalnih ganglija simpatičkog stabla tj. *simpatikusa*.

Prednje bronhijalne grane, dve ili tri prednje bronhijalne grane, se nalaze na prednjoj površini *radix pulmonis* tj. korena pluća. Zajedno sa granama iz simpatičkog stabla formiraju prednji plućni plexus koji inerviše bronhijalno stablo i visceralnu pleuru.

Zadnje bronhijalne grane su veće i brojnije od prednjih grana. One se nalaze na zadnjem korenu pluća. Ove grane zajedno sa granama iz treće i četvrte torakalne ganglije simpatičkog stabla formiraju zadnji plućni plexus. Ovaj plexus je zadužen za inervaciju istih struktura kao i prednji plućni plexus, za bronhijalno stablo i visceralnu pleuru.

Grane jednjaka *vagusnog nerva*, motoričke i senzorne grane za jednjak, formiraju zajedno sa visceralnim granama simpatičkog stabla, plexus jednjaka. Grane jednjaka *vagusnog nerva* se protežu odozgo i ispod bronhijalnog plexusa. Grančice (*filamenti*) iz ezofagealnog plexusa se projektuju na zadnju površinu perikarda (Adel K.A., 2006., Wilsen L.P. et al., 2002.).



Bočne grane n.vagusa u abdomenu:

Prednje želudačne grane prednjeg vagusnog stabla (rami gastrici anteriores trunci vagalis anterior) su grane levog i desnog vagusnog nerva. Grane desnog vagusnog nerva formiraju zadnji želudačni plexus na zadnjoj donjoj površini želuca. Grane levog vagusnog nerva formiraju prednji želudačni plexus na antero superiornoj površini tj. prednje gornjoj površini želuca. Oba dela se protežu između slojeva malog omentuma tj. omentum minora. Vlakna iz prednjeg želudačnog plexusa se protežu do pilorusa i gornjeg dela dvanaestopalačnog creva. Zadnje vagusno stablo, pored zadnjih želudačnih grana, daje vlakna za veliki abdominalni autonomni plexus iz koje se vlakna vagusa protežu do celijačne, bubrežne i gornje mezenterične arterije.

Celijačne grane vagusnog nerva potiču prvenstveno od desnog vagusnog nerva. One se pridružuju celijačnom plexusu koji je zadužen za inervaciju pankreasa, slezine, bubrega, suprarenalnih žlezda i creva. Zbog svog rasprostiranja u svim pravcima celijačni splet često nazivaju „sunčani splet”.

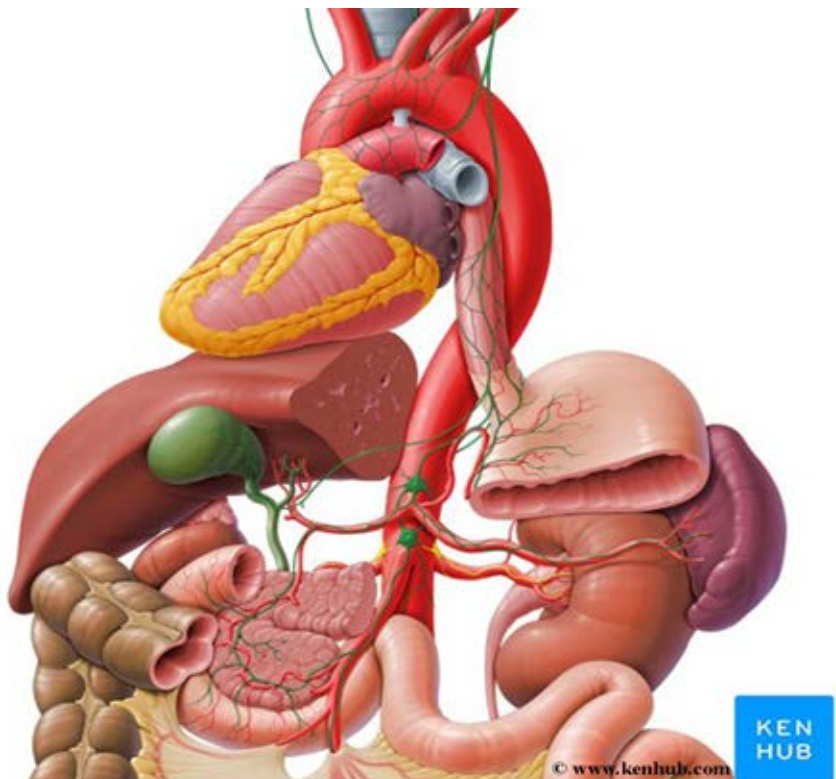
Hepatične grane vagusnog nerva najvećim delom vode poreklo od levog vagusnog nerva. One se pridružuju hepatičnom plexusu zaduženom za inervaciju jerte (Adel K.A., 2006., Wilsen L.P. et al., 2002.).

S obzirom na složenu funkciju, anatomiju i značaj u kliničkoj praksi n.vagusa, da rezimiramo u najkraćim crtama put ovog kranijalnog nerva:

Zajedno sa nervus glossopharyngeusom (IX KN tzv. jezično ždrelni živac) i nervus accessoriusom (XI KN tzv. pomoćni nerv), n.vagus napušta moždano stablo kroz zadnji bočni žleb. Na dalje se prostire unapred upolje i kroz jugularni otvor napušta lobanjsku jamu. Potom se spušta kroz laterofaringealni prostor gde mu u nivou donjeg ganglionu prilazi unutrašnja grana pomoćnog živca koja nosi motorna vlakna. N.vagus se na dalje spušta niz vrat u tzv. karotidnom omotaču i ispred potključne arterije (a.subclavia) ulazi u grudni koš tj. grudnu duplju. Nakon što prođe kroz dijafragmu n.vagus ulazi u trbušnju duplju i daje svoje završne grane (Slavoljub V.J. i sar., 2000.).

Centrale veze n.vagusa: centralne veze dorzalnog motornog jedra n.vagusa obuhvataju refleksni neuron iz nucleus tractus solitarii i

nucleus tractus spinalis n.trigemini. (vidi detaljnije kod IX KN nucleus ambiguus i tractus solitarius kao i veze nucleus tractus spinalis kod V KN).

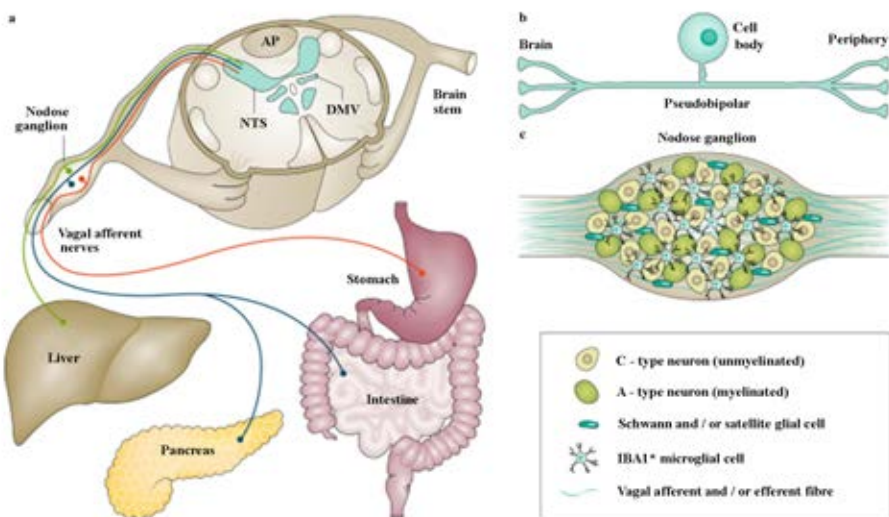


Dva su senzitivna gangliona: ggl.nodosum i ggl. jugulare.

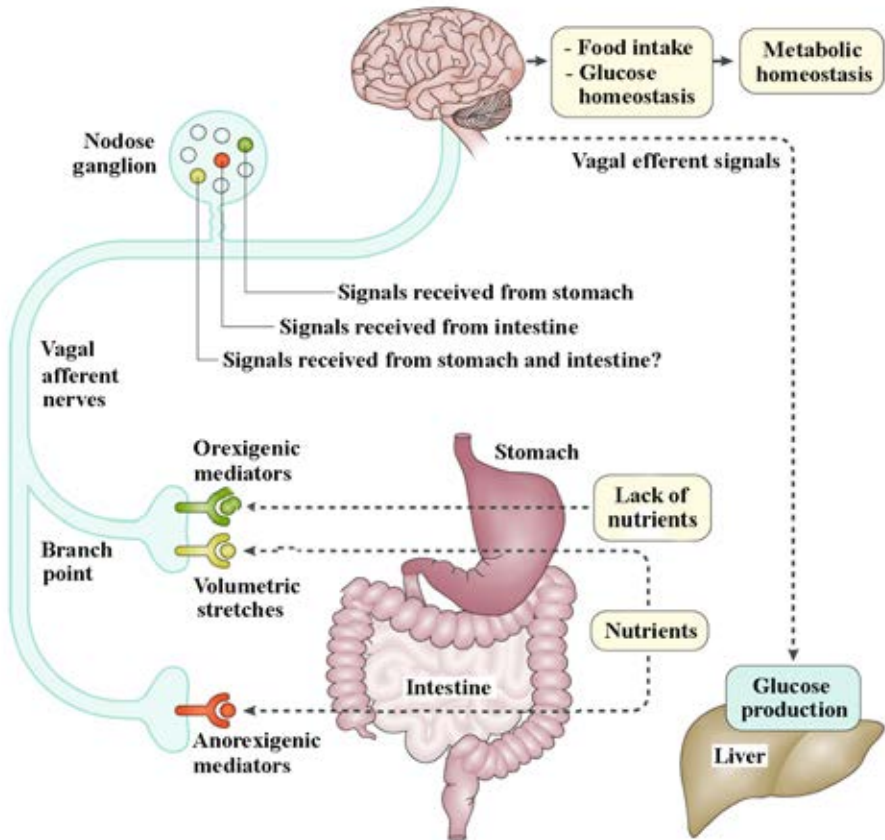
Donji ganglion vagusnog nerva, poznat pod nazivom nodozni ganglion, jedan je od dva senzitivna gangliona svakog vagusnog nerva. Ovaj ganglion sadrži tela neuronskih ćelija opštih i specijalnih visceralnih aferentnih vlakana (Burt A.M., 1993.). On se nalazi neposredno ispod lobanje unutar jugularne jame, a ispod gornjeg gangliona vagusnog nerva inferiorno od jugularnog foramena (Sinnatamby C.S., 2011.). Donji ganglion vagusnog nerva je izduženog oblika i veći od gornjeg gangliona ovoga nerva. U sebi sadrži tela neuronskih ćelija svih senzitivnih vlakana n.vagusa osim vlakana ušne grane vagusnog nerva (Sinnatamby C.S., 2011.). Neuronu u inferiornom ganglionu su pseudounipolarni i oni obezbeđuju senzitivnu inervaciju:

opšti somatski aferentni i opšti visceralni aferentni neuroni (Rubin M., 2016.).

Gornji ganglion vagusnog nerva, tzv. jugularni ganglion je senzorni ganglion perifernog nervnog sistema. On se nalazi unutar jugularnog foramena, gde vagusni nerv izlazi iz lobanje. Gornji ganglion n.vagusa je manji i proksimalnije lociran od donjeg gangliona (Burt A.M., 1993., Sinnatamby C.S., 2011.). Neuroni gornjeg gangliona vagusnog nerva su pseudounipolarni, a obezbeđuju senzornu inervaciju (opšti somatski aferent) kroz ušnu ili meningealnu granu. Aksoni ovih neurona grade sinapse u kičmenom trigeminalnom jedru moždanog stabla (Burt A.M., 1993.). Periferno, neuroni koji se nalaze u gornjem ganglionu ovoga nerva formiraju dve grane: ušnu i meningealnu granu. Preko ušne grane vagusnog nerva (auricularna grana vagusnog nerva) inerviše ušnu školjku (Rubin M., 2016.), zatim zadnju donju površinu spoljašnjeg slušnog kanala i posteroinferiornu površinu bubne opne (Watanabe K. et al., 2016.).



Gornji ganglion vagusnog nerva sadrži neurone koji, preko meningealne grane vagusnog nerva, inervišu deo tvrde moždane opne (dura mater) koji oblaže zadnju lobanjsku jamu (Kemp W.J. et al., 2012.). Neuroni u gornjem ganglionu vagusnog nerva su embrionalno izvedeni iz nervnog grebena (anatomski posmatrano neuralni greben se može prepoznati po svetlo zelenoj boji) (Thompson H. et al., 2010.).



Klinički značaj nervus vagusa:

Klinički značaj nervus vagusa je veliki imajući u vidu njegove anatomske karakteristike i mnogobrojne funkcije koje koreliraju sa tokom i putem prostiranja ovog kranijalnog nerva. Za kliničku praksu neophodno je blagovremeno prepoznavanje i dijagnostika lezije n.vagusa. Kao što je u ranijem tekstu već rečeno, ovaj nerv se naziva još i pneumogastrični ili živac lotalica jer reguliše rad srca, kardiovaskularnu aktivnost, pluća, refleksne radnje kao što su kašalj, kihanje, gutanje, povraćanje i varenje.

U slučaju obostrane lezije tj. potpune bilateralne paralize nastaje letalni ishod, smrt. Klinički se u kratkom vremenskom intervalu razvija paraliza larinksa, afonija, povraćanje, dispneja, pseudoastma, nadimanje, bol u stomaku, aritmija i sledstveno tome smrt. Obostana paraliza mekog nepca može biti posledica još i difterije ili poliomijelitisa sa lokalizacijom u jedrima moždanog stabla što se danas ređe viđa u kliničkoj praksi. Uzrok mogu biti i tumori medijastinuma, gušavost, uvećane limfne žlezde. Patološki procesi u produženoj moždini dovode do bulbarne paralize, dok kod obostrane supranuklearne lezije dolazi do pseudobulbrane paralize jer ima bikortikalnu inervaciju. Pri povredi u moždanom stablu (npr. tromboza a.cerebellaris superior, Multipla skleroza, neoplazme, ALS, siringobulbija) i glioze inferior olivary nucleus, vidi se po nekada Ny mekog nepca (miokloničke ritmičke kontrakcije frekvence 50 - 150 / min.). Ovaj simptom se po nekada javlja i na mišićima farinksa i larinksa (Ghannam J.Y., 2022., Hall J.E. et al., 2006.).

Jednostrana visoka lezija izaziva istostranu paralizu nepca, ždrela i grkljana, što rezultira teškoćama pri gutanju. Neurološkim pregledom se jasno detektuje da se pri fonaciji luk mekog nepca pomera u zdravu stranu, prisutan je nazalni govor, glasna žica zauzima centralno mesto pri laringoskopiji i zbog toga glas ima hrapav prizvuk. Jednostranu paralizu n.vagusa usled perifernih lezija karakteriše: unilateralna paraliza mekog nepca, unilateralna paraliza i astenija farinksa i larinksa, promuklost i nazalni prizvuk govora, dispneja i disfagija, paraliza jedne glasne žice. Unilateralna paraliza n.vagusa usled nuklearnih lezija daje iste simptome kao kod periferne lezije plus prisutan je kontralateralni gubitak osećaja bola i toplote usled prekida tractus spinothalamicusa (S.Avellius). Unilateralna paraliza n.laringeus recurens superior je retka, najčešće je traumatskog porekla, a karakteriše je anestezija larinksa,

promuklost, zamaranje pri govoru i bol koji zrači od tireoidee ka uvu, dok se unilateralna paraliza n.recurensa prepoznaje po oslabljenom glasu, a uzrok je često aneurizma aorte (Ghannam J.Y., 2022., Hall J.E. et al., 2006.).

Povrede vagusa u intrakranijalnom toku praćene su oštećenjem susednih kranijalnih nerava (npr. kod tumora APC). Ne retko do oštećenja ovoga nerva dolazi kod operacije štitne žlezde tj. intervencija na putu ovoga nerva u vratnom delu. Paraliza levoga rekurensa je češća nego desnog jer je duži, a klinički se manifestuje redukovanim glasom, šapatom. Obostrana lezija dovodi do dispneje te se u tim slučajevima mora uraditi traheostoma. Često su oštećenja n.vagusa udružena sa lezijama VIII, IX, XII KN što se klinički prepoznaje po simptomima oštećenja pomenutih kranijalnih nerava. (vidi raniji tekst za VIII,IX i XII nerv)

Histerična afonija nastaje kao posledica laringospazma (kod histerije veliku ulogu igra struktura ličnosti, konstitucija ličnosti, te je potrebno klinički nalaz dopuniti diferencijalno dijagnostički, a na pregledu u ovom slučaju pacijent će moći da kašlje) (Hall J.E. et al., 2006., Adel K.A., 2006., Moore K., 2005., Ghannam J.Y., 2022.).

Simptome i znake zahvaćenosti n.vagusa možemo podeliti ukratko na: 1. Motorne:

- afonija ili bezvučnost glasa (uzrok može biti gubitak glasa zbog paralize glasnih žica ili diferencijalno dijagnostički kod histerije);

- disfonija ili promuklost (najčešći je simptom psihogenog porekla, a klinički se mora uzeti u obzir mogući poremećaj glasa kao posledica unilateralnih lezija nervus vagusa);

- paraliza mekog nepca - gubitak refleksa mekog nepca usled oštećenja nervus vagusa;

- izmenjen položaj glasnih žica (na pregledu njihov položaj je na sredini larinksa);

- disfagija ili poremećaj gutanja, teškoće pri gutanju koje se klinički manifestuju otežanim gutanjem čvrste ili tečne hrane, vraćanjem tečnosti kroz nos kao posledica spazma farinksa ili larinksa, prepoznaje se i kod histerije i besnila (James Leonard Corning, 1855 do 1923.);

-spazam ezofagusa može biti difuzni (karakteriše ga motorni poremećaj mišića jednjaka koji rezultira nekoordinisanim mnogobrojnim simultanim kontrakcijama što otežava prolazak hrane kroz jednjak), kardijalni ili pilorični (lokalni spazam kardije ili pilorusa želuca što je posledica ili lokalnih patoloških promena ili oštećenja grane vagusa koji inervirše ovo područje (vidi raniji tekst) (Hall J.E. et al., 2006., Adel K.A., 2006., Ghannam J.Y., 2022.).

2.Senzitivni simptomi i znaci kao rezultat oštećenja n.vagusa su najčešće iritativne lezije koje se klinički manifestuju bolom i parestezijama u farinksu i meatus acusticus externusu. Potpuna lezija u ovom području vagusnog nerva rezultira anestezijom donjeg farinksa i larinksa. Klinički u ovim situacijama se zbog iritacije n.vagusa javlja kašalj. Takođe kod iritativnih lezija dolazi do prolazne hipersalivacije, a kod pareze do hiposekrecije. Kliničkom slikom prekida vagusne kontrole refleksa disanja dominira dispnea, pseudoasthma (Hall J.E. et al., 2006., Ghannam J.Y., 2022., Adel K.A., 2006.).

3.Vegetativni - parasimpatički poremećaji uzrokovani oštećenjem n.vagusa mogu se manifestovati u slučaju prejake stimulacije vagusa bradikardijom (usporenim radom srca), padom krvnog pritiska i na kraju vazovagalnom sinkopom, nesvesticom, dok pareza vagusa izaziva tahikardiju (ubrzani rad srca). Pored navedenog nekada se nakon uklanjanja dela vagusnog nerva javlja poremećaj u smislu oslabljene funkcije mišića želuca ili abnormalni rad mišića želuca, što za posledicu ima sporo pražnjenje želuca. Klinički se ovaj poremećaj naziva gastropareza. U kliničkoj praksi se manifestuje mučninom i povraćanjem, gubitkom apetita ili brzim osećajem sitosti pri unosu hrane, refluksom kiseline, bolom u stomaku ili nadimanjem, brzim oscilacijama šećera u krvi i ne retko neobjašnjivim gubitkom težine. Takođe mogu se javiti grčevi mišića, mnogobrojna psihička stanja za koje nema medicinskog objašnjenja kao npr. osećaj lupanja u stomaku i razne druge senzacije, depresija, osećaj „magle u glavi“, anksioznost, panični poremećaj i dr. Svi navedeni simptomi se moraju uzeti u obzir tokom neurološkog pregleda i postavljanja dijagnoze kod pacijenata (Hall J.E. et al., 2006., Ghannam J.Y., 2022.).

Nervus vagus koristi u funkcionalnom smislu neurotransmiter acetilholin koji u parasimpatičkom nervnom sistemu stimuliše kontrakcije glatkih mišića. Parasimpatički nervni sistem je deo autonomnog nervnog sistema i odgovoran je za regulaciju rada unutrašnjih organa i

za stimulaciju funkcija u telu tokom mirovanja. Pošto je neurotransmitter supstanca koja se oslobađa u krajnjoj tački nervnog vlakna, a omogućava prenos signala s jedne tačke na drugu, kao i kod drugih nerava, jasno je da je uloga vagusa kompleksna i veoma važna za obavljanje brojnih funkcija organizma. Kada je vagusni nerv fiziološki očuvan, njegov mehanizam dejstva utiče na delove mozga koji u ime našeg tela donose brojne odluke utičući na funkcije neophodne za život čoveka. Ukoliko postoji disfunkcija na bilo kom nivou puta n.vagusa ona utiče samo na deo funkcija u mozgu koji je pod kontrolom primarnog instinkta čiji se mehanizam prepoznaje kod stresa i popularno se navodi kao „bori se ili beži”. Klinici je takođe poznato da stres može uticati na funkcionisanje n.vagusa, odnosno da jak vagus doprinosi bržem oporavku posle stresa (Hall J.E. et al., 2006., Adel K.A., 2006.).

S obzirom da disfunkcija n.vagusa izaziva brojne teškoće, pored već navednih u ranijem tekstu, mogu se javiti i poremećaji raspoloženja, nedostatak vitamina B12, hronična zapaljenja i sl. Istraživanja proteklih godina ukazuju da bi vagusni nerv mogao biti važna spona između depresije, metaboličke bolesti i bolesti srca. Ukoliko bi se pomenuta pretpostavka potvrdila, stimulacija vagusnog nerva bi mogla biti velika pomoć u lečenju pojedinih simptoma. Ova grupa istraživača smatra da bi stimulacija vagusnog nerva terapijski u budućnosti mogla imati veliki uticaj kod npr. Alchajmerove bolesti, Multiple skleroze, klaster glavobolje i sl.

Gledano kroz istoriju stimulacija vagusnog nerva datira još od kraja 19.veka. James Corning, američki neurolog, koristio je stimulaciju n.vagusa u terapijske svrhe kod obolelih od epilepsije. Do danas su naučnici prošli dug i složen put do zvaničnog prihvatanja stimulacije ovoga živca TVNS (transkutana stimulacija vagusa), neurostimulacija putem uređaja koji odašilje električne impulse. Sve ovo je namenjeno terapijskoj intervenciji kao što je već napomenuto u tekstu u situacijama kod epilepsije i depresije rezistentne na druge oblike terapije, a vrlo često se pominje i u terapiji bola, posebno kod migrene. Neke druge oblasti medicine takođe pominju blagodeti stimulacije vagusnog nerva posebno njegovog protivupalnog dejstva, ublažavanju tegoba kod reumatskog artritisa, stresa i probavnog trakta.

Terapija stimulacijom vagusnog nerva primenjuje se kao srčani pejsmejker (pacemaker), a služi kontroli oduzetosti u epilepsiji, a 2014. godine je odobrena i za lečenje slučajeva rezistentne kliničke depresije.

Očekuje se da će u skoroj budućnosti biti implementiran u kliničkoj praksi uređaj koji stimulira aferentni deo vagusa (Nemeroff C.B. et al., 2006., Vibhuti N.S. et al., 2005.). U toku su i klinička ispitivanja u Antwerpenu u Belgiji, a tiču se pomoći kod osoba sa tinitusom. Pošto su uspešno obavljena ispitivanja na pacovima, početkom 2011.godine, na Univerzitetu u Teksasu, Dalas, koja su pokazala mogućnost suzbijanja tinitusa na ovakav način, otpočelo je ispitivanje i u kliničkoj praksi (Eisenstein, Michael, akademski članci, 2013.).

Istraživači navode da se stimulacija vagusa može postići vagusnim manevrom tako što se zadrži dah nekoliko sekundi, zati potapanjem lica u hladnu vodu, kašljem ili grčenjem mišića želuca kao da se pokreću creva na dole, grgoljenjem vode. Praćenjem ovih pacijenata tokom šest meseci u centrima u Australiji, Meksiku i Norveškoj, ustanovljeno je da je blokiranje pomoglo u 31% ispitanika što je dovelo da isti izgube i do 15% viška kilograma. Nedavno je otpočelo i drugo tzv. Dvostruko slepo kliničko ispitivanje kod 300 ispitanika. Rezultati još nisu objavljeni („Mayo Clinic. Device Blocking Stomach Nerve Signals Shows Promise in Obesity”).

Danas se sprovodi manje invazivna tehnika nego ranije vagotomija, operativno uklanjanje vagusa kod čira na želudcu. Naime, više je prihvatljiva u hirurškom postupku mršavljenja nakon „bajpasa” u operaciji čira, a koja može pomoći i u lečenju gojaznosti. Ovaj postupak direktno utiče na suzbijanje osećaja gladi. Tokom kliničkog praćenja rezultiralo je gubitkom telesne težine u oko 43% gojaznih tokom šest meseci, uz dijetu i vežbe. Nuz pojave nakon dužeg vremena i do 10 godina od vagotomije, može biti nedostatak vitamina B12 koji klinički podseća na pernicioznu anemiju. Vagus najčešće stimulira parijetalne ćelije želuca da luče kiselinu zbog unutrašnjih faktora koji su neophodni za apsorpciju vitamina B12 iz hrane. Vagotomijom se smanjuje lučenje ovoga sekreta što vremenom dovodi do nedostatka apsorpcije i samim tim pojave simptoma kao što su npr. umor, demencija, paranoja i na kraju ukoliko se ovo stanje ne prepozna može rezultirati smrću. Suprotno pomenutom istraživači iz Aarhus University i Aarhus University Hospital su dokazali da vagotomija sprečava razvoj Parkinsonove bolesti, što bi klinički moglo značiti da ova bolest počinje u probavnom traktu i širi se preko vagusa do centralnog nervnog sistema („Ulcer surgery may help treat obesity - Diet and nutrition - MSNBC.com”).

Procenjuje se da oko 60% vagusnog tonusa određuje genetska

predispozicija i nasleđe, dok na ostalih 40% možemo uticati pojedinim tehnikama koje se danas sprovode u terapiji opuštanja kod stresnih situacija kada se primenjuju vežbe disanja, meditacija, joga čime se bave istočnjačke kulture u okviru svojih tradicionalnih stilova življenja. Ove tehnike poseban akcenat daju smehu, pevanju i plesu i svim pozitivnim efektima ponašanja ukazujući na značaj širenja smirenosti i ljubavi, a koji posebno lekovito deluju u određenim životnim situacijama. Suprotno ovome nizak tonus vagusnog nerva utiče na pojavu lošeg raspoloženja, anksioznosti, upalnih stanja, izraženih posledica stresa i sl.

Jasno je da će vreme pred nama doneti nova iskustva u istraživanju stimulacije vagusnog nerva. Ona bi mogla umnogome doprineti aktivaciji parasimpatičkog nervnog sistema, koji rezultira opuštanje celog organizma što ima posebnog uticaja na probavu, krvni pritisak, imunitet, upalna stanja, a posebno na mentalnu stabilnost.

Nauci je poznato da u svakodnevnom životu hladnoća, grgoljenje vode, duboko disanje, stimulišu n.vagus, dok se u kliničkoj praksi često u terapijske svrhe pacijenti uče vežbama disanja. U novije vreme se pominju pojedine supstance koje mogu uticati na proizvodnju acetilholina. Za ovo mišljenje se najviše vezuje botoks i teški metali (živa i olovo). Kod nekih osoba botoks može uticati na smanjenje funkcije n.vagusa pa čak ga i isključiti iz funkcije što može rezultirati značajnim zdravstvenim tegobama i komplikacijama. Živa takođe blokira acetilholin i na taj način utiče na funkciju n.vagusa.

S obzirom na rasprostranjenost i složenu funkciju, pored navedenog u ranijem tekstu i kliničke slike koja prati inervaciono područje n.vagusa, tokom pregleda za dijagnostiku važno je uraditi probe koje podrazumevaju ispitivanje refleksa farinksa. Naime vagus čini eferentni deo refleksnog luka za faringealni refleks i refleks mekog nepca. Ispitivanje se vrši inspekcijom farinksa posmatrajući položaj, pokretljivost i eventualne promene položaja baze uvule i lukova mekog nepca. Pri fonaciji na pregledu se prati podizanje lukova mekog nepca. Ukoliko postoji oštećenje n.vagusa luk mekog nepca i uvula skreću ka zdravoj strani.

Na dalje, ORL pregledom, laringoskopski se utvrđuje položaj glasnih žica ili se nakon procene kliničke slike zadovoljavamo posmatranjem i praćenjem fonacije, artikulacije i disanja.

Faringealni refleks ili gag refleks se ispituje tako što se naloži pacijentu da guta određenu hranu, čvrstu i tečnu. Refleks podrazumeva stezanje mišića zadnjeg zida farinksa koji sprečava ulazak predmeta iz usne šupljine u grlo osim u sklopu normalnog gutanja. Jednim oblikom kašlja sprečava se gušenje. Najčešće se ispituje tako što se štapićem sa vatom ili špatulom dodirne zadnji zid farinksa i ukoliko ne dođe do reakcije stezanja tj. spazma, uzrok je najčešće oštećenje vagusnog nerva.

Okulokardijalni refleks (OKR, poznat i kao Ašnerov ili trigemino-vagalni refleks) se ispituje pritiskom na očne jabučice što rezultira usporavanjem pulsa tj. broja otkucaja srca.

Refleks sinus caroticusa je nadražajni fenomen vagusa koji za posledicu ima usporen rad srca tj. bradikardiju, a paraliza ovoga nerva daje tahikardiju odnosno ubrzan rad srca.

Pomenuti refleksi se često u kliničkoj praksi ispituju merenjem srčane frekvencije u mirovanju, krvnog pritiska u mirovanju tokom 24h, merenjem odnosno praćenjem varijabilnog pulsa.

Za nervus vagus je vezana i bolest Čago ili Chagas poznata i kao američka tripanozomijaza. Radi se o tropskoj parazitarnoj bolesti koju izaziva protozoa *Trypanosoma cruzi*, a koju prenosi insekt iz porodice *Triatominae* ili ljubeće bube. Glavni simptom u kliničkoj slici Čago neuropatije je vezan za oštećenje parasimpatičke grane n.vagusa. Ne retko posledica ove bolesti je razvoj megakolona, megaezofagusa i kardiomiopatije.

Literatura:

Adel K. Afifi. (2006.) Funkcionalna neuroanatomija: Tekst i atlas. Meksiko D.F. : MekGrav Hil str. 324.

Baker E, Lui F., Treasure Island (FL): Jul 25, 2022. Neuroanatomy, Vagal Nerve Nuclei.

Berthoud HR, Neuhuber WL. Functional and chemical anatomy of the afferent vagal system. Auton Neurosci. 2000. Dec 20;85(1-3):1-17.

Borivoje M., Radojičić, Klinička neurologija XVII prerađeno i prošireno izdanje za lekare i studente, Beograd, maj 2011.

Brailoiu GC, Arterburn JB, Oprea TI, Chitravanshi VC, Brailoiu E. Bradycardic effects mediated by activation of G protein-coupled estrogen receptor in rat nucleus ambiguus. Exp Physiol. 2013. Mar;98(3):679-91.

Brailoiu E, McGuire M, Shuler SA, Deliu E, Barr JL, Abood ME, Brailoiu GC. Modulation of cardiac vagal tone by bradykinin acting on nucleus ambiguus. Neuroscience. 2017. Dec 04;365:23-32.

Burt, Alvin M., (1993.) Textbook of Neuroanatomy (1st ed.). Philadelphia: W.B. Saunders. pp. 423-427. ISBN 0721621996. OCLC 24503849.

Dulak D, Naqvi IA., Treasure Island (FL): Jul 25, 2022. Neuroanatomy, Cranial Nerve 7 (Facial).

Erman AB, Kejner AE, Hogikyan ND, Feldman EL. Disorders of cranial nerves IX and X. Semin Neurol. 2009. Feb;29(1):85-92.

Ghannam JY, Al Kharazi KA. StatPearls, Treasure Island (FL): Jul 25, 2022. Neuroanatomy, Cranial Meninges.

Hall J. E., Guyton A. C. (2006.): Textbook of medical physiology, 11th edition. Elsevier Saunders, St. Louis, Mo, ISBN 0-7216-0240-1.

M.A. Hill. Neural Cranial Development Embryology, (Accessed 21 September 2017.).

James Sonne, Wilfredo Lopez-Ojeda W., Treasure Island (FL): Dec 9, 2022. Neuroanatomy, Cranial Nerve. Bookshelf ID: NBK470353.

J. R. Jinkins: Atlas of Neuroradiologic Embryology, Anatomy and Variants. Lippincott, Williams & Wilkins (2000.) pg. 193.

Dr Slavoljub V. Jovanović, dr Nadežda A. Jeličić: „Anatomija čoveka - glava i vrat” („Savremena administracija” Beograd 2000.) ISBN 86-387-0604-9.

Kemp WJ, Tubbs RS, Cohen-Gadol AA (November 2012.) „The innervation of the cranial dura mater: neurosurgical case correlates and a review of the literature”. World Neurosurgery. 78 (5): 505-10. doi:10.1016/j.wneu.2011.10.045. PMID 22120554.

Moore K, Clinically Oriented Anatomy, Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

Nemeroff, Charles B.; et al. (2006.) „VNS therapy in treatment-resistant depression: clinical evidence and putative neurobiological mechanisms”. Neuropsychopharmacology. 31 (7): 1345-55. doi:10.1038/sj.npp.1301082. PMID 16641939.

Patestas, Maria Antoniou & Gartner, Leslie P. (2006.) A textbook of neuroanatomy. Wiley-Blackwell. p. 11. ISBN 978-1-4051-0340-4.

Rubin, Michael (2016-09-28) Netter's Concise Neuroanatomy. Safdieh, Joseph E., Netter, Frank H. (Frank Henry), 1906-1991 (Updated ed.). Philadelphia, PA. pp. 259-260. ISBN 9780323480-918. OCLC 946698976.

Susan Standring, yp. (2009.) [1858] Gray's anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice, Expert Consult. illustrated by Richard E. M. Moore (40 изд.). Churchill Livingstone. ISBN 978-0-443-06684-9.

Sinnatamby, Chummy S. (2011.) Last's Anatomy (12th ed.). Elsevier Australia. p. 499. ISBN 978-0-7295-3752-0.

Thompson H, Blentic A, Watson S, Begbie J, Graham A (February 2010) „The formation of the superior and jugular ganglia: insights into the generation of sensory neurons by the neural crest”. Developmental Dynamics. 239 (2): 439-45. doi:10.1002/dvdy.22179. PMID 20014097.

Vibhuti N, Singh; Monika Gugneja (22. 8. 2005.) „Supraventricular Tachycardia”. eMedicineHealth.com. Pristupljeno 28. 11. 2008.

Watanabe, Kentaro; Tubbs, R. Shane; Satoh, Shunsuke; Zomorodi, Ali R.; Liedtke, Wolfgang; Labidi, Moujahed; Friedman, Allan H.; Fukushima, Takanori (December 2016.) „Isolated Deep Ear Canal Pain: Possible Role of Auricular Branch of Vagus Nerve-Case Illustrations with Cadaveric Correlation”. World Neurosurgery. 96: 293-301. doi:10.1016/j.wneu.2016.08.102. ISSN 1878-8769. PMID 27593717.

L. Wilsen-Pauwels et al. Cranial Nerves in Health & Disease, 2nd edition, BC Decker (2002.).

Drugi izvori podataka:

„Could nerve-snip spur weight loss?”. CNN.com. Turner Broadcasting System. Arhivirano s originala, 13. 7. 2007.

„Ulcer surgery may help treat obesity - Diet and nutrition - MSNBC.com”. Arhivirano s originala, 4. 7. 2007. Pristupljeno 14. 3. 2016.

Eisenstein, Michael (2013.) „Neurodevice startups target peripheral nervous system”. Nature Biotechnology. 31: 865-866. doi:10.1038/nbt.1013-865.

<https://www.sciencedirect.com/science/chapter/edited-volume/abs/pii/B9780124103900000287>

<https://www.elsevier.com/resources/anatomy/nervous-system/peripheral-nervous-system/vagus-nerve/22197>

<https://www.elsevier.com/resources/anatomy/nervous-system/peripheral-nervous-system/superior-cervical-cardiac-branches-of-vagus-nerve/16781>

<https://balancedbspinecenter.com/blog/the-vagus-nerve...-the-wandering-nerve>

<https://www.daniellewis.com.au/strategies-to-harmonise-your-nervous-system-from-new-understandings-about-the-vagus-nerve/>

<https://www.nature.com/articles/s41575-018-0062-1>

<https://teachmeanatomy.info/head/cranial-nerve/vagus-nerve-cn-x/>

R. Shane Tubbs, ... Marios Loukas, in Nerves and Nerve Injuries, 2015. Vagus Nerve.

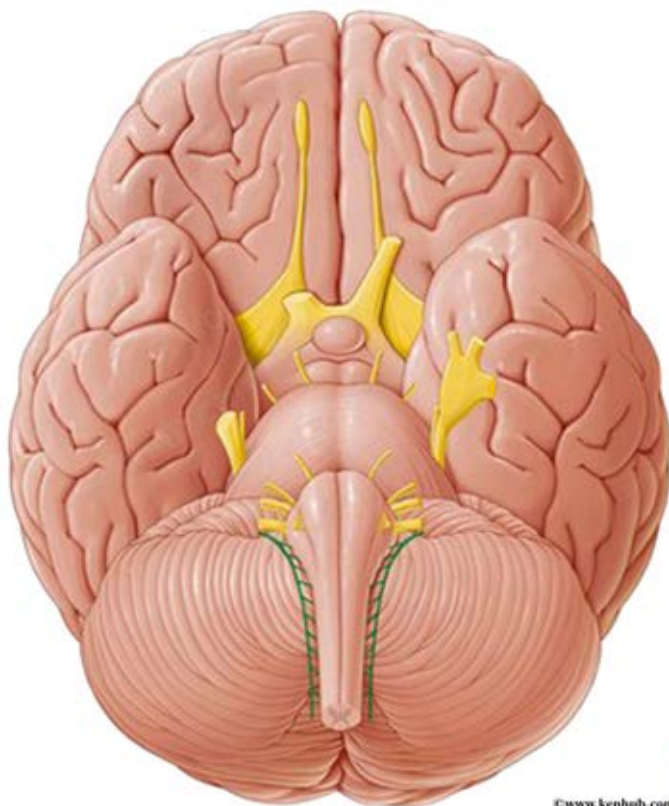
The article published on <http://medicalxpress.com/>

XI KRANIJALNI NERV POMOĆNI ŽIVAC (*nervus accessorius*)

Nervus accessorius, naziva se još i dodatni ili pomoćni nerv. Neki ga smatraju jednim od najkontraverznijih od dvanaest kranijalnih nerava. Detaljnijom analizom medicinske literature uočava se značaj spora o tome da li ovaj nerv zaista treba klasifikovati kao kranijalni nerv. Razlog ovome je zapažanje da su nervna vlakna koja proizilaze iz kranijalnog jedra u jednom delu na kratko povezana sa vlaknima koja dolaze iz kičmenog jedra pre nego što nastave put sa drugim kranijalnim nervima. Ovome doprinosi činjenica da su galenski opisi kranijalnih nerava oni koji su se razvili u mozgu, a ne nužno oni koji prolaze kroz svod lobanje. U većini tekstova i dalje se opisuju vlakna koja proizilaze iz intrakranijalne komponente i poznata su pod nazivom kranijalni pomoćni nerv i ona vlakna koja proizilaze iz kičmenog jedra i nazivaju se spinalni pomoćni nerv (Benninger B. et al., 2010.).

Embriološki posmatrano, u gornjih pet segmenata cervikalnog dela kičmene moždine nalazi se jedro pomoćnog nerva, n.accessoriusa. Razvoj kičmene moždine počinje zatvaranjem neuralne cevi i proliferacijom dorzalno lociranih somita tokom pete gestacijske nedelje. Ovaj proces prati niz indukovanih radnji tesno vezanih za progresivnu proliferaciju, diferencijaciju i migraciju primitivog nervnog tkiva. Između 9 i 10 gestacijske nedelje primećuje se intenzivno razmnožavanje primitivne sive materije. Zatim se ona odvaja na ventralne i dorzalne zadebljale oblasti koje se nazivaju bazalne i alarne ploče. Bazalne ploče na kraju formiraju ventralni motorni rog kičmene moždine iz koje nastaju vlakna kičmenog pomoćnog nerva. Najkaudalniji deo produžene moždine u razvoju ima velike sličnosti sa kičmenom moždinom u razvoju, kao i oni koji se nalaze u kičmenoj moždini. Neuroblasti koji se nalaze u bazalnim pločama produžene moždine takođe daju tri motorna jedra. Nucleus

ambiguus se formira iz najlateralnije od tri kolone neuroblasta. Druge dve kolone formiraju jedro n.hypoglossusa medijalno (opšti somatski eferent, XII KN) i posebna somatska eferentna jedra iz kojih potiču vlakna za inervaciju faringealnih lukova. Tokom perioda od 4 do 6 gestacijske nedelje primitivni nucleus ambiguus se nalazi medijalno. Potom, tokom 6 gestacijske nedelje migrira bočno. Iz njega nastaje nucleus ambiguus iz kojeg potiču opšte visceralne komponente glosofaringealnog, vagusnog i dela pomoćnih kranijalnih nerava. Na dalje od 7 do 12 gestacijske nedelje kranijalni deo jedra postaje organizovaniji, a poslednji se razvija kaudalni deo. On čini kaudalnu trećinu nucleus ambiguusa koja stvara nekoliko korena kranijalnog pomoćnog nerva tj. n.accessoriusa (Kiernan J.A. et al., 2014., Borivoje M.R., 2011., Hall J.E. et al., 2006., Brown J.W., 2013.).

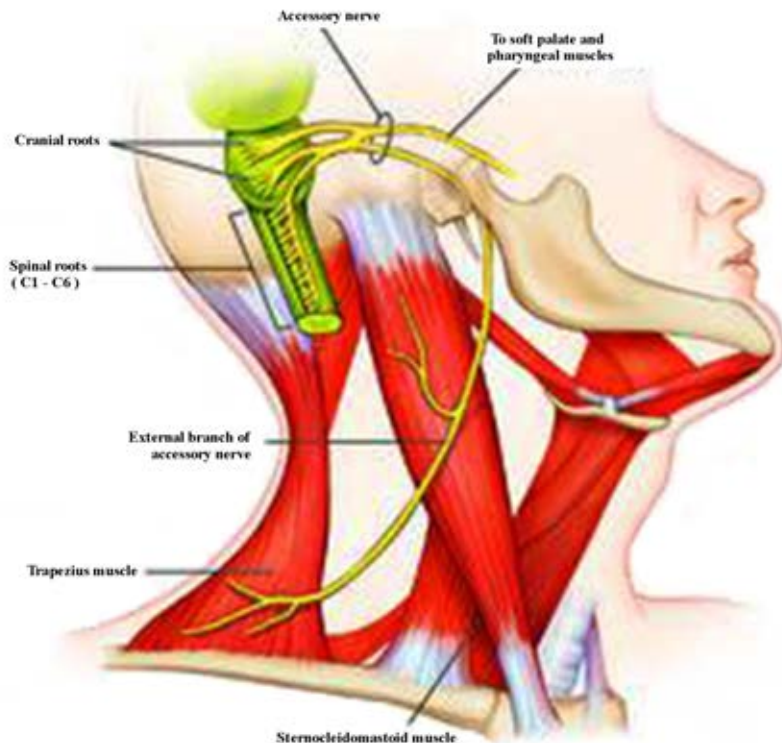


©www.kenhub.com



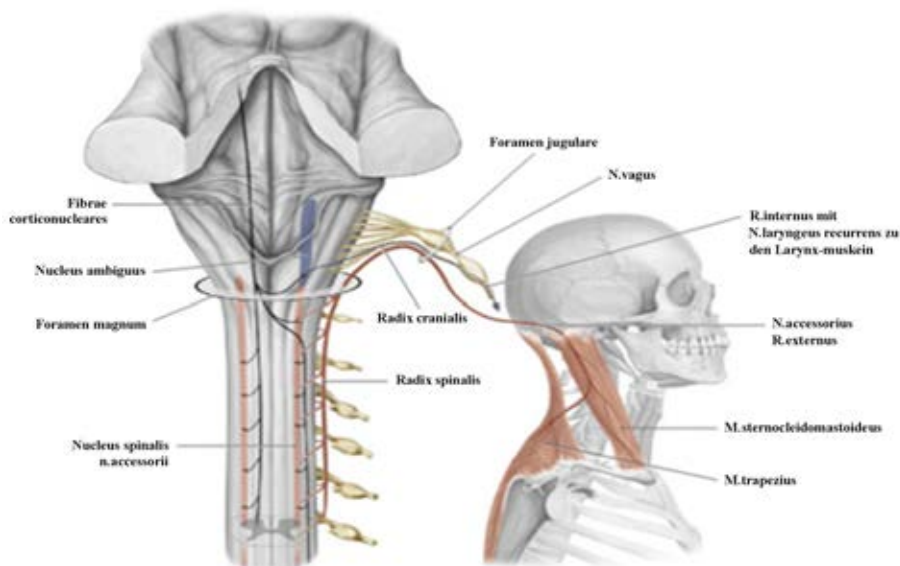
Zbog prethodno navedenog, n.accessorius će se analizirati kao što je ranije klasično opisano sa svoje dve komponente, kičmeni i lobanjski koren. XI KN je motorni nerv, a funkcija mu je da inervira

m.sternocleidomastoideus i gornji deo m.trapeziusa. Kao takav smatra se spinokranijalnim nervom, ima dva jedra: cervikalno koje se nalazi u bočnim rogovima kičmene moždine C1-6 segmenta i kranijalno jedro smešteno u produženoj moždini (Lloyd S., 2018.).



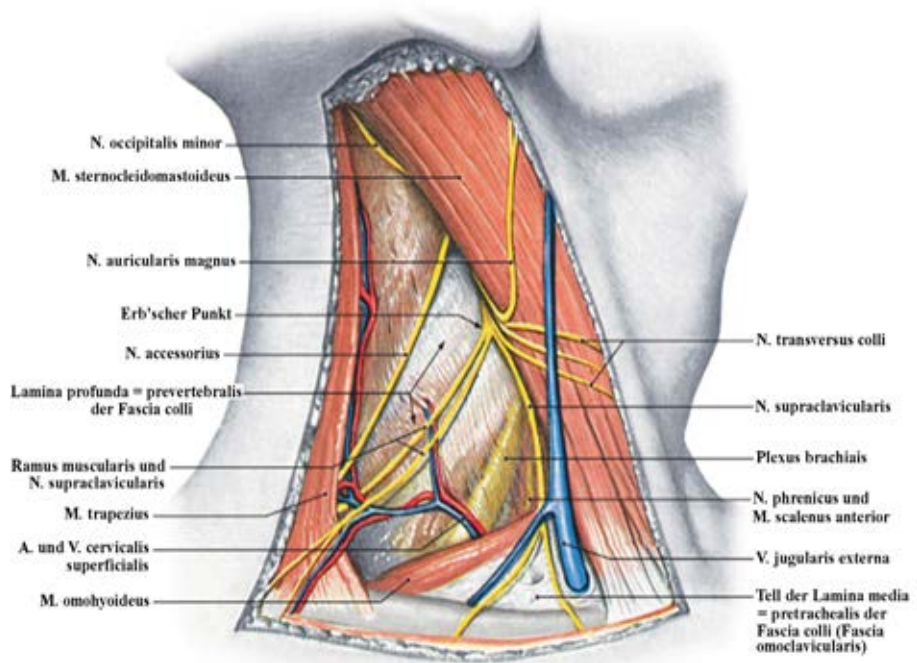
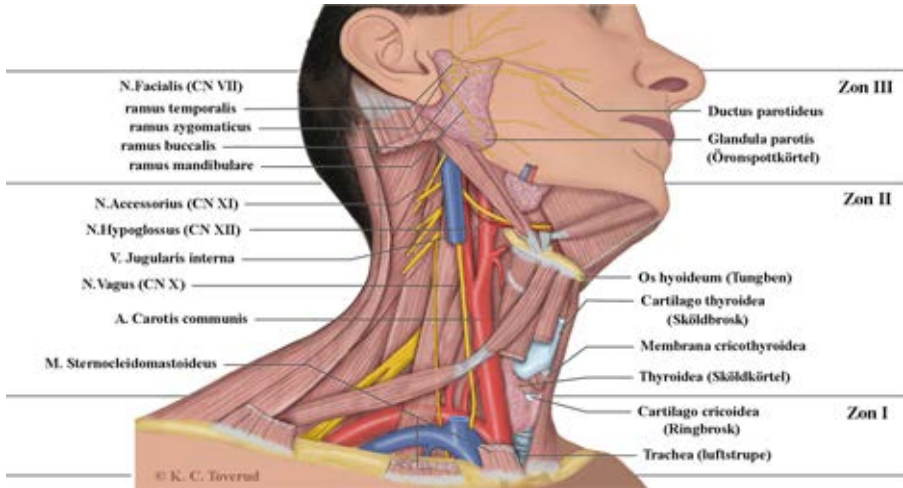
Cerebralni koren (radix cerebialis ili unutrašnji ramus) izlazi na ventralnoj površini produžene moždine, ispod nivoa vagusa na nivou nucleus ambiguusa (nucleus ambiguus je veliki motorni neuron ugrađen u retikularnu formaciju), a koji takođe daje nekoliko korenčića koji se kasnije spajaju u jedan koren otprilike dug oko 17mm. Ovaj deo nucleus ambiguusa se naziva kranijalno jedro pomoćnog nerva. Koreni imaju tendenciju da budu kraći duž gornjeg segmenta i duži prema inferiornom delu produžene moždine. Radix cerebialis se nalazi na donjem delu parasimpatičkog jedra vagusa i sadrži visceromotorna vlakna koja se, nakon kraćeg puta bočno u cerebelomedularnoj cisterni prema vagusu, unutar jugularnog foramena udružuju sa spinalnim

delom, a potom se ponovo odvajaju od njega i priključuju vagusu. Vrlo retko se dešava da se koreni ne spajaju i izgledaju kao da se ne razlikuju od kaudanih korenova vagusnog nerva. Motorni neuroni koji čine pomenuta jedra su klasifikovani kao brahijalni donji motorni neuroni. Kao svoj neurotransmiter koriste acetilholin (Ach), a pošto jedra dobijaju bilateralnu kortikonuklearnu inervaciju, lezije dovode do pareze ili paralize mišića u području koje inervišu (Borivoje M.R., 2011., Hall J.E. et al., 2006., Lloyd S., 2007.).

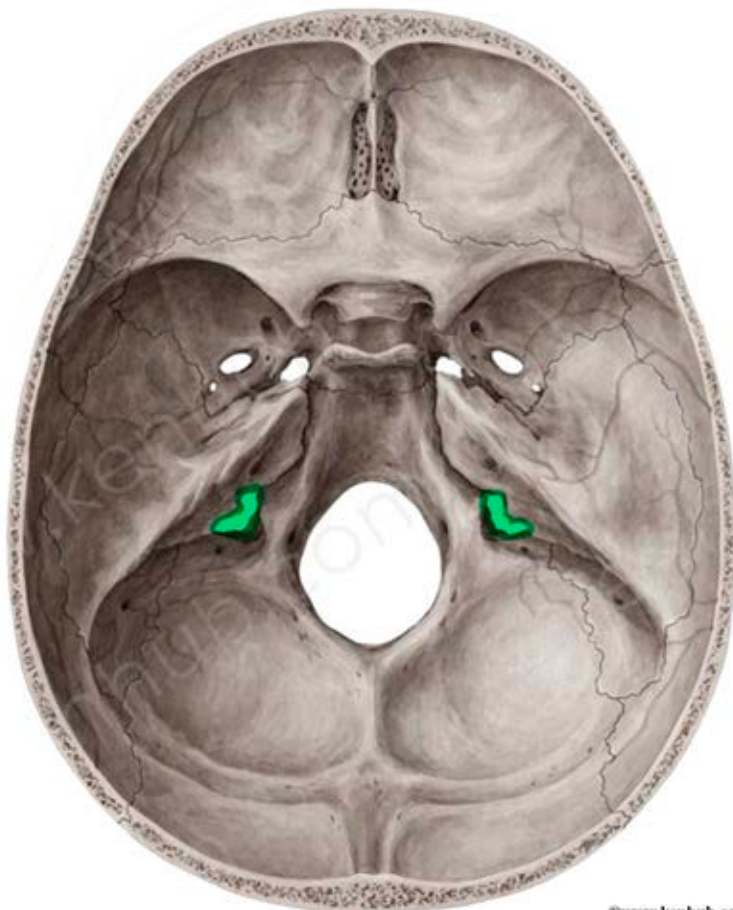


Distalni deo n.accessoriusa je čisto motorni nerv. Veći deo vlakana ovog nerva potiče iz ćelija spoljašnjeg dela baze prednjih rogova kičmene moždine, počev od 1 - 5 ili 6 vratnog segmenta, a nalaze se između dorzalne i ventralne brazde. Motorni neuroni iz svakog od pet gornjih cervikalnih segmenata daju korenje neurona koji vire iz prednje površine kičmene moždine. Ovo pomoćno jedro kičme se takođe naziva akcesorno jedro. Ono se retko proteže dalje od C5 mada se u nekim slučajevima može videti i do C6-7. Potom korena vlakna probijaju bočni stub bele mase (funiculus lateralis) i sjedinjuju se u stablo nerva, na svom putu najviše gde nerv izlazi kroz foramen occipitale magnum u lobanjsku duplju da bi ovu ponovo napustio zajedno sa IX i X KN i izašao kroz jugularni otvor (u ovom intrakranijalnom toku cerebralni

koren se priključuje i ubrzo ponovo napušta spinalni deo) (Kiernan J.A. et al., 2014., Lloyd S., 2007).



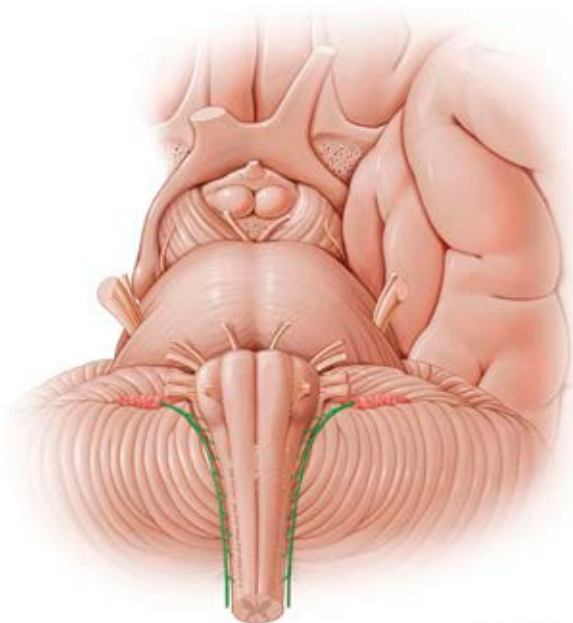
Da se ukratko podsetimo foramena jugulare. Jugularni otvor je širok nepravilan kanal u zadnjoj lobanjskoj jami na bazalnom delu temporalne kosti. To je parna struktura koja je anterolateralno ograničena temporalnom kosti, a posteromedijalno potiljačnom kosti.



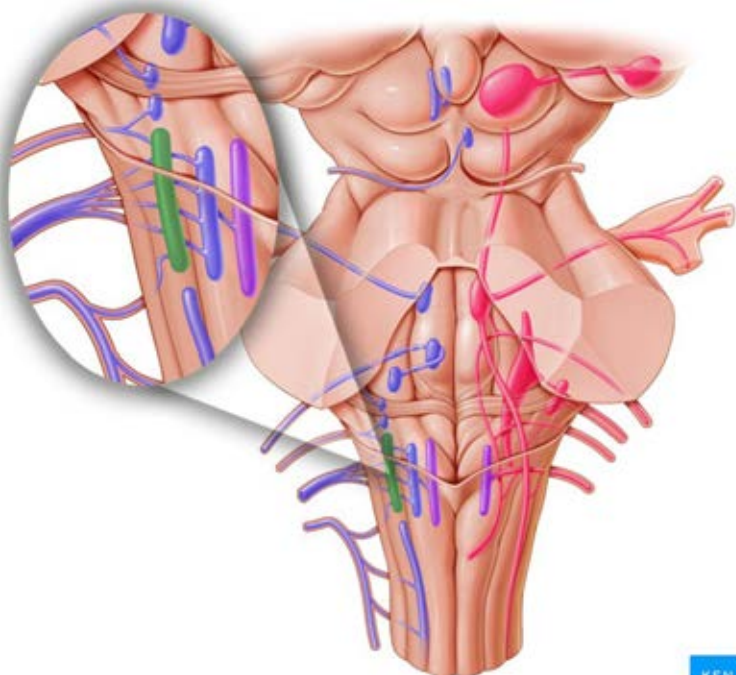
©www.kenhub.com



Anatomi je često dele na pars nervosa koji je deo manji od pars vascularis, smešten anteriorno u odnosu na medijalni deo foramena. Kroz njega prolazi glosofaringealni nerv, vagus i pomoćni nerv tj. n.accessorius. Pars vascularis se nalazi posteriorno u odnosu na bočni deo foramena. U foramenu, kičmeni pomoćni nerv je povezan sa vagusom (Butler A.B. et al., 2005., Wahba M. et al., 2018.).

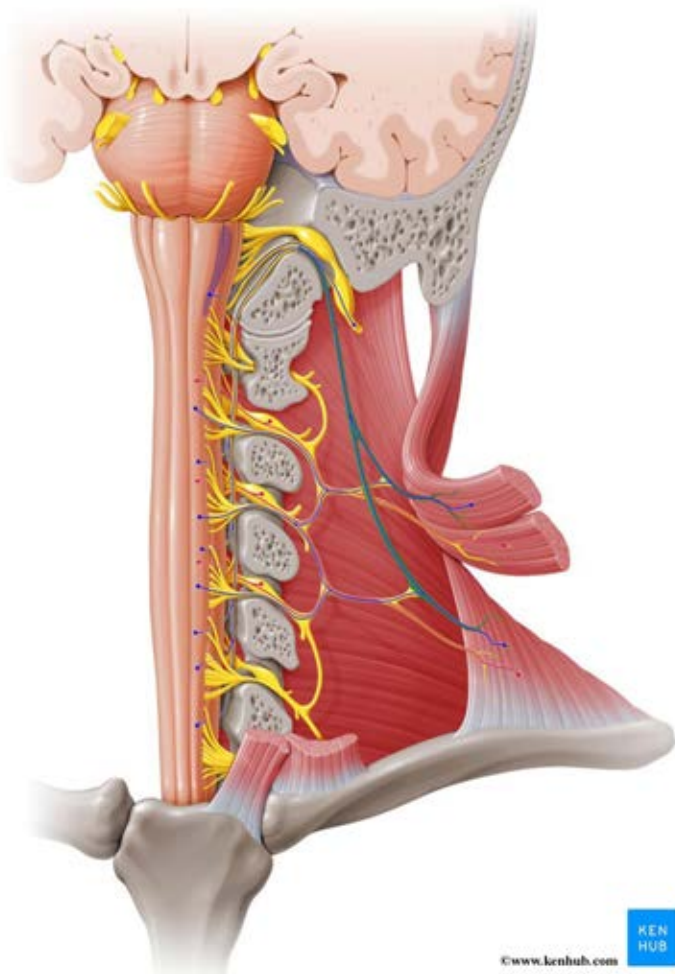


© www.kenhub.com

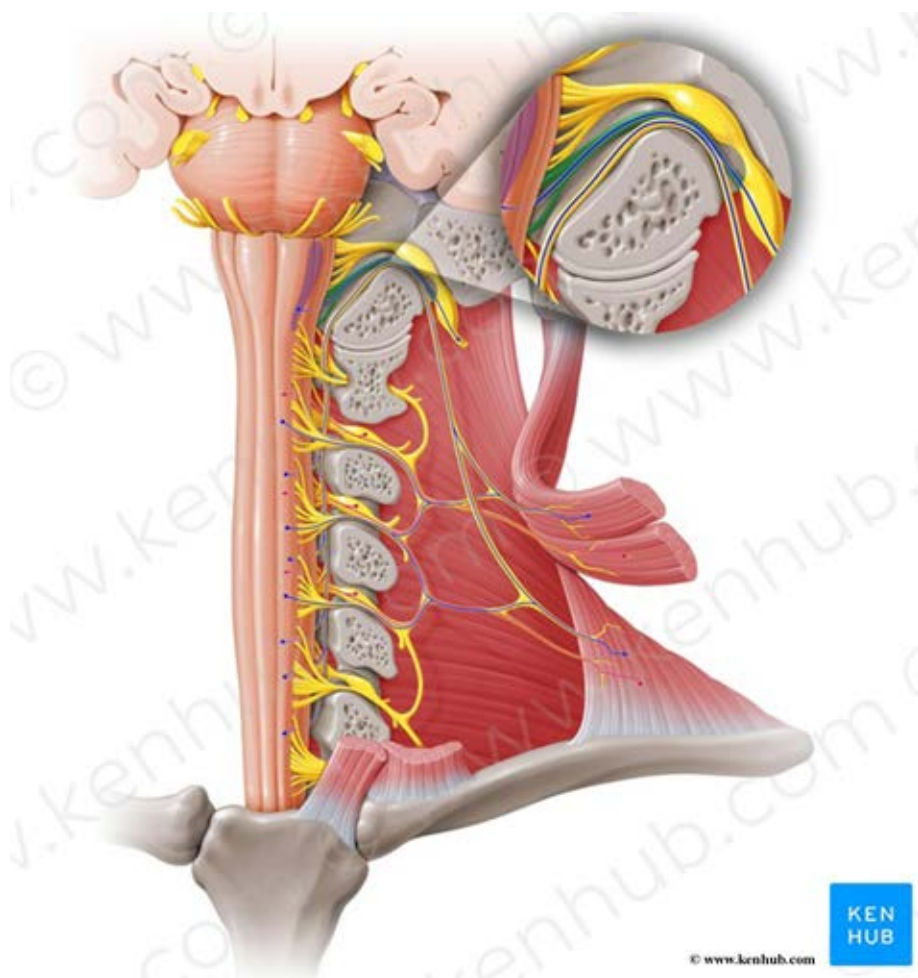


© www.kenhub.com

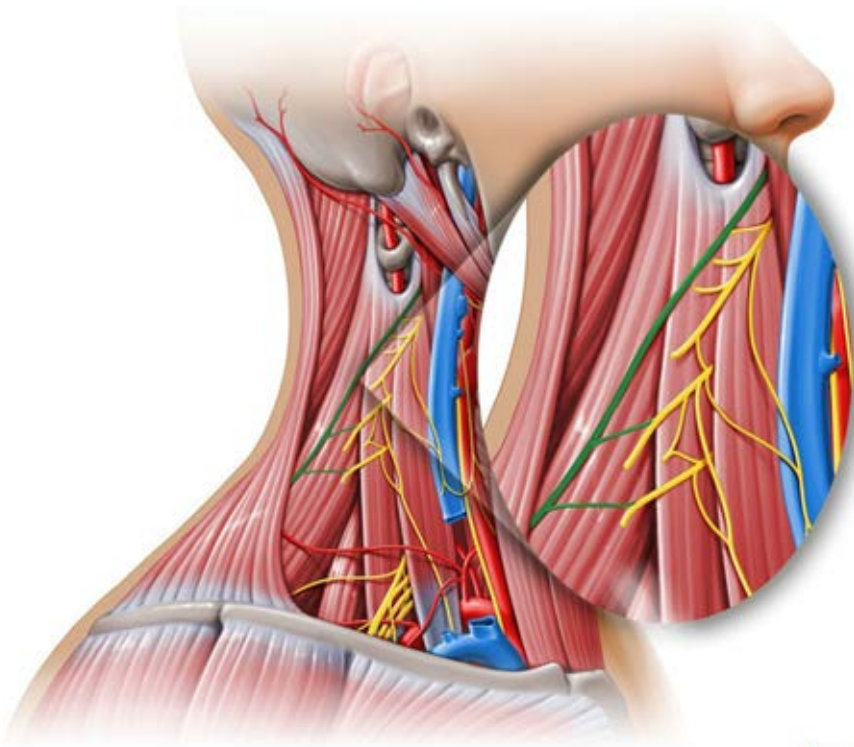




Na putu, dok XI KN napušta foramen jugulare da bi ušao u zadnji trougao vrata, ima varijabilan odnos prema unutrašnjoj jugularnoj veni. Dok pomoćni nerv prelazi preko poprečnog procesusa atlasa, preko njega prelazi potiljačna arterija. Idući kaudalno, medijalno je ovaj nerv u tesnoj vezi sa stilohioidnim i digastričnim mišićima, kao i sa stiloidnim nastavkom. Svoj put nastavlja koso sve dok se ne probije između dve glave sternokleidomastoidnog mišića (pruža se duboko do sternokleidomastoida i površno do sternomastoida) (vidi sliku) (Haines D.E. et al., 2013., Goss C., 2018.).



Ovaj nerv napušta m.sternocleidomastoideus kroz njegovu zadnju ivicu i ulazi u zadnji trougao vrata. Na dalje putuje duž zadnje ivice ovog mišića, potom postinferiorno preko zadnjeg trougla između investicionog i prevertebralnog sloja duboke cervikalne fascije koja ga odvaja od m.levator scapulae. Zatim se kaudalno pruža do donje površine gde probija prednju ivicu m.trapeziusa. Potom ulazi između mišića i njegove fascije paralelno sa prednjom granicom gde se okreće medijalno i nastavlja paralelno sa lopaticom.



© www.kenhub.com



Vratni deo ovoga živca prima vlakna iz II i III cervikalnog nerva. Kortikalna prezentacija je u donjem delu precentralne vijuge. Supranuklearna prezentacija je bilateralna i zbog toga jednostrane povrede motornog puta neće izazvati manifestnu paralizu ili će postojati samo lako naznačena pareza.

Nuklearne povrede n.accessoriusa su brojne. Mogu biti posledica poliomijelitisa, amiotrofične lateralne skleroze (ALS), siringomijelije, tumora vratnog dela kičmene moždine. Nuklearna paraliza ovog nerva praćena je hipo i atrofijom, fascikulacijama i elektrodegenerativnom reakcijom. Intrakranijalni tumori mogu takođe komprimovati nerv ali su u tom slučaju zahvaćeni i susedni nervi. Lezije mogu nastati i zbog povrede stabla nerva u spinalnom kanalu, intrakranijalno ili vratu kada posledično nastaje paraliza sa atrofijom i DER, a fascikulacije

najčešće izostaju. Povreda vratnog dela može biti izazvana zapaljenjem vratnih žlezda, apscesom, traumom, mišićnim oboljenjima kao što su npr. miotrofična distrofija, polimiozitis, mišićna distrofija i dr. Procesi oko jedra ili u foramen occipitale magnum dovode do karakterističnog prinudnog položaja glave. U slučaju oduzetosti nerva sa jedne strane pacijent ne može da podiže rame, a scapula je u abdominalnom položaju. Ekstrapiramidni impulsi dovode do torticolis spastica što se viđa kao posledica encefalitisa (Binder D.K. et al., 2010., Haines D.E. et al., 2013., Nieuwenhuys R. et al., 2008., Stifani N., 2014.).

Centralne veze ukratko: spinalne i spoljne grane spadaju u karakteristične veze donjeg motornog neurona. Voljni impulsi se prenose preko kortikospinalnih puteva, posturalni impulsi preko ekstrapiramidnih puteva, refleksni preko vestibulospinalnih i tektospinalnih puteva kroz intersegmentalne lukove (Walvekar R.R. et al., 2018., Kiernan J.A. et al., 2014.).

Kao što je delom napomenuto u ranijem tekstu funkcija n.accessoriusa je da svojom motornom inervacijom obezbeđuje funkciju: faringealnih konstriktora, larinksa i mekog nepca (osim tensor veli palatini), m.trapeziusa i sternokleidomastoidne mišiće. Treba imati na umu da pripoj sternokleidomastoideusa za atlantoaksijani zglobov (sternomastoidna glava) i njegova veza između klavikule i mastoidnog nastavka (kleidomastoidna glava) olakšava okretanje glave na kontralateralnu stranu i fleksiju vrata na ipsilateralnu stranu. Pored navedenog, aktiviranje m.trapeziusa izaziva proširenje vrata, takođe omogućava podizanje, povlačenje i rotaciju lopatice (Borivoje M.R., 2011.).

Klinički pregled i ispitivanje n.accessoriusa:

Kao što je inače obaveza lekara pre činjenja pregleda i testova pacijentu treba detaljno objasniti postupak tokom pregleda. Kao prvo procena pomoćnog nerva, n.accessoriusa, klinički se može brzo izvršiti vizuelnim pregledom. Ispitivač tj. egzaminator stane ispred pacijenta koji sedi i osmotri simetriju, masu, tonus i ispita snagu mišića koji inervišu te tako registruje da li ima znakova hipertrofije ili hipotrofije m.sternocleidomastoideusa. Palpacijom se utvrđuje da li postoji simetrija ili asimetrija kontralateralnog sternokleidomastoidnog mišića. Ovo se ponovi stojeći iza pacijenta i na isti način se palpira trapezasti mišić sa obe strane. Potom se pregled nastavi tako što se naloži pacijentu

da podiže ramena dok egzaminator pruža otpor u suprotnom smeru. Istovremeno okreće glavu uz savladavanje otpora egzaminatora koji je u pravcu suprotne strane. Ukoliko je očuvana funkcija m.trapeziusa, kod pacijenta se tokom podizanja ramena registruje podizanje, rotacija i povlačenje scapule jer nastaje skraćenje mišića između potiljka i ramena. Kada je glava fiksirana u položaju pravo napred, skraćenje m.trapeziusa dovodi do povlačenja glave nazad tj. pacijent podiže rame uz otpor egzaminatora.

Ako postoji paraliza ovog mišića pacijent ne može da podigne ruku iznad horizontalnog položaja, a lopatica će biti rotirana tako da će gornji kraj biti okrenut upolje i naniže, a donji naviše i unutra. Na dalje, devijacija pri savijanju brade naniže uz savladavanje otpora ukazuje na paralizovanu stranu. Objektivno vizuelnim pregledom se registruje spuštено rame sa strane lezije. Pregled provodljivosti pomenutih mišića se može dopuniti pored kliničkog pregleda i EMG.

Lezije i sindromi koji zahvataju n.accessorius:

Lezije n.accessoriusa su retko izolovane. Klasifikuju se prema lokalizaciji povrede duž toka ovog nerva. Lezije za posledicu imaju specifične simptome, a svaka se prepoznaje po parezi ili paralizi m.sternocleidomastoideusa i m.trapeziusa. Klinički se manifestuju kao nemogućnost glave da se drži u neutralnom položaju (glava pada), zatim otežano pomeranje lopatica, podizanje ramena i sl.

Lezije mogu biti i ekstrakranijalnog porekla u koje spadaju jatrogene i traumatske povrede. Posebno su značajne povrede koje nastaju kao posledica zračne terapije ove regije.

Lezije unutar foramena jugulare kao izolovane su veoma retke. Najčešće se viđaju u sklopu lezije svih struktura koje čine sadržaj foramena jugulare o kojem je bilo reči u ranijem tekstu. One se mogu klinički manifestovati u sklopu određenih sindroma.

Avellisov sindrom (Longhi-Avellisov sindrom, Avellis syndrom) je složen neurološki poremećaj koji karakteriše poseban oblik naizmenične paralize. Najčešće nastaje kao posledica okluzije vertebralne arterije sa sledstvenom lezijom nucleus ambiguusa, tractus solitarius i susednog spinotalamičkog trakta, piramidnog trakta i ushodnih senzitivnih puteva. Klinički se manifestuje homolateralnom paralizom mekog nepca, farinksa i larinksa sa dizartrijom, disfagijom, anestezijom farinksa i

larinksa. Za pomenuto su odgovorne lezije X KN i bulbarni deo XI KN. Takođe, kliničke manifestacije lezije ove regije kod Avelisovog sindroma prati i kontralateralna disocirana hemianestezija sa gubitkom osećaja za bol i toplotu, a ne i za dodir i pritisak (spinotalamički put). Retko može biti pridružen i Hornerov sindrom (Krasnianski M. et al., 2003.).

Šmitov sindrom (Schmidt syndrom, vagoakcesorni sindrom) je varijanta Jackson - MacKenzie syndroma u kojem postoji unilateralna zahvaćenost X i XI KN, a nastaje usled lezije n.vagusa i oba n.accessoriusa (bulbarnog i spinalnog) ili njihovih radikularnih vlakana. Za posledicu ima istostranu parezu mekog nepca, farinksa i larinksa (X i bulbarni deo XI nerva). Istostrana paraliza m.sternocleidomastoideusa po nekada i paraliza jednog dela m.trapeziusa (nemogućnost okretanja glave na suprotnu stranu od lezije i podizanja ramena zbog oštećenja spinalnog dela XI KN) (Nebojša J., 2012.).

Džeksonov sindrom (Jacksonov sindrom) je kombinovana nuklearna i radikularna lezija X, XI i XII KN. Posledica ove lezije može biti istostrana paraliza mekog nepca, farinksa i larinksa, istostrana paraliza m.sternocleidomastoideusa i m.trapeziusa (XI KN) i homolateralna paraliza i atrofija jezika (XII KN).

Vertenov sindrom (sindrom jugularnog otvora) je periferna lezija XI KN koja nastaje najčešće kod frakture baze lobanje uz prateće oštećenje foramena jugulare. Posledica ove lezije je istostrana paraliza n.glossopharyngeusa, homolateralna paraliza n.vagusa, homolateralna paraliza n.accessoriusa. Sličnu etiologiju ima i Collet Sicardov sindrom (Gaillard F., 2018.).

Vilaretov sindrom (Villaretov sindrom) je periferna lezija koja nastaje kod traume retroparijetalnog prostora. Homolateralna lezija rezultira paralizom IX, X, XI i XII KN, retko je zahvaćen i VII KN. Kod Vilaretovog sindroma zahvaćen je i simpatikus tako da se pomenutom pridružuje Bernard Hornerov sindrom koji se klinički prepoznaje po ptozi, miozi i enoftalmusu.

Kolet - Sikardov sindrom (Collet Sicard syndrom) pomenut u prethodnim navodima. Paraliza kranijalnih nerava ove regije posledica su švanoma ili glomus jugularnog tumora jugularnog foramena (Nebojša J., 2012., Gaillard F., 2018.).

Lezije iznad jedra: iako pomoćno jedro ima bilateralnu kortikalnu projekciju, ono može imati pojedinačne simptome nakon povrede hemisfera. Tako npr. kontralateralna paraliza trapeziusa i ipsilateralna paraliza sternokleidomastoidnog zgloba povezane su sa unilateralnim kortikalnim infarktom. Klinički se pomenuto manifestuje glavom okrenutom prema strani lezije suprotno od paralizovane strane tela. Pored toga ako postoje parcijalni napadi koji pogađaju samo jednu hemisferu, pacijent će doživeti kontrakciju ipsilateralnog m.sternocleidomastoideusa (lice će biti okrenuto prema strani gde je lokalizovan napad). Iz tog razloga pacijent gleda ka strani lezije tj. ka strani sa cerebrovaskularnim incidentom (moždanim udarom) i dalje od lezije sa napadom (Stifani N., 2014., Borivoje M.R., 2011., Hall J.E. et al., 2006.).

Znaci i simptomi povrede i paralize n.accessoriusa:

Najčešći simptom koji prati povrede pomoćnog nerva je bol. Bol najčešće nastaje na ipsilateralnoj strani u odnosu na leziju, a može zračiti u gornji deo leđa i vrata. Nošenje tereta sa te strane ima tendencu da pogorša simptome, pacijent ima problema sa obavljanjem osnovnih aktivnosti i svakodnevnih radnih obaveza koje zahtevaju podizanje ramena. Prateći simptomi su i različit stepen slabosti zavisno od stepena povrede. Anamnestički je potrebno tokom pregleda pojasniti uzroke i mehanizam povređivanja.

Usled perifernih lezija nastaje unilateralna atrofija m.sternocleidomastoideusa, a vremenom se razvija degenerativna reakcija ovoga mišića. Pacijent ne može okrenuti glavu na zdravu stranu, ne može podići rame koje je vidno spušteno sa zahvaćene strane. Takođe scapula se pomera na niže, kontura ramena je ugnuta zbog atrofije m.trapeziusa.

Usled kombinovanih nuklearnih i perifernih lezija nastaje bilateralno oštećenje. Klinički se manifestuje teškoćom u okretanju glave ili podizanju brade, zbog slabosti m.sternocleidomastoideusa, glava pada unapred, a atrofija m.trapeziusa dovodi vremenom do četvrtastog izgleda ramena.

Centralna paraliza izaziva slične simptome. Klinički se prepoznaje po ograničenju kretanja ali bez mišićne atrofije ili sledstvene degenerativne reakcije. Mišići postaju spastični, a ukoliko je lezija unilateralna dolazi do tortikolisa (Borivoje M.R., 2011., Hall J.E. et al., 2006.).

Literatura:

Benninger, Brion, and Jonathan McNeil. „Transitional Nerve: A New And Original Classification Of A Peripheral Nerve Supported By The Nature Of The Accessory Nerve (CN XI)”. *Neurology Research International*, vol 2010, 2010, pp. 1-15. Hindawi Limited, doi :10.1155/2010/476018. Accessed 15 May 2018.

Binder, Devin K et al. *Cranial Nerves*. Thieme, 2010.

Borivoje M. Radojičić, *Klinička neurologija XVII prerađeno i prošireno izdanje za lekare i studente*, Beograd, maj 2011.

Brown, Jerry William. „Prenatal Development Of The Human Nucleus Ambiguus During The Embryonic And Early Fetal Periods”. *American Journal Of Anatomy*, vol 189, no. 3, 1990, pp. 267-283. Wiley, doi :10.1002/aja.1001890310. Accessed 22 May 2018. Douglas, Graham et al. *Macleod's Clinical Examination*. 13th ed., Churchill Livingstone Elsevier, 2013.

Butler A.B., Hodos W. (2005.): *Comparative vertebrate neuro-anatomy: evolution and adaptation*. Wiley-Blackwell, ISBN 978-0-471-21005-4.

Gaillard, Frank. „Collet-Sicard Syndrome | Radiology Reference Article | Radiopaedia.Org”. *Radiopaedia.Org*, Accessed 16 May 2018.

Goss, Charles Mayo. „On Anatomy Of Nerves By Galen Of Pergamon”. *American Journal Of Anatomy*, vol 118, no. 2, 1966, pp. 327-335. Wiley-Blackwell, doi :10.1002/aja.1001180202. Accessed 15 May 2018.

Haines, Duane E, and M.D. Ard. *Fundamental Neuroscience For Basic And Clinical Applications*. 4th ed., Elsevier/Saunders, 2013.

Hall J.E., Guyton A.C. (2006.): *Textbook of medical physiology*, 11th edition. Elsevier Saunders, St. Louis, Mo, ISBN 0-7216-0240-1.

Kiernan, John Alan, and Murray Llewellyn Barr. *Barr's The Human Nervous System*. 13th ed., Wolters Kluwer, 2014.

Krasnianski, M; Neudecker, S; Schlüter, A; Zierz, S (Dec 2003.) „Avellis’ Syndrome in Brainstem Infarctions”. *Fortsch. Neurol. Psychiatr.* 71 (12): 650-3. doi:10.1055/s-2003-45345. PMID 14661158.

Lloyd, S. „Accessory Nerve: Anatomy And Surgical Identification”. *The Journal Of Laryngology & Otology*, vol 121, no. 12, 2007. Cambridge University Press (CUP), doi :10.1017/s0022215107000461. Accessed 15 May 2018.

Lorenzo Crumie - „On Anatomy Of Nerves By Galen Of Pergamon”. *American Journal Of Anatomy*, vol 118, no. 2, 1966, pp. 327-335. Wiley-Blackwell, doi :10.1002/aja.

Nieuwenhuys, R et al. *The Human Central Nervous System*. 4th ed., Springer, 2008.

Nebojša J. Jović, Ukršteni sindromi moždanog stabla, Klinika za neurologiju i psihijatriju za decu i omladinu, Beograd, Srbija Medicinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija.

Stifani, Nicolas. „Motor Neurons And The Generation Of Spinal Motor Neuron Diversity”. *Frontiers In Cellular Neuroscience*, vol 8, 2014. Frontiers Media SA, doi :10.3389/fncel.2014.00293. Accessed 15 May 2018.

Wahba, Mohammed, and Craig Hacking. „Jugular Foramen | Radiology Reference Article | Radiopaedia.Org”. *Radiopaedia.Org*, Accessed 16 May 2018.

Walvekar, Rohan R et al. „Accessory Nerve Injury: Background, History Of The Procedure, Problem”. *Emedicine.Medscape.Com*, 2018, Accessed 16 May 2018.

Drugi izvori podataka:

<https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/the-accessory-nerve>

https://uz.wikipedia.org/wiki/Fayl:N.accessorius-qo%27shimcha_nerv.jpg N.accessorius Tıp, Diş Hekimliği, FTR, Sağlık Bilimleri Fakülteleri, Ebelik, Hemşirelik vb. bölümler için anatomi maketleri üzerinden nervus accessorius. Anatomi Laboratuvarından.

<https://www.lecturio.de/artikel/medizin/hirnnervenlahmungen/>

Accessory nerv Author: Lorenzo Crumbie, MBBS, BSc
• Reviewer: Dimitrios Mytilinaios, MD, PhD Last reviewed: October 30, 2023.

XII KRANIJALNI NERV

PODJEZIČNI ŽIVAC / HIPOGLOSNI ŽIVAC

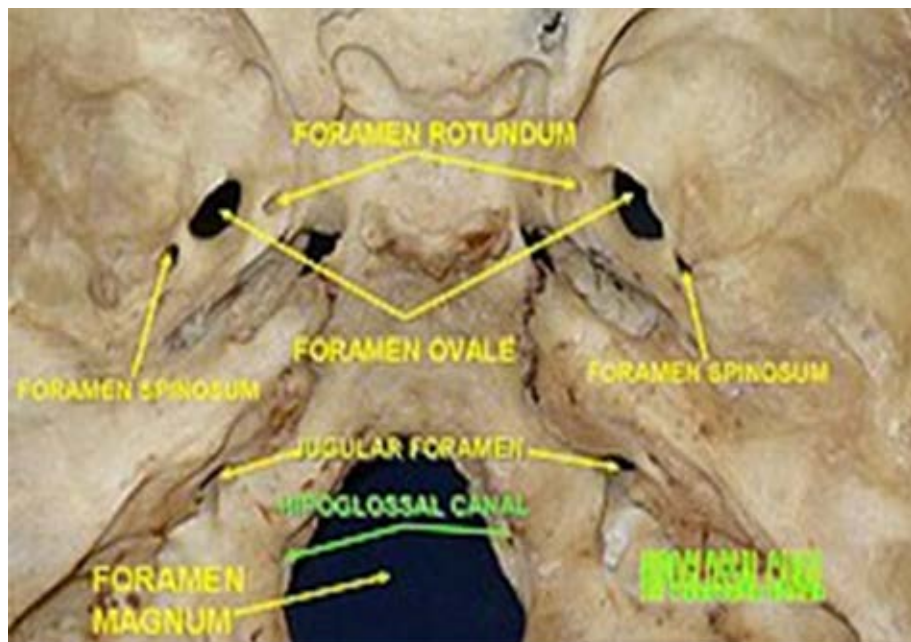
(nervus hypoglossus)

Podjezični ili hipoglosni živac (n.hypoglossus) je isključivo motorni kranijalni nerv. Jedan je od dvanaest kranijalnih nerava koji se nalaze u amniotima (grupa tetrapoda) uključujući i reptile, sisare i ptice (Sharma S.K., 2014.).

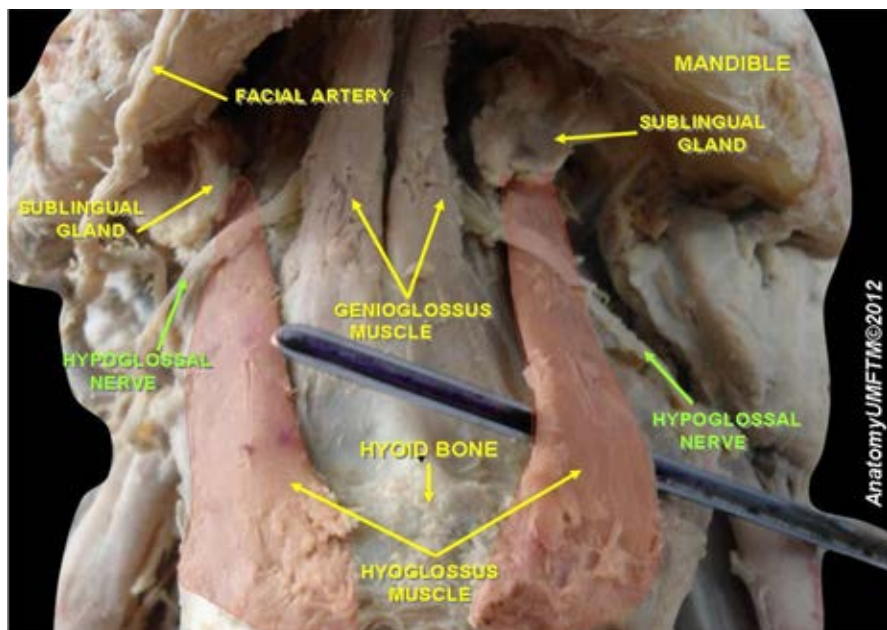
Nervus hypoglossus, XII KN, inervira muskulaturu jezika i geniohoidni mišić, osim m.palatoglossusa koji je inervisan n.vagusom (Borivoje M.R., 2011.). Prvi opis n.hypoglossusa je dao Herofil u trećem veku pre nove ere (335-280 p.n.e.). Naziv hipoglos potiče od činjenice da prolazi ispod jezika, od grčke reči hipo tj. ispod glossa, jezik. Prvi je kao naziv hypoglossal (latinski nervi hypoglossi externa) uveo Žak Beninja Vinslou 1733.godine, (Jacques Bénigne Winslow). Nakon toga je menjao nazive uključujući i nervi indeterminati, par.lingual, par.gustatorium. Od strane različitih autora je nazivan i veliki podjezični nerv, ukusni nerv i na posletku jezični nerv nazvan od strane Vinsloua. 1778.godine je Soemmering nazvao nerve hypoglossum magnum. 1800.godine ga je Cuvier nazvao velikim hipoglosnim živcem kao prevod Vinsloua i na posletku kao konačan naziv 1832.godine ga je na engleskom nazvao Noks (Swanson L.W., 2014).

Funkcija n.hypoglossusa je kontrola pokreta jezika neophodnih za govor i gutanje, uključujući i plaženje jezika (pružanje jezika prema napred) i bočno pomeranje jezika s jedne na drugu stranu. Sledstveno pomenutom oštećenje ovoga nerva utiče na pokretanje jezika i njegov izgled. Najčešći uzroci lezije su povrede nakon trauma ili operacija u ovoj regiji kao i bolest motornih neurona.

Nervus hypoglossus polazi iz motornog jedra (nucleus nervi hypoglossi) koje se nalazi u ventromedijalnom delu sive mase produžene moždine (medulla oblongata, čvor života) (Dale P., 2012.). Začetak ovog nerva čine 10 do 12 korenova čija vlakna od motornog jedra izlaze iz anterolateralnog sulkusa između piramide i olive tj. kroz njen prednji bočni žleb (Fitzgerald M.J.T. et al., 2012.). Nakon toga korenovi se prostiru upolje i napred kroz subarahnoidalni prostor, probijaju potom dura mater i ulaze u hipoglosni kanal (otvor na potiljačnoj kosti lobanje) gde se spajaju u jedno nervno stablo gradeći n.hypoglossus. Nakon izlaska iz hipoglosnog kanala XII KN daje meningealnu granu i podiže granu iz prednjeg kraka C1 segmenta. Na dalje, ovaj nerv ide naniže do ugla gde skreće napred i ulazi u retrostiloidni deo laterofaringealnog prostora. U ovom prostoru putuje blizu n.vagusa i kičmenog dela pomoćnog nerva, spiralno se spušta iza n.vagusa i prolazi između unutrašnje karotidne arterije i unutrašnje jugularne vene koja leži na karotidnoj ovojnici (Yetiser S. et al., 2007.).

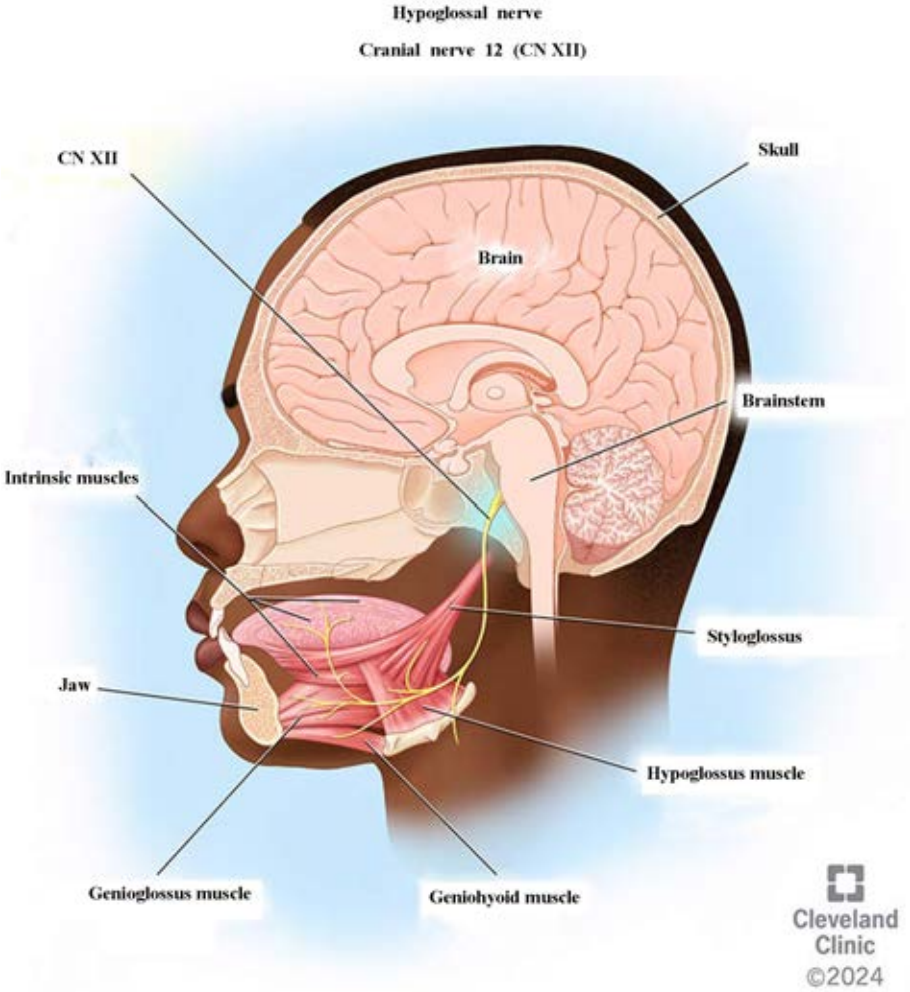


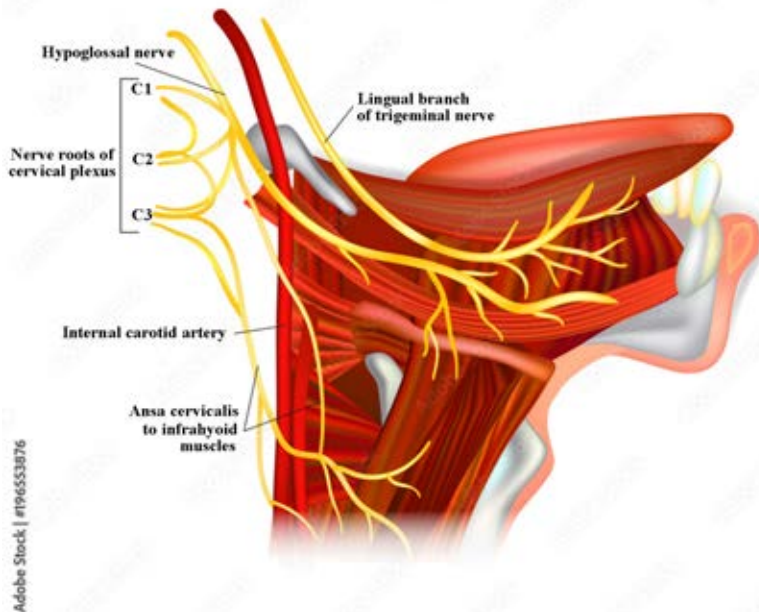
Na slici topografski prikazan je put kojim hipoglosalni nerv napušta lobanju kroz hipoglosalni kanal, koji se nalazi blizu velikog otvora za kičmenu moždinu, foramen magnuma.



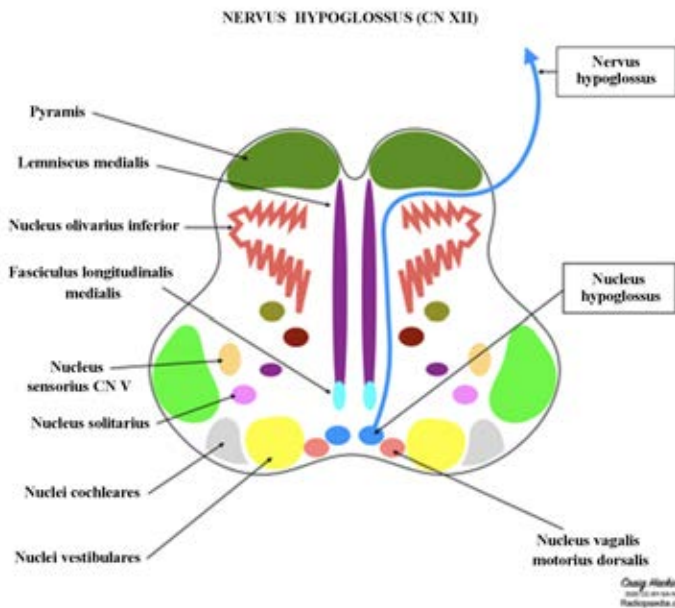
Na prikazanoj slici hipoglosalni nerv putuje duboko do hipoglosnog mišića koji inerviše. Na prikazanoj slici nastavlja put i inerviše genioglosusni mišić zatim ide prema vrhu jezika gde se deli na grane koje inervišu mišiće jezika. U visini početnog dela potiljačne arterije, skreće horizontalno napred prema jeziku. Tačnije u tački na nivou ugla mandibule izlazi iza zadnjeg stomaka digastričkog mišića. Pošto prođe kroz pukotinu između hipoglosnog i milohioidnog mišića okreće se oko grane okcipitalne arterije i putuje napred u region ispod mandibule (Yetiser S. et al., 2007.). N.hypoglossus se potom u podjezičnom predelu deli na svoje završne grančice (rami linguales nervi hypoglossi) koje inervišu m.hypoglossus, m.stylohyoideus i m.genioglossus iste polovine jezika (Slavoljub V. i sar., 2000., Susan S. yp., 2009.). Odatle nekoliko proprioceptivnih vlakana dolaze verovatno povratno u n.hypoglossus, a sa vlaknima koja potiču iz anastomoza spaja se sa prvim cervikalnim nervom što je ranije rečeno. N.hypoglossus daje motorne grane za

mm.geniohyoideus i infrahyoidei kao i senzitivnu povratnu granu za zadnju lobanjsku jamu (Susan S., 2009., Slavoljub V.J. i sar., 2000.).

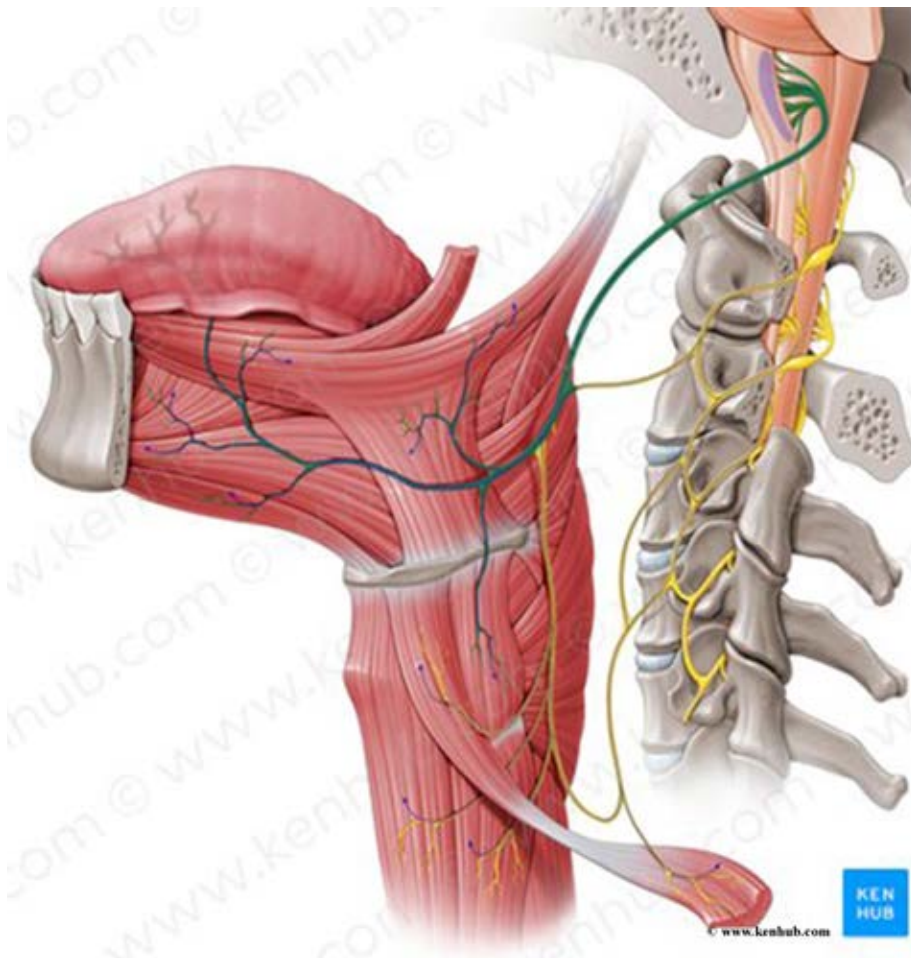




Kao što je u ranijem tekstu rečeno koren hipoglosnog nerva nastaje iz hipoglosalnog jedra smeštenog blizu dna moždanog stabla (Dale P., 2012.).



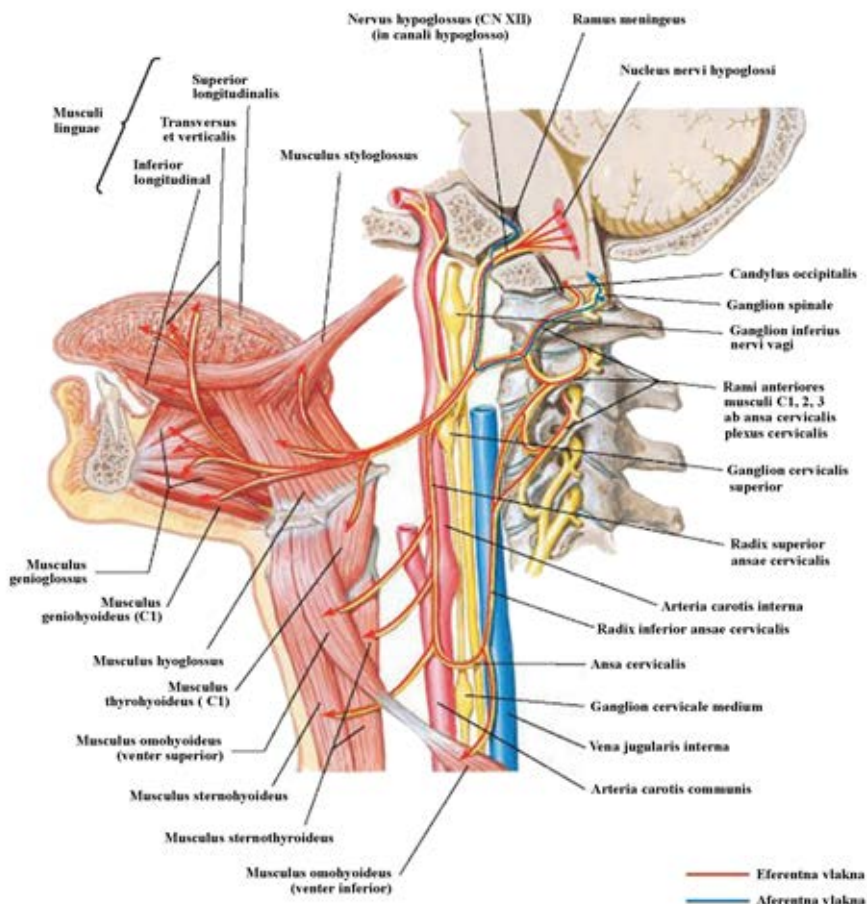
Ovo jedro prima input iz oba moždana korteksa, ali je kontralateralni ulaz dominantan i inervacija jezika je suštinski lateralizovana (Kandel E.R., 2013.). Signali sa mišićnih vretena jezika putuju do jezičkog nerva koji gradi sinapsu na trigeminalnom mezencefaličnom jedru (Fitzgerald M.J.T. et al., 2012.).



Embriološki razvoj n.hypoglossusa polazi od neurona hipoglosnog jedra koji potiču iz bazalne ploče embrionalne produžene moždine. Muskulatura koju oni inervišu razvija se kao hipoglosalna vrpca iz miotoma prva četiri para okcipitalnih somita (Hill M., 2017., Sperber G.H. et al., 2010). Ovaj nerv je prvi put vidljiv i prepoznaje se kao niz korenčića u četvrtoj gestacijskoj nedelji, koji formiraju jedan nerv i

vezu sa jezikom do pete gestacijske nedelje (Hill M., 2017., O’Rahilly R. et al., 1984.).

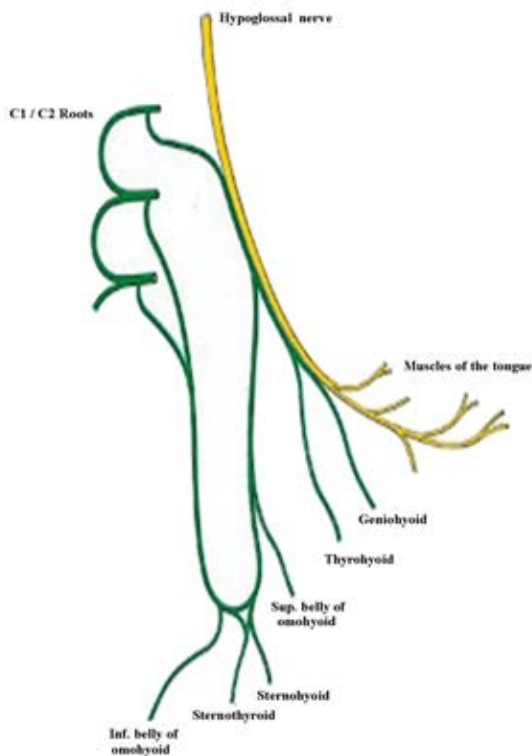
N.hypoglossus, kao isključivo motorni nerv, inervise spoljašnje mišiće jezika: m.genioglossus, m.hyoglossus, m.styloglossus kao i unutrašnje mišiće jezika osim m.palatoglossusa (Fitzgerald M.J.T. et al., 2012., Borivoje M.R., 2011.). XII KN je nerv opšteg somatskog eferentnog tipa (GSE) (Fitzgerald M.J.T. et al., 2012.). Za izgled jezika, posebno ispupčenost, su odgovorni levi i desni m.genioglossus. Mišići, pričvršćeni za donju stranu gornjeg i zadnjeg dela jezika, dovode do toga da jezik viri i odstupa ka suprotnoj strani. Pored navedenog ovaj nerv učestvuje u pokretima čišćenja usta od pljuvačke i drugog sadržaja kao i što utiče na druge nevoljne pokrete.



Jedro n.hypoglossusa je u interakciji sa retikularnom formacijom i uključeno je u kontrolu nekoliko refleksnih ili automatskih pokreta. Nekoliko vlakana kortikonuklearnog porekla obezbeđuju inervaciju pomažući u nesvesnim pokretima koji se odnose na govor i artikulaciju (Borivoje M.R., 2011., Yetiser S. et al., 2007., Hall J.E. et al., 2006.). Kortikalna prezentacija (centar za pokrete jezika) nalazi se u donjoj trećini precentralne vijuge, blizu Silvijeve brazde. Kroz capsulu internu XII KN prolazi sa n.facialisom.

Samo n.hypoglossus i donja grana n.facialisa nemaju bikortikalnu inervaciju i zato u slučaju centralne lezije jezik skreće u pravcu hemiplegije.

The Hypoglossal Nerve (CN XII)



Motor:

- Intrinsic and extrinsic tongue muscles (styloglossus, hypoglossus, genioglossus)
- Throat muscles (thyrohyoid and geniohyoid)

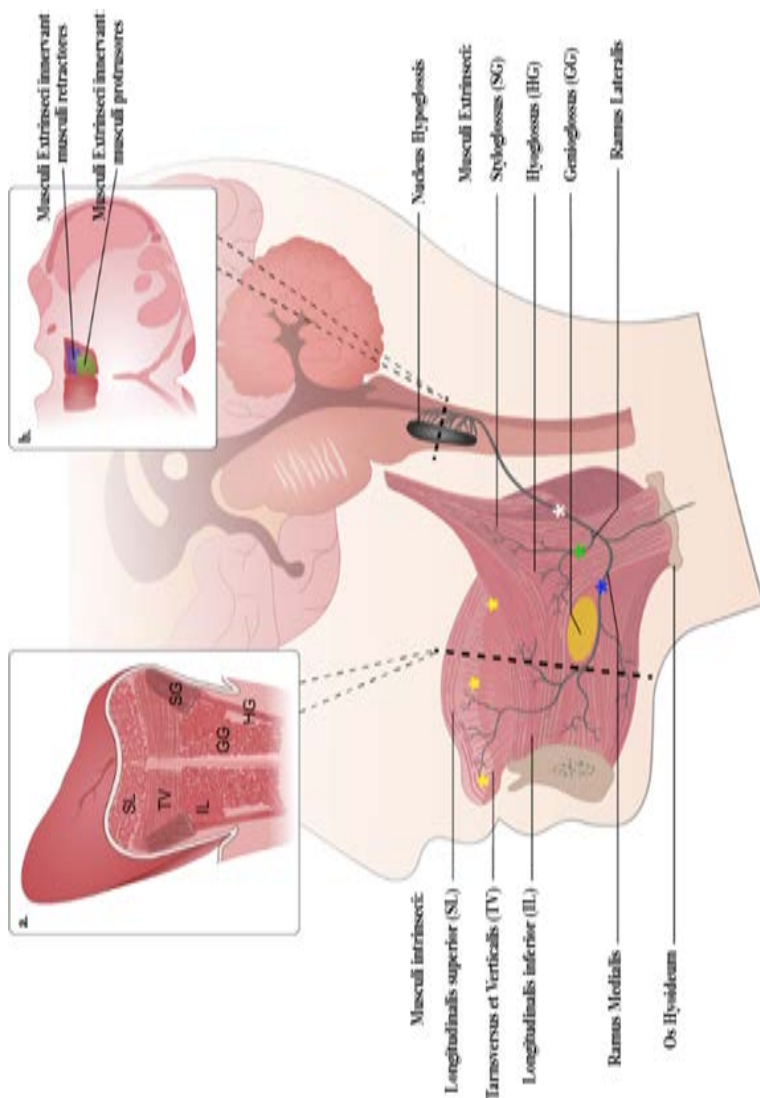
UMN lesion = CL deviation

LMN lesion (CN XII) = IL deviation



© TeachMeAnatomy LMN lesion (CN XII) = atrophy? fasciculations?

Centralne veze jedra n.hypoglossusa obuhvataju kortikobulbarne, ukrštene, veze za m.genioglossusom, mišićima jezika čija je funkcija protruzija jezika što je klinički od najvećeg značaja. Za ostale mišće obuhvata nepotpuno ukrštene, ekstrapiramidne i tektobulbarne puteve kao i refleksne neurone iz senzitivnih jedara n.trigeminusa i nucleus tractus solitarii (Fitzgerald M.J.T. et al., 2012., Borivoje M.R., 2011.).



Na slici je prikazan hemijski dijagram n.hypoglossusa.

Lezije, simptomi i znaci koji mogu zahvatiti n.hypoglossus:

Oštećenja n.hypoglossusa su relativno retka. Tokom kliničkog pregleda najvažnije je diferencirati da li se radi o perifernoj ili centralnoj paralizi, jednostranoj ili obostranoj paralizi ovog nerva.

Pri jednostranoj paralizi nerva dolazi do otežanih pokreta jezika, dok je pri obostranoj paralizi jezik u potpunosti nepokretan, a istovremeno su otežani govor i žvakanje.

Periferne lezije: najčešće su mehaničke prirode, kao npr.: fraktura baze lobanje, dislokacija gornjeg dela cervikalne kičme, povrede nanete vatrenim oružjem, tuberkuloza, aneurizma u području circulus arteriosus Willisi, neurolues, trovanje olovom, alkoholom, arsenom i ugljen monoksidom (Hui Andrew C.F. et al., 2009., Keane J.R., 1996.). Zbog topografske orijentacije XII KN te neposredne blizine nerva drugim strukturama (nervima, arterijama i venama) retko se viđa njegova izolovana povreda ili lezija. Tako npr. kod obostranog oštećenja n.hypoglossusa može doći istovremeno do oštećenja n.facialisa i n.trigeminusa. Uzrok ovome najčešće je tromboembolija nastala kao posledica arterioskleroze vertebrobazilarne arterije (Boban M. i sar., 2007.). Klinička manifestacija navedenog je spazam (zategnutost) oralne muskulature uz posledično prisutne poteškoće u govoru, žvakanju i gutanju (Boban M. i sar., 2007., Fitzgerald M.J.T. et al., 2012.).

Periferna (flakcidna paraliza) XII KN je degenerativna homolateralna paraliza jezika, tj. atrofija jedne polovine jezika. Tokom pregleda pri plaženju jezik skreće na stranu lezije. Mogu biti prisutne i fascikulacije.

Nuklearne i supranuklearne lezije: Oštećenje ovog nerva može nastati i kao posledica moždanog udara (npr. hemoragije u produženoj moždini), Multiple skleroze, Guillain Barreevog sindroma, infekcije, sarkoidoze, sifilisa, kao i prisustva ektatičnog suda u hipoglosnom kanalu, poliomijelitisa, bulbarne i pseudobulbarne paralize, tumora, apscesa mozga, ateroskleroze, siringobulbije i amiotrofične lateralne skleroze (bulbarni oblik). Zatim može se videti i kod psihogenih poremećaja (npr. histerična paraliza, mucanje i tikovi) (Keane J.R., 1996., Boban M. i sar., 2007.).

Tokom pregleda treba imati na umu i sledeće: grane donjeg motornog neurona grade sinapse sa gornjim motornim neuronima u hipoglosnom

jedru (nucleus nervi hypoglossi). Simptomi će zavisiti od lokalizacije oštećenja. Ako je lezija donjeg motornog neurona, jezik će skretati ka oštećenoj strani. Pomenuto nastaje zbog slabosti m.genioglossusa zahvaćene strane čija akcija daje devijaciju jezika ka kontralateralnoj strani. U slučaju lezije gornjeg motornog neurona, jezik skreće od strane oštećenja tj. suprotno strani oštećenja, usled dejstva zahvaćenog m.genioglossusa, bez fascikulacija, a govorne poteškoće su uočljivije. Oštećenje nucleus nervi hypoglossi dovodi do atrofije mišića jezika i njegovo odstupanje ka oboleloj strani kada je izbočen. Ovo nastaje kao posledica sniženog tonusa (slabijeg) m.genioglossusa (Kandel E.R., 2013., Fitzgerald M.J.T. et al., 2012., Borivoje M.R., 2011.).

Progresivna bulbarna paraliza je posledica lezije motornih neurona, a u tesnoj vezi je sa kombinovanim lezijama nucleus nervi hypoglossi i nucleus ambiguusa sa atrofijom motornih nerava ponsa i medulle oblongate. Posledica navedenog klinički se manifestuje otežanim pokretanjem jezika, otežanim govorom, žvakanjem i gutanjem usled disfunkcije jedara kranijalnih nerava koji inervišu ovu regiju (Fitzgerald M.J.T. et al., 2012.). Bolest motornih neurona najčešće pogađa n.hypoglossus (Boban M. i sar., 2007., Hall J.E. et al., 2006., Borivoje M.R., 2011.).

Kod supranuklearne lezije ovog nerva, koja za posledicu ima spastičku paralizu, klinički se manifestuje kontralateralnom hemiplegijom i paralizom jezika bez atrofije ili fibrilacije. Pri plažanju jezik skreće u stranu suprotno od lezije. Obostrana supranuklearna lezija nastaje kod oštećenja kortikobulbarnog puta. Jednostrana paraliza jezika ne oštećuje njegovu funkciju zbog preplitanja mišićnih vlakana iz obeju polovina jezika, a govor pri tom nije oštećen. Kod nuklearne ili medularne lezije (flakcidna paraliza) pored znakova periferne zahvaćenosti postoje i:

- fascikulacija koja prati ili prethodi atrofiji, a dolazi do zahvaćenosti i drugih nerava i struktura, senzitivni poremećaj tj. gubitak dubokog senzibiliteta za bol i osećaj toplote na polovini lica i tela ili bilateralno u slučaju lezije u nivou srednje linije;

- ako je bilateralna lezija jezik je paralisiran, razvija se disfagija, dizartrija, otežano je žvakanje, u ovom slučaju jezik može zatvoriti ždrelo i ugušiti bolesnika te ovi simptomi imaju veliki klinički značaj;

-kortikalne lezije za posledicu imaju dizatriju i ataksiju jezika;

-lezija striatuma (chorea) daje nepravilne aritmičke pokrete jezika (Fitzgerald M.J.T. et al., 2012.).

Psihogeni poremećaji imaju takođe veoma značajan udeo u kliničkoj slici. Najčešće ih prate mucanje, tikovi jezika, šuškanje, zaplitanje jezikom i sl. Kod histerične paralize na pregledu se registruje pružanje otpora pasivnom kretanju jezika uz odsustvo degenerativne reakcije (Fitzgerald M.J.T. et al., 2012., Hall J.E. et al., 2006.).

N.hypoglossus se klinički testira pregledom jezika i njegovih pokreta. Ako je povređen nerv, u mirovanju jezik može izgledati kao „vreća crva” kako se najčešće opisuju fascikulacije ili je objektivno pristna atrofija jezika.

-motorna snaga jezika se ispituje davanjem naloga pacijentu da vrhom jezika daje otpor sa unutrašnje strane obraza dok ispitivač opipa i daje otpor spolja obrazu;

-kretanje jezika tj. devijacija jezika se ispituje tako što jezik pri pravolinijskom pružanju u fiziološkom stanju ne skreće, ali ako postoji oštećenje nerva ili njegovog puta jezik može skretati u jednu stranu. Kod jednostrane paralize jezik skreće ka oduzetoj strani, a ako postoji obostrano supranuklearna lezija (pseudonuklearna paraliza) otežano je bočno kretanje jezika s kraja na kraj usta;

-kada je nerv oštećen jezik se može osećati uvećano kao zadebljao, težak ili nespretno pri pokušaju govora i žvakanja. Slabost mišića jezika može dovesti do nejasnog govora, što se posebno manifestuje otežanim formiranjem zvukova tokom izgovora, a što direktno zavisi od alveolarne stope, zubne stope, bočne aproksimante, za velarne, nazalne i rotičke suglasnike (Kandel E.R., 2013., Hall J.E. et al., 2006., Borivoje M.R., 2011.).

Ukoliko je potrebno, dijagnostiku dopuniti drugim metodama kao što su npr. merenje električnog potencijala, MR mozga i sl. o čemu odlučuje lekar tokom neurološkog pregleda.

Sindromi koji zahvataju n.hypoglossus su delom navedeni u ranijem tekstu, a opisani su u okviru sindroma koji zahvataju IX, X, XI i XII:

-Vilaretov sindrom (vidi raniji tekst);

-Kolet - Sikardov sindrom (Collet Sicard syndrome) (vidi raniji tekst);

-Jacsonov sindrom (poznat i kao vagoaksesorno - hipoglosni sindrom) kojeg daje nuklearna ili radikularna lezija, a zahvaćeni su X, XI i XII KN. Klinički se manifestuje istostranom paralizom mekog nepca, farinksa i larinksa, zatim istostranom paralizom m.sterno-cleidomastoideusa i m.trapeziusa (XI), homolateralnom paralizom i atrofijom jezika (XII);

-Tapia sindrom (Tapia syndrome) nastaje kao posledica nuklearne ili radikularne lezije, oštećenja motornog jedra ili malih korena n.vagusa i n.hypoglossusa (X, XII KN). Tapia sindrom predstavlja sinhronu parezu ili paralizu pomenuta dva KN. Klinički je prisutna homolateralna paraliza farinksa, larinksa i homolateralna paraliza i atrofija jezika tj. disfonija, disfagija i devijacija jezika pri buđenju iz anestezije. Najčešće nastaje nakon orotrahealne intubacije sa glavom koja se dugo održava u savijenom prema nazad položaju, što dovodi do istežanja i kompresije pomenutih KN (Boisseau N. et al., 2002., Lykoudis E.G. et al., 2012.). Tapia sindrom može trajati mesecima, a rehabilitacija uz pomoć logopeda je presudna za oporavak. Istraživanja Gevorgjana i Nedzelskog ukazuju da je oporavak Tapia sindrom u 30% slučajeva potpun, 39% nepotpun, a bez rezultata je u 26% slučajeva (Gevorgyan A. et al., 2013.). Ovi istraživači navode da nedostatak lezije kičmenog dela n.acesoriusa ga



razlikuje od sindroma jugularnog foramena Vernet (KN IX,X,XI; Kole - Sikardov sindrom (IX,X,XI,XII) kao i Villaret sindrom (Collet Sicard i Hornerov sindrom). (vidi raniji tekst)

Pored navedenog može postojati i hemiplegija alterna n.hypoglossusa, bulbarna paraliza koja zahvata piramidni put blizu dekusacije. U tom slučaju se javlja kontralateralna hemiplegija i homolateralna paraliza jezika (Boisseau N. et al., 2002.). Klinički na slici je prikazana lezija hipoglosalnog nerva. Posledično uzrokuje atrofiju ili hipotrofiju polovine jezika, naime jezik oboleli neće moći da ispruži pravo tj. ravno napred. U ovom slučaju do povrede nerva je došlo tokom operacije brahijalne ciste vrata.

Literatura:

Boban, Marina; Brinar, Vesna V.; Habek, Mario; Radoš, Marko (2007.) „Isolated Hypoglossal Nerve Palsy: A Diagnostic Challenge”. European Neurology. 58 (3): 177-181. doi: 10.1159/000104720. PMID 17622725.

Boisseau N, Rabarijaona H, Grimaud D, et al., Tapia's syndrome following shoulder surgery. Br J Anaesth. 2002;88:869-870. 5.

Borivoje M. Radojičić, Klinička neurologija XVII prerađeno i prošireno izdanje za lekare i studente, Beograd, maj 2011.

Dale Purves (2012.) Neuroscience. Sinauer Associates. p. 726. ISBN 978-0-87893-695-3.

Gevorgyan A, Nedzelski JM., A late recognition of tapia syndrome: a case report and literature review. Laryngoscope. 2013. Oct; 123(10):2423-7.

Hill, Mark. „Carnegie stage 12 - Embryology”. embryology.med.unsw.edu.au. Retrieved 12 March 2017.

Hui, Andrew C.F.; Tsui, Ivan W.C.; Chan, David P. N. (2009-06-01). „Hypoglossal nerve palsy”. Hong Kong Medical Journal = Xianggang Yi Xue Za Zhi. 15 (3): 234. ISSN 1024-2708. PMID 19494384.

Hall J.E., Guyton A.C. (2006.): Textbook of medical physiology,

11th edition. Elsevier Saunders, St. Louis, Mo, ISBN 0-7216-0240-1.

Kandel, Eric R. (2013.) Principles of neural science (5. ed.). Appleton and Lange: McGraw Hill. pp. 1541–1542. ISBN 978-0-07-139011-8.

Keane, James R. (1996-06-01) „Twelfth-Nerve Palsy: Analysis of 100 Cases”. Archives of Neurology. 53 (6): 561- 566. doi:10.1001/archneur.1996.00550060105023. ISSN 0003-9942. PMID 8660159.

Lykoudis EG, Seretis K. Tapia's syndrome: an unexpected but real complication of rhinoplasty: case report and literature review. Aesthetic Plast Surg. 2012;36: 557-559.

M.J.T. Fitzgerald; Gregory Gruener; Estomih Mtui (2012.) Clinical Neuroanatomy. and Neuroscience. Saunders/Elsevier. p. 216. ISBN 978-0-7020-4042-9.

Mukherjee, Sudipta; Gowshami, Chandra; Salam, Abdus; Kuddus, Ruhul; Farazi, Mohshin; Baksh, Jahid (2014-01-01) „A case with unilateral hypoglossal nerve injury in branchial cyst surgery”. Journal of Brachial Plexus and Peripheral Nerve Injury. 7 (1): 2. doi:10.1186/1749-7221-7-2. PMC 3395866. PMID 22296879.

Yetiser, Sertac; Karapinar, Ugur (2007-07-01) „Hypoglossal-Facial Nerve Anastomosis: A Meta-Analytic Study”. Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology. 116 (7): 542-549. doi:10.1177/000348940711600710. ISSN 0003-4894. PMID 17727086. S2CID 36311886.

O'Rahilly, Ronan; Müller, Fabiola (March 1984.) „The early development of the hypoglossal nerve and occipital somites in staged human embryos”. American Journal of Anatomy. 169 (3): 237-257. doi:10.1002/aja.1001690302. PMID 6720613.

Swanson, Larry W. (2014-08-12) Neuroanatomical Terminology: A Lexicon of Classical Origins and Historical Foundations. p. 300. ISBN 978-0-19-534062-4.

Sperber, Geoffrey H.; Sperber, Steven M.; Guttmann, Geoffrey D. (2010.) Craniofacial Embryogenetics and Development. PMPH-USA. p. 193. ISBN 9781607950325.

Славољуб В. Јовановић, Надежда А. Јеличић (2000.) Анатомија

човека-главаиврат. Београд: Савремена администрација. ISBN 978-86-387-0604-4.

Susan Standring, ур. (2009.) [1858] Gray's anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice, Expert Consult. illustrated by Richard E. M. Moore (40 изд.). Churchill Livingstone. ISBN 978-0-443-06684-9.

Sharma, SK (2014.) Objective Zoology. Krishna Prakashan Media. p. 3.84.

Drugi izvori podataka:

K.L. Moore, A.F. Dalley II, A.M.R. Agur: Clinically Oriented Anatomy, 7th edition, Lippincott Williams & Wilkins (2014.), p. 1076-1078.

R.L. Drake, A.W. Vogl, A.W.M. Mitchell: Gray's Anatomy for Students, 3rd edition, Churchill Livingstone (2015.), p. 900-901.

S. Monkhouse: Cranial Nerves Functional Anatomy, Cambridge University Press (2006.), p. 75-76.

M.A. Patestas, L.P. Gartner: Neuroanatomy, Blackwell Publishing (2006.), p. 280 Illustrations: <https://www.medi-karriere.de/wiki/nervus-hypoglossus/>.

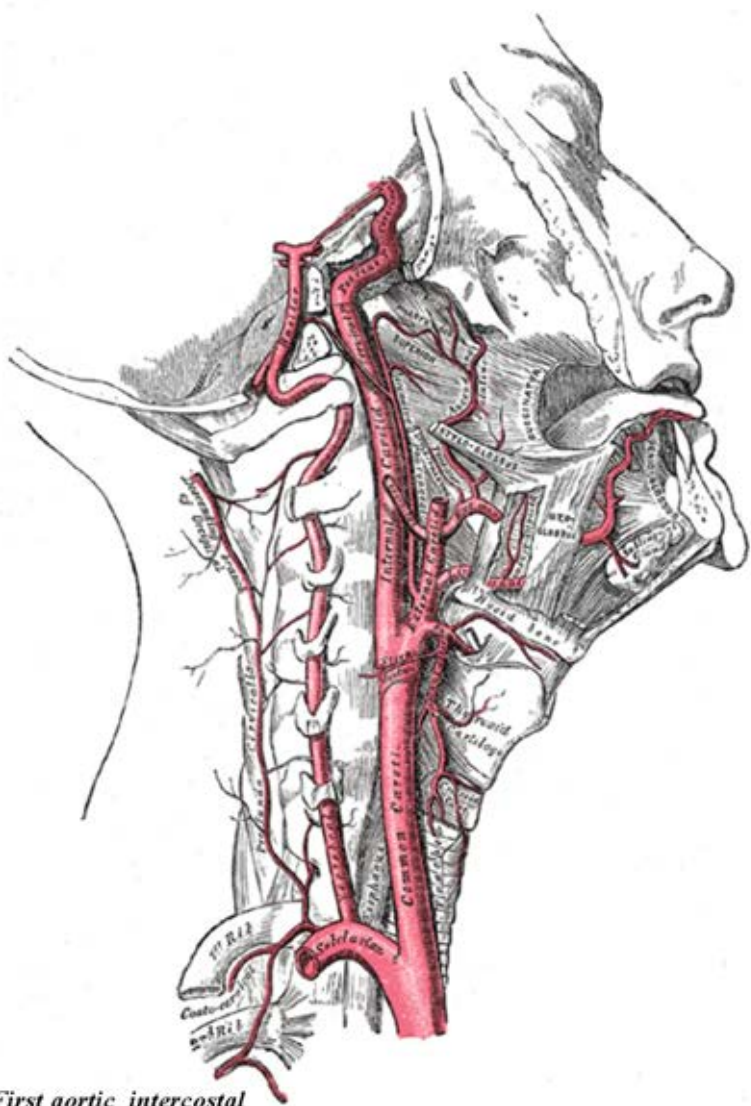
<https://my.clevelandclinic.org/health/body/21592-hypoglossal-nerve>

<https://ca.pinterest.com/pin/767582330222887589/>

https://samarpanphysioclinic.com/hypoglossal-12th-cranial-nerve/#google_vignette

<https://www.nature.com/articles/s41434-021-00225-1>

https://en.wikipedia.org/wiki/Hypoglossal_nerve



First aortic intercostal

KRANIJALNI NERVI U KAROTIDNOJ HIRURGIJI *(kratak osvrt značajan za neurologiju)*

Kranijalni nervi u karotidnoj hirurgiji imaju veliki značaj iz razloga njihovog bliskog odnosa sa karotidnom arterijom. Da bi hirurški zahvat bio bezbedniji, a pri tom izbegle lezije nerava kao i neželjene posledice mora se obratiti posebna pažnja na anatomske karakteristike ove regije. Iz tih razloga ćemo se ukratko osvrnuti na ovaj aspekt uz napomenu da za detaljnije je potrebno pogledati u tekstovima iz oblasti hirurgije koji tretiraju ovu oblast.

Nervus auricularis magnus (veliki ušni nerv) je kožni čulni nerv. On je najveći od uzlaznih grana cervikalnog plexusa (Standring S., 2020.). On potiče od drugog i trećeg vratnog (kičmenog) nerva (C2 - C3) cervikalnog plexusa, pri čemu je dominantno učešće C2 (Sinnatamby Ch.S., 2011.).

Veliko stablo ovog nerva se uzdiže skoro vertikalno, izlazi ispod središnjeg dela dorzolateralne ivice m.sternocleidomastoideusa. Potom perforira duboku fasciju pre nego što se uzdigne duž spoljašnje jugularne vene na ipsilateralnom sternokleidomastoidnom mišiću, ispod mišića platizme (m.platysma) do parotidne lože. Po izlasku iz parotidne lože pruža se lučno prema ušnoj školjci i lobanji gde se deli na prednju i zadnju granu (Standring S., 2020.). Nervus auricularis magnus obezbeđuje senzitivnu inervaciju donjeg dela obraza tj. kože nad parotidnom žlezdom i mastoidnim nastavkom, spoljašnjeg uva odnosno ušnu školjku, parotidne žlezde i njene fascije i deo potiljačne regije. Lezije ovog nerva tokom hirurške intervencije se najčešće dogode nepažljivom disekcijom u nivou površne fascije vrata u gornjem delu operativne incizije. Prednja grana tzv. facijalna grana je zadužena za kožu lica preko parotidne žlezde i komunicira unutar parotidne žlezde

sa n.facialisom (VII KN). Njegova zadnja grana tzv. mastoidna grana inervise kožu mastoidnog nastavka zadnje strane ušne školjke (osim njenog gornjeg dela), lobula i donjeg dela školjke, parotidne žlezde i parotidne fascije. Ova grana komunicira sa manjim potiljačnim nervom, ušnom granom vagusa i zadnjom ušnom granom (Standring S., 2020., Sonne J. et al., 2022., Adel K.A., 2006., John E.H. et al., 2017.).

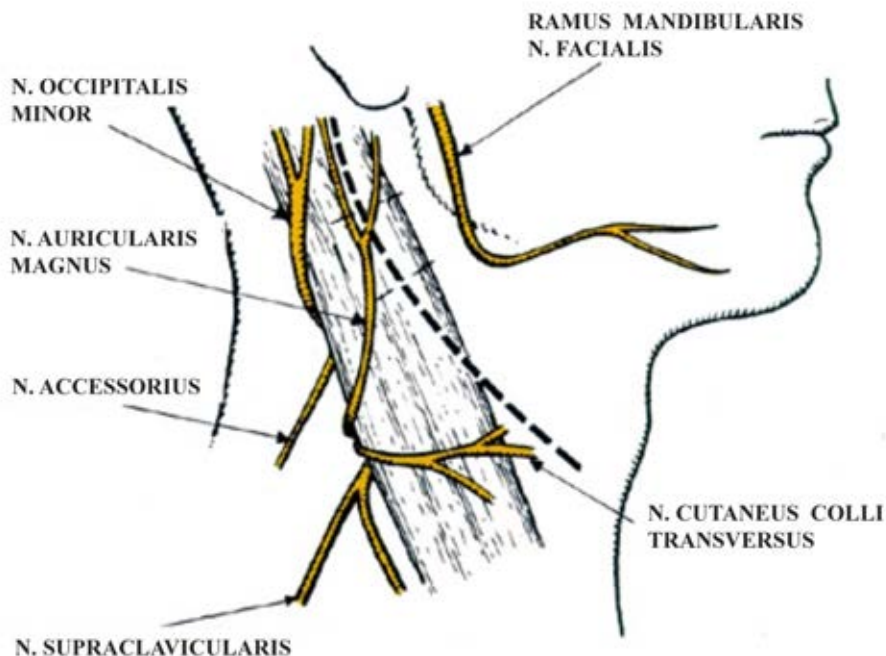
Bol koji se javlja tokom parotitisa je poreklom zahvaćenosti velikog usnog nerva. Pored navedenog ovaj nerv može biti oštećen i tokom operativnog zahvata u parotidnoj loži. Najčešće se povredi nepažljivom disekcijom u gornjem polu operativne incizije, u nivou površne fascije vrata, što za posledicu ima hiposenzibilitet ove regije lica, odnosno snižen osećaj na licu ove regije (Brown, J.S. et al., 1989.). Smatra se da je ukrštanje velikog usnog i facijalnog nerva odgovorno za pojavu Frejevog sindroma nakon parotidektomije (Standring S., 2020.). Frejev sindrom (dr Alen Frey sindrom) karakteriše prekomerno znojenje lica u predelu parotidne lože i crvenilo lica tokom uzimanja hrane, jela.

Ramus marginalis mandibulae nervi facialis (marginalna mandibularna grana facijalnog nerva) nastaje od n.facialis (VII KN) u parotidnoj loži na parotidnom plexusu. Odatle prolazi anteriorno paralelno sa donjom ivicom mandibule duboko do m.platysme (pljosnatog mišića) i m.depressor anguli oris (mišić obarač usnog ugla). Ovaj nerv daje motornu inervaciju za mišiće donje usne i brade, mišić obarač donje usne (m.depressor labii inferioris), mišić obarač usnog ugla (m.depressor anguli oris) i mentalnog mišića tj. ramus marginalis mandibulae nervi facialis komunicira sa mentalnom granom donjeg alveolarnog nerva (Drake R., 2010.). Ramus marginalis mandibulae nervi facialis najčešće biva ležiran tokom operacije u predelu vrata zbog nedostatka tačnog poznavanja varijacija u toku, granama i odnosima nerava ove regije. Najčešće ovaj nerv trpi oštećenja prilikom ekscizije submandibularne pljuvačne zlezde ili tokom disekcije vrata. Za hirurga je veoma važno da tokom hirurške intervencije prati tok ovoga nerva jer se marginalna mandibularna grana facijalnog nerva nalazi površno u odnosu na arteriju i prednju venu lica. Iz tih razloga a.facialis se može koristiti kao važan orijentir položaja i puta ovog nerva tokom hirurškog zahvata. Najčešće se ovaj živac povredi pritiskom ekartera kojim se podiže angulus mandibulae (Batra APS. et al., 2010.). Postoperativno se lezija prepoznaje po funkcionalnom ispadu tri mišića koji on inervise te se klinički ispadi registruju asimetričnim i izobličenim izrazom u

osmehu, zbog nedostatka kontrakcije mišića obarača donje usne liči na delimičnu paralizu donje usne što menja izraz lica. Terapijski se ovo stanje može korigovati resekcijom mišića koja je u većem broju slučajeva uspešna. Vrlo retko oštećenja mogu biti jatrogenog porekla (Hussain G. et al., 2004.).

Nervus glossopharyngeus na bazi lobanje izlazi kroz foramen jugulare, potom se spušta lateralno, neposredno ispod stilofaringealnog mišića, prolazi između unutrašnje karotidne arterije i unutrašnje jugularne vene, a lateralno od n.vagusa. Na dalje ide napred prema bazi jezika prekriven hipoglosalnim mišićem. Ovaj nerv daje senzornu granu za ukus i dodir zadnje trećine jezika, faringealnu mukozu i motornu granu, inervise mišće podizače farinksa i larinksa, regulišući tako akt gutanja. (za detaljnije vidi IX KN)

Shematski prikaz površnih nervnih stabala koja mogu biti ledirana prilikom pristupa karotidnoj bifurkaciji i unutrašnjoj karotidnoj arteriji:



Iako se lezije ovog živca javljaju u 0 do 1.5% pacijenata tokom hirurških intervencija u ovoj regiji, uobičajeno lezija karotidnih arterija ne dovodi nas u kontakt sa glosofaringealnim nervom. Lezije ovoga nerva mogu nastati prilikom neophodnog visokog pristupa distalnom (cervikalnom) delu unutrašnje karotidne arterije kako bi se sa sigurnošću plasirao intraluminalni shunt. Najčešće lezije su posle visokog pristupa sa dislokacijom mandibule, a u nekim slučajevima dovode i do povrede kontralateralnog glosofaringealnog nerva. Posledice se klinički ogledaju u teškoćama pri gutanju i oštećenim senzibilitetom za ukus i dodir jezika i ždrela. Ovo stanje obično traje manje od 4 nedelje, zatim se povlači i bez terapije. Ukoliko je potrebno terapijski se može tretirati polivitaminskom i roborantnom terapijom.

Nervus supraclavicularis je kožni senzitivni (osećajni, čulni nerv) nerv, grana cervikalnog plexusa. On nastaje iz trećeg i četvrtog vratnog (C3-C4 kičmenog, cervikalnog) nerva sa dominantnim učešćem C4 (Sinnatamby Chummy S., 2011.). Ovaj nerv izlazi ispod zadnje ivice sternokleidomastoidnog mišića pored tri druge kožne grane cervikalnog plexusa, a potom se deli na nekoliko grana (Sinnatamby Chummy S., 2011., Butler A.B. et al., 2005., Rea P., 2016.). Nervi se spuštaju ispod mišića m.platysme i duboke cervikalne fascije u zadnji trougao vrata. U blizini ključne kosti, supraclavikularni nervi perforiraju fasciju i m.platysme da bi postali kožni nervi. Oni su raspoređeni prema svom položaju u tri grupe: prednju, srednju i zadnju (Rea P., 2016., Butler A. B. et al., 2005.).

Medijalni ili prednji supraklavikularni nervi (nn. supraclaviculares anteriores; suprasternalni nervi) prelaze koso preko spoljašnje jugularne vene, klavikularne i sternalne glave m.sternocleidomastoideusa inervišući kožu do srednje linije. Ovi nervi daju jedan ili dva filamenta sternokleidomastoidnom zglobo (Radojiić M.B., 2011., Jovanović S.V. i dr., 2000.).

Intermedijalni supraklavikularni nerv ili srednji supraklavikularni nerv (nn.supraclaviculares medii; supraklavikularni nervi) prelaze klavikulu i inervišu kožu preko velikog pektoralnog mišića i m.deltoideusa, pri tom komunicirajući sa kožnim granama gornjih interkostalnih nerava.

Lateralni supraklavikularni nerv ili zadnji supraklavikularni nervi (nn.supraclaviculares posteriores; supraakromijalni nervi) prolaze koso

preko spoljašnje površine m.trapeziusa i akromiona i inervišu kožu gornjeg i zadnjeg dela ramena (Butler A. B. et al., 2005.).

Sumirano zajedno ovi nervi inervišu kožu preko ramena.

Zbog svoje lokacije klinički značaj supraklavikularnog nerva je veliki jer može biti lediran tokom operacije ramena i klavikule, a što za posledicu ima anesteziju većeg dela površine kože ove regije. Zbog navedenog moraju se tokom operativnog zahvata detektovati kako bi se izbegle lezije nerva i neurona (Rea P., 2016., Neal J.M., 2008., Chase S. et al., 2015.).

Heringov živac (nervus sinus caroticus seu ramus sinus caroticus) je grana karotidnog sinusa odvaja se kao bočna grana glosofaringealnog nerva na mestu njegovog ukrštanja sa unutrašnjom karotidnom arterijom, na oko 1cm ispod baze lobanje. Dalje prateći njen tok spušta se prema karotidnoj bifurkaciji gde ulazi u karotidni sinus. Kao što je već u ranijem tekstu navedeno Heringov živac prenosi aferentnim putem (ka mozgu) informacije iz baroreceptora i hemoreceptora karotidnog sinusa (Susan S., 2009.). Lezija Heringovog živca može (ali ne mora) da izazove varijacije arterijskog pritiska i pulsa. Intraoperativne i rane postoperativne epizode nestabilnosti arterijskog pritiska i aritmija se mogu sprečiti lokalnom intraoperativnom infiltracijom anestetika. Postoperativno se mogu javiti paroksizmi hipertenzije, glavobolje, crvenila kože lica i/ili respiratorna depresija. Ako nakon kliničke procene očekujemo ovakve komplikacije, uz lokalnu infiltraciju anestetikom, može se u blizini Heringovog nerva postaviti tanak kateter koji ostaje za postoperativnu aplikaciju Novocaina, ako je neophodno utvrđeno na osnovu monitoringa (Jovanović S.V. i dr., 2000.).

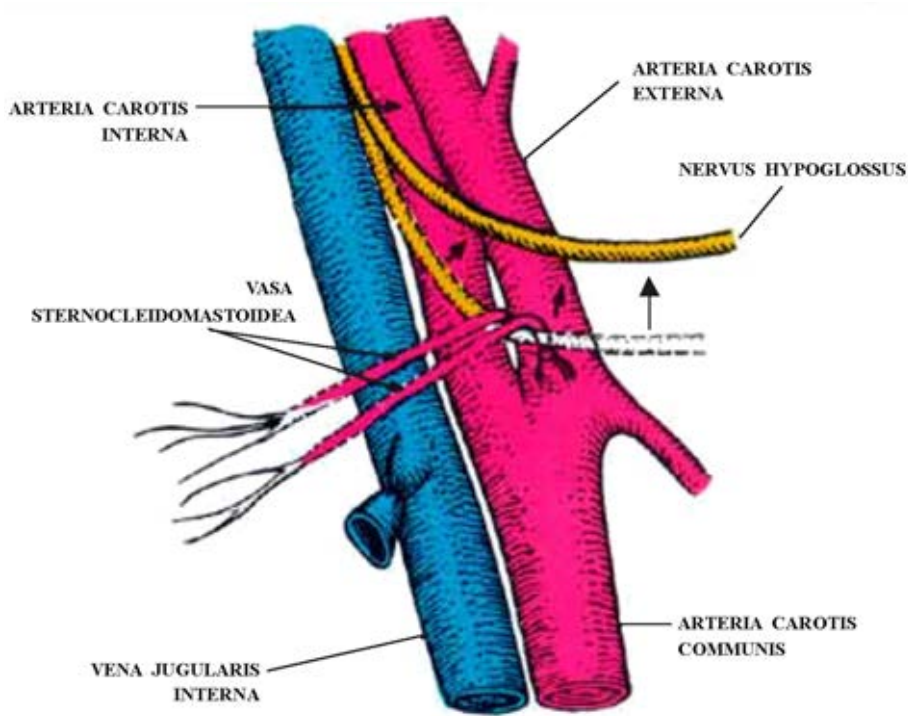
Nervus hypoglossus prolazi između unutrašnje jugularne vene i unutrašnje karotidne arterije, na oko 2 do 4cm kranijalno od karotidne bifurkacije, potom skreće put medijalno, pravi tzv. „krivinu” da bi ukrštajući spoljašnju i unutrašnju karotidnu arteriju dospeo do jezika. Pomenuta „krivina” je bitan momenat kada se radi o hirurškoj intervenciji u ovoj regiji. Ona je zategnuta u pravcu karotidne bifurkacije, nadole i put lateralno, sternokleidomastoidnom granom spoljašnje karotidne arterije. U visini „krivine” n.hypoglossusa nastaje jedna bočna grančica koja inerviše m.omohyoideus. Ova grana se u daljem toku spaja sa drugim cervikalnim nervima koji grade mrežu tzv. ansa cervicalis profunda. Tokom hirurškog zahvata ovaj nerv treba

sačuvati, ali ne na štetu kvaliteta arterijske rekonstrukcije. Najbolje je izbegavati dodirivanje n.hypoglossusa i njegovih tipičnih i atipičnih grana. Ukoliko se dogodi presecanje ili lediranje sternokleidomastoidne granice koja najčešće ima prateću venicu dobija se mogućnost medijalnog pomeranja n.hypoglossusa i bez njegovog dodirivanja. Nakon ovoga se može preparirati unutrašnja karotidna arterija sve do njenog ulaska u foramen caroticum. Ramus descendens n.hypoglossi obično se odvaja od glavnog stabla nerva iznad nivoa „krivine”, pa se može sačuvati. Ona dalje prati unutrašnju, a zatim zajedničku karotidnu arteriju, prema grudnom košu. Presecanje ove grane n.hypoglossusa ne ostavlja neurološke konsekvence koje bi se mogle registrovati kliničkim pregledom (Sing O. et al., 2023.).

Autor knjige Karotidna hirurgija, Prof. Dr Đorđe Radak navodi da postavljanje „automatskog ekartera” i razdvajanje ivica rane zateže sternokleidomastoidnu granu spoljašnje karotidne arterije. Tako se pravi dodatna trakcija u predelu „krivine” nerva što ga indirektno ozleđuje. Zato je postavljanje ekartera u pravu poziciju moguće tek posle resekciranja sternokleidomastoidnih krvnih sudova i „oslobađanja” n.hypoglossusa. Lezija n.hypoglossusa se manifestuje klinički devijacijom jezika ka strani lezije. Zbog mogućih posledica, čak i obostrane lezije ovoga nerva izbegavaju se istovremeni zahvati na obe karotidne arterije. Oštećenje n. hypoglossusa dovodi do nemogućnosti kontrolisanja po-kreta jezika i insuficijencije akta gutanja. Ovo stanje obično traje oko 4 nedelje, zatim se povlači i bez terapije. Ukoliko je potrebno leči se polivitaminskom i roborantnom terapijom. Posebnu pažnju treba obratiti kada je pacijent u ležećem položaju jer može doći do zapadanja jezika i/ili hrane, sa obstrukcijom gornjih respiratornih puteva i asfiksijom.

Posle buđenja iz anestezije ovi pacijenti se mogu naći u životnoj opasnosti. Oni su klinički potpuno budni, ali ne mogu da dišu. Uzrok ovog stanja je privremena pareza živca koja se registruje postoperativno u oko 8,5% slučajeva, sa tendencijom poboljšanja u roku od nekoliko nedelja. Sprečava se posebnim oprezom tokom operativnog zahvata. Poseban problem su reoperacije, kada se disekcija radi kroz ožiljno tkivo pa se nerv teže identifikuje.

Kranijalni nervi sa kojima se može doći u koliziju prilikom disekcije karotidnih arterija:



Jedan od najčešće razmatranih posledica hirurškog zahvata u karotidnoj loži je lezija n.vagusa. Ovaj nerv zauzima veoma značajno mesto ove regije iz razloga svog položaja i funkcije koju ima, a što je detaljno opisano u poglavlju n.vagus. Tokom hirurške intervencije ovaj nerv može biti lediran ako se klemovanje karotidnih arterija izvodi bez prethodno detaljno analiziranog položaja tj. „na slepo”. Pošto se on pruža zadnjom stranom unutrašnje i zajedničke karotidne arterije ne treba insistirati na njegovom potpunom odvajanju od arterije, ako to nije neophodno, jer se može završiti njegovom lezijom. Takođe ako se n.vagus uopšte ne odvoji od arterije, može stradati u trenutku postavljanja kleme. Zato vaskularni hirurzi preporučuju da se odvoji na mestu gde će biti postavljena proksimalna i distalna klema. Ovo takođe može biti problem ako se radi o reoperaciji, zbog ožiljka. Zato u slučaju disekcije karotidne arterije zbog restenoze najbolje je prvo fiksirati zajedničku karotidnu arteriju, onaj deo koji je u ožiljku. Potom se odvaja

n.vagus, a oštra disekcija nastavlja put distalno. Poseban oprez treba biti kod elektrokoagulacije ili stavljanja ligatura zbog manjih krvarenja koja se mogu dogoditi u blizini n.vagusa. Pomenuto je značajno u postoperativnom toku koji pored hirurga prati i neurolog.

Klinički se lezija n.vagusa postoperativno manifestuje promuklošću sa paralizom ili parezom ipsilateralne glasne žice. Diferencijalno dijagnostički promuklost se može javiti i zbog edema ili hematoma vokalnih plika, a zbog otežane endotrahealne intubacije. Lezija n.vagusa u ovim slučajevima se može očekivati u oko 2%, zavisno od dijagnostičkih kriterijuma. Privremeni deficit u inervacionom području n.vagusa je češći kod rutinske laringološke kontrole, ispitivanja pokretljivosti glasnih žica. Češće povrede n.vagusa se javljaju kod visokog pristupa distalnoj cervikalnoj unutrašnjoj karotidnoj arteriji sa subluksacijom ili luksacijom mandibule, kao i kod reoperacije zbog restenoze ili pseudoaneurizme karotidne arterije.

Lezije parasimpatičkih vlakana vagusa za visceralnu autoregulaciju se klinički ne manifestuju, ako su unilateralne (vidi poglavlje n.vagus) (Radak Đ., 2011.).

Nervus laryngeus superior nastaje iz nodoznog gangliona, a u svom daljem toku se spušta koso iza unutrašnje i spoljašnje karotidne arterije, a iza gornje tireoide arterije skreće prema larinksu. Ovaj nerv može biti lediran u slučaju da se zauzdavanje spoljašnje karotidne arterije i gornje tireoidne arterije izvodi tupom disekcijom. Povreda spoljašnje grane gornjeg laringealnog nerva klinički se manifestuje brzim zamorom glasa, nemogućnošću fonacije visokih tonova i slabljenjem refleksa kašlja. Laringoskopski se uočava disfunkcija ili afunkcija m.cricothyroideusa. Lezija gornje grane n.laryngeusa dovodi do poremećaja akta gutanja. Ova disfunkcija traje obično oko šest nedelja, zatim se povlači i bez terapije. Ukoliko je potrebno daje se polivitaminska ili roborantna terapija.

Nervus laryngeus recurrens je grana n.vagusa koja se odvaja intratorakalno nakon čega kreće retrogradno (recurrens) put kranijalno. Ovaj nerv se nalazi između traheje i jednjaka u svom cervikalnom delu, ali nije blizu arterije kao n.vagus. Desni rekurentni laringealni živac se odvaja od stabla n.vagusa ispod desne a.subclavie, a vraća se ukrštajući njenu prednju stranu. Levi rekurentni živac pravi sličnu petlju oko luka aorte, iza ligamentum arteriosuma. Oba rekurentna živca se vraćaju

prema larinksu duž žljeba između jednjaka i traheje. Lezija ovih nerava je moguća ako se oštete mehanički tokom preparisanja, posebno na levoj strani gde je karotidna arterija nešto dublje položena. Vaskularni hirurzi preporučuju prvo identifikaciju i zauzdavanje zajedničke karotidne arterije, što je lakše, a potom preparisanje put kranijalno uz samu arteriju.

Klinički je lezija ovog nerva retka, a manifestuje se promuklošću. Postoperativna promuklost je češća posledica lezije n.vagus. Paraliza rekurentnog živca daje ipsilateralnu nepokretljivost glasne žice u paramedijalnoj poziciji. Glas postaje promukao i slab, oslabljenog refleksa kašlja što uobičajeno traje, kao što je već navedeno ranije, oko šest nedelja i povlači se najčešće spontano. Ukoliko je potrebno tretira se polivitaminskom terapijom.

Nervus phrenicus se spušta vratom duž prednje strane m.scalenusa. Hirurzi naglašavaju tok ovog nerva, prati se kaudalnije, a nalazi medijalnije na svom toku. Na desnoj strani se spušta duž lateralnog zida desne brahiocefalične vene, a potom ide spoljašnjom stranom gornje šuplje vene. Put nastavlja duž perikarda tj. lateralne strane perikardne kese i dospeva do dijafragme. Na levoj strani n.phrenicus se ukršta na bazi vrata, ductus thoracicus i dospeva između a.subclavie i vene do aortnog luka. Put nastavlja duž perikardne kese spuštajući se do dijafragme. (vidi poglavlje n.vagus)

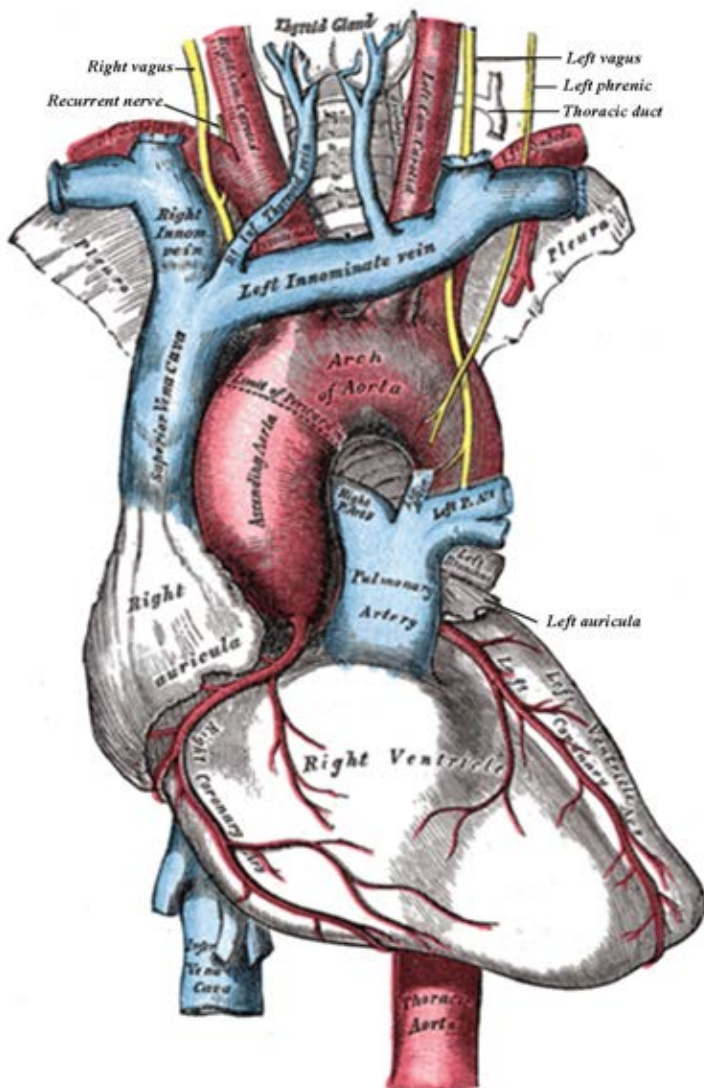
Nervus phrenicus može biti lediran tokom operacija na a.subclavii, brahiocefaličnom stablu, ređe na unutrašnjoj jugularnoj veni. Takođe, vaskularni hirurzi naglašavaju da ovaj nerv može biti lediran prilikom tuneliziranja za plasiranje grafta kod ekstraanatomske i transsternalne rekonstrukcije supraaortalnih stabala.

Posledica lezije n.phrenicusa je pareza ili paraliza hemidijafragme. Na RTG snimku se dijafragma prikazuje kao levirana. Ovo može dati postoperativne respiratorne komplikacije u vidu neekspandiranog plućnog krila, atelektaze i pneumonije.

Simpatička nervna vlakna se nalaze u prevertebralnoj fasciji, dorzalno i medijalno u odnosu na neurovaskularnu peteljku karotidne arterije. Lezija simpatičkih vlakana, posebno ganglion stelatuma moguća je pri disekciji vertebralne i a.subclavie. Lezija simpatičkog gangliona se manifestuje pojavom Hornerovog sindroma. On podrazumeva klinički

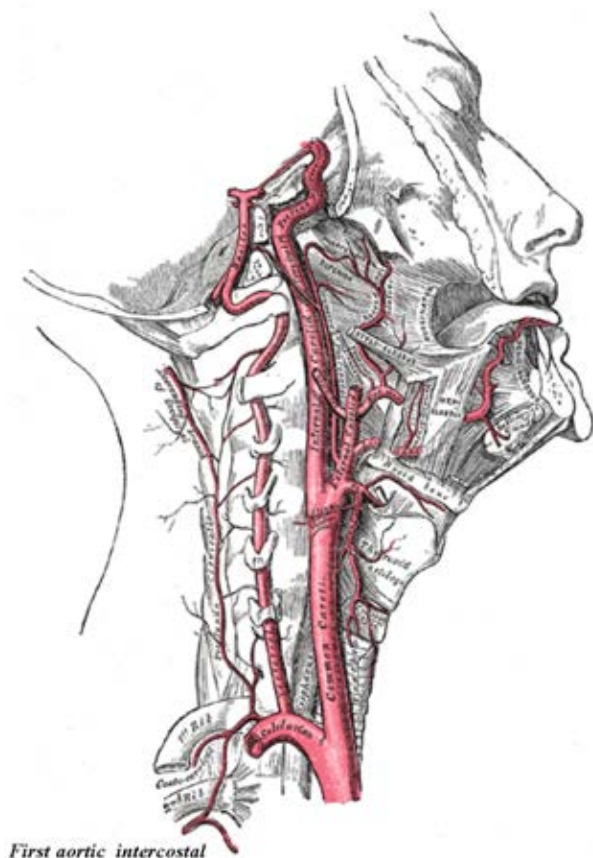
trias: ptoza, mioza i enoftalmus. Najčešće se povlači za nekoliko nedelja spontano. (vidi poglavlje n.vagus)

Na ovome mestu je neophodno podsetiti se baroreceptora koji se nalaze u luku aorte i učestvuju u regulaciji arterijskog krvnog pritiska. Takođe, u zidovima većine krvnih sudova u području račve karotidne arterije nalaze se mnogobrojni receptori tzv. baroreceptori (Gayton A.C. et al., 2012., Krmpotić J. et al., 2011.).



S obzirom na klinički značaj da se ponovo osvrnemo ukratko na pomenuto: baroreceptori, presoreceptori ili mehanoreceptori su nervni završeci koji reaguju na istežanje krvnog suda usled porasta krvnog pritiska. (navedeno u ranijem tekstu) Receptori su smešteni u zidu velikih krvnih sudova oko srca, od kojih su najvažniji u karotidnom sinusu i luku aorte. Oni učestvuju u regulaciji arterijskog krvnog pritiska tako što šalju inhibitorne impulse u bulbarni vazomotorni centar. Na taj način doprinose snižavanju krvnog pritiska. Njihova reakcija je trenutna, brzo se prilagođavaju te nisu pogodni za trajnu regulaciju tj. snižavanje krvnog pritiska što je detaljno opisano u delu Kontrolni sistemi tela- primeri kontrolnih mehanizama udžbenika Guyton Arthur C. (Chiba T., 1972., Guyton A.C. et al., 2006., Hainsworth R., 1996.).

Shematski prikaz baroreceptora u području račve karotidne arterije koji učestvuju u regulaciji krvnog pritiska:



Mehanizam regulacije krvnog pritiska uz pomoć pomenutih baroreceptora je vrlo jednostavan. Naime rastezanje arterijskog zida, kada poraste krvni pritisak, nadražuje baroreceptore. Tako nadraženi receptori prenose impulse koji stimulišu nervni sistem, pre svega produženu moždinu i njen vazomotorni centar (Collins H.L. et al., 2001.). Pod uticajem ovih impulsa dolazi do inhibicije vazomotornog centra, iz koga se sada smanjen broj impulsa šalje dalje u simpatički nervni sistem, srce i krvne sudove. Nedostatak ovih impulsa smanjuje aktivnost srca, smanjuje snagu pumpe, na taj način olakšava protok krvi kroz periferne krvne sudove, što snižava povišen krvni pritisak do fizioloških vrednosti (Berne R.M. et al., 2001., Robbe H.W. et al., 1987.). Obrnuto, tokom pada arterijskog pritiska zbog manjeg rastezanja olabave se krvni sudovi. Ovaj mehanizam omogućava da vazomotorni centar u produženoj moždini postane aktivniji nego inače, što rezultira porastom krvnog pritiska prema fiziološkim tj. normalnim vrednostima (Armstrong M. et al., 2020., Boron W.F. et al., 2005., Zucker I.H. et al., 2020.).

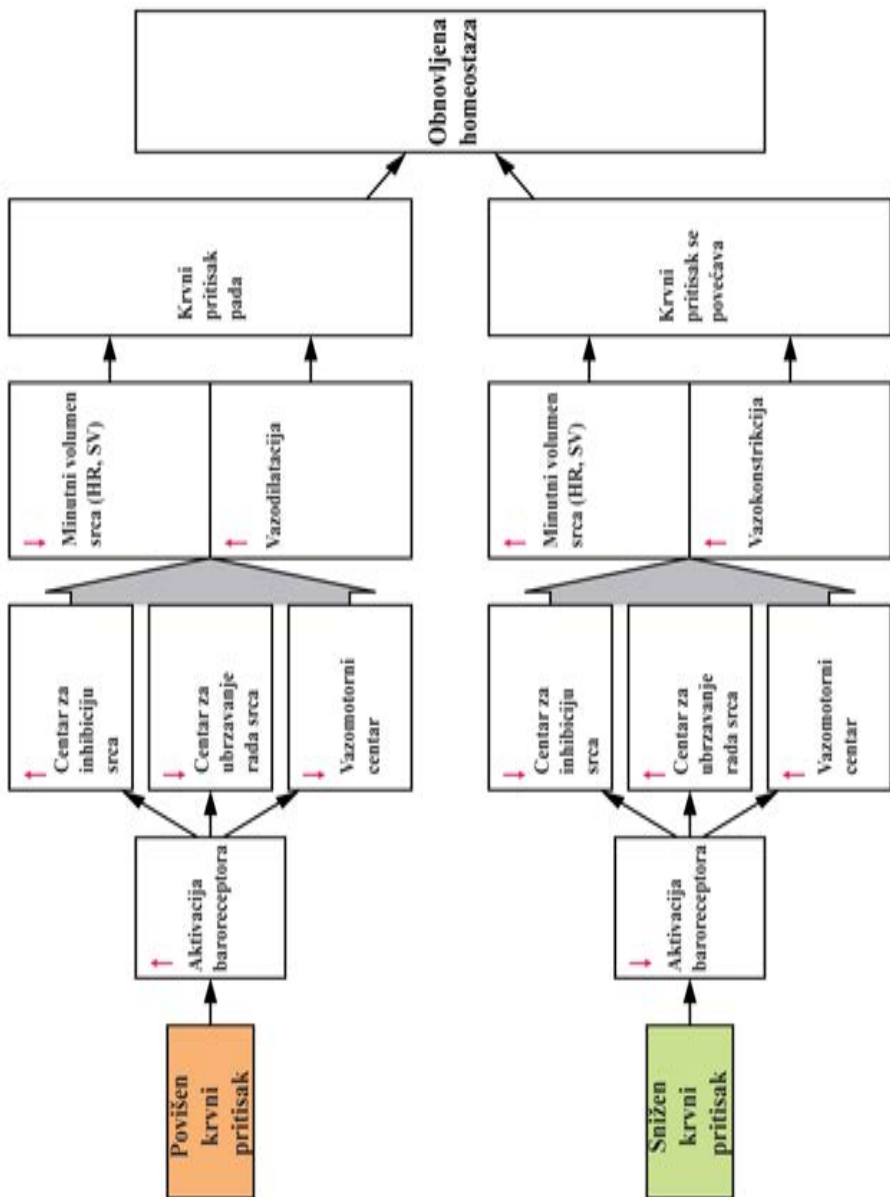
Sa opisanim sistemom za kontrolu krvnog pritiska, kojim upravljaju baroreceptori, su tesno povezani hemoreceptori. Hemoreceptori su ćelije hemosenzibilnog tipa. One imaju osobinu da se stimulišu smanjenjem koncentracije kiseonika, povećanjem ugljen-dioksida ili viškom jona vodonika. U određenim uslovima dolazi do nadražaja u hemoreceptorskom sistemu zahvaljujući smanjenom protoku krvi i smanjenom snabdevanju kiseonikom uz povećanje nivoa ugljen-dioksida i vodonikovih jona. Važno je napomenuti da se oni ne smatraju osnovnim sistemom za kontrolu krvnog pritiska (Lohmejer T.E. et al., 2007.).

Promene pritiska u krvnim sudovima se ne bi mogle brzo otkriti u odsustvu baroreceptora. Kada baroreceptori kao sastavni deo funkcije tela, iz bilo kojih razloga ne funkcionišu, krvni pritisak nastavlja da raste ali se vrlo brzo, najčešće u roku od sat vremena, vraća u normalu nakon što drugi regulacioni sistemi za krvni pritisak preuzmu funkciju (Gross V., 2002., Drummond H.A. et al., 1998.). Baroreceptori mogu postati osetljiviji, najčešće karotidni baroreceptori kod starijih muškaraca, što može dovesti do bradikardije, vrtoglavice, nesvestice što se vrlo često dešava tokom brijanja, dodirom na vratu (Mancia G. et al., 1985.).

Masažom tj. pritiskom na karotidni sinus izaziva se vagalni refleks koji se manifestuje usporavanjem sinusne frekvence, AV blokom i

vazodilatacijom što dovodi do pada krvnog pritiska. Karotidni sinus je proširenje u račvi velikih arterija u vratu koje snabdevaju mozak krvlju.

Mehanizam delovanja baroreceptorskog refleksa



On je bogat nervnim završecima, granama vagusnog nerva. Sindrom karotidnog sinusa je oblik neurokardiogene sinkope kod koje i minimalni pritisak na karotidni sinus dovodi do periferne vazodilatacije (širenja krvnih sudova) i moguće sledstvene bradikardije (usporen srčani rad). Takođe, i u slučaju skoka krvnog pritiska ove se arterije prošire, nadraži se karotidni sinus i dolazi do refleksnog pada krvnog pritiska i pulsa. U literaturi se može naći i pod nazivom hipersenzitivni karotidni sinus. Kao takav je prihvaćen kao apsolutna indikacija za aplikaciju trajnog pejsmeker (pacemaker).

Literatura:

Adel K. Afifi. (2006.) Funkcionalna neuroanatomija: Tekst i atlas. Meksiko D.F. : MekGrav Hil str. 324.

Armstrong, Maggie; Kerndt, Connor C.; Moore, Ross A. (2020.) Physiology, Baroreceptors, StatPearls Publishing, PMID 30844199.

Batra APS, Mahajan A, Gupta K. Marginal mandibular branch of the facial nerve: An anatomical study. Indian Journal of Plastic Surgery : Official Publication of the Association of Plastic Surgeons of India. 2010;43(1):60-64. doi:10.4103/0970-0358.63968.

Berne RM, Levy MN (2001.) Cardiovascular Physiology. Philadelphia, PA: Mosby. ISBN 0-323-01127-6.

Borivoje M. Radojičić, Klinička neurologija XVII prerađeno i prošireno izdanje za lekare i studente, Beograd, maj 2011.

Boron WF, Boulpaep EL (2005.) Medical Physiology: A Cellular and Molecular Approach. Philadelphia, PA: Elsevier/Saunders. ISBN 1-4160-2328-3.

Brown, J.S.; Ord, R.A. (1 December 1989.) „Preserving the great auricular nerve in parotid surgery”. British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 27 (6): 459-466. doi:10.1016/S0266-4356(89)80003-8. ISSN 0266-4356. PMID 2597656.

Butler A.B., Hodos W. (2005.): Comparative vertebrate neuro-anatomy: evolution and adaptation. Wiley-Blackwell, ISBN 978-0-471-21005-4.

Chase, S.; Menendez, M. E.; Ring, D. C. (2015-01-01), Greiwe, R. Michael (ed.), „18 - Clavicle nonunion and malunion”, Shoulder and Elbow Trauma and its Complications, Woodhead Publishing Series in Biomaterials, Woodhead Publishing, pp. 389-402, ISBN 978-1-78242-449-9.

Chiba, Tanemichi. „Fine structure of the baroreceptor nerve terminals in the carotid sinus of the dog.” Microscopy 21.2 (1972.): 139-148.

Collins, Heidi L., et al. „Carotid baroreflex pressor responses at rest and during exercise: cardiac output vs. regional vasoconstriction.” American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology 280.2 (2001.): H642-H648.

Drake, Richard (2010.) Gray's Anatomy of students. Philadelphia: Churchill Livingstone elseveier. pp. 855–866. ISBN 978-0-443-06952-9.

Drummond, Heather A., et al. „A molecular component of the arterial baroreceptor mechanotransducer.” Neuron 21.6 (1998.): 1435-1441.

Gross, V. (2002.) Heart Rate Variability and Baroreflex Function in AT2 Receptor-Disrupted Mice. Hypertension, 40(2), 207-213. doi:10.1161/01.HYP.0000027279.69240.75.

Guyton i Hall, Medicinska fiziologija, 12. izdanje, Medicinska naklada, Zagreb 2012.

Guyton, Arthur C.; John Edward Hall (2006.) Medicinska fiziologija: udžbenik. Medicinska naklada. ISBN 978-953-176-318-9.

Hainsworth, Roger. „The physiological approach to cardiovascular reflexes.” Clinical Science 91.sl (1996.): 43-49.

Hussain, G; Manktelow, R.T; Tomat, L.R (September 2004.) „Depressor labii inferioris resection: an effective treatment for marginal mandibular nerve paralysis”. British Journal of Plastic Surgery. 57 (6): 502-510. doi:10.1016/j.bjps.

Jelena Krmpotić-Nemanić, Ana Marušić: Anatomija čovjeka, Medicinska naklada, Zagreb 2011., ISBN: 978-953-176-361-5.

John E. Hall, Arthur C. Guyton, Medicinska fiziologija, udžbenik 13 izdanje, Medicinska Naklada Zagreb, 2017.

Lohmeier, T. E., Drummond, H.A., (2007.) Barorefleks u patogenezi hipertenzije. Sveobuhvatna hipertenzija. Philadelphia, PA: Elsevier, 265-279.

Mancia, G., et al., „Reflex cardiovascular regulation in humans. ”Journal of cardiovascular pharmacology 7 (1985.): S152-S159.

Neal, Joseph M., (2008-01-01), Benzon, Honorio T.; Rathmell, James P.; Wu, Christopher L.; Turk, Dennis C. (eds.), „Chapter 47 - Upper Extremity Blocks”, Raj's Practical Management of Pain (Fourth Edition), Philadelphia: Mosby, pp. 871–887, ISBN 978-0-323-04184-3, retrieved 2021-01-06.

Radak Đ., dopisni član SANU, vaskularni hirurg, Karotidna hirurgija, Beograd, 2011., <https://www.karotidnahirurgija.com/>).

Rea, Paul (2016-01-01), Rea, Paul (ed.), „Chapter 3 - Neck”, Essential Clinically Applied Anatomy of the Peripheral Nervous System in the Head and Neck, Academic Press, pp. 131–183, ISBN 978-0-12-803633-4, retrieved 2021-01-06.

Robbe, H.W., Mulder, L.J., Ruddel, H., Langewitz, W. a., Veldman, J.B., & Mulder, G. (1987.) Assessment of baroreceptor reflex sensitivity by means of spectral analysis. Hypertension, 10(5), 538–543. . doi:10.1161/01.HYP.10.5.538.

Славољуб В. Јовановић, Надежда А. Јеличић (2000.) Анатомија човека - глава и врат. Београд: Савремена администрација. ISBN 978-86-387-0604-4.

Singh O, M Das J., StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): Apr 3, 2023. Anatomy, Head and Neck: Jugular Foramen.

Sinnatamby, Chummy S. (2011.) Last's Anatomy (12th ed.). Elsevier Australia. pp. 334–335. ISBN 978-0-7295-3752-0.

Sonne J, Lopez-Ojeda W. Neuroanatomy, Cranial Nerve. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): Dec 9, 2022.

Standring, Susan (2020.) Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice (42nd ed.). ISBN 978-0-7020-7707-4. OCLC 1201341621.

Susan Standring, yp. (2009.) [1858] Gray's anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice, Expert Consult. illustrated by Richard E. M. Moore (40 изд.). Churchill Livingstone. ISBN 978-0-443-06684-9.

Zucker, Irving H., and Joseph P. Gilmore. Reflex control of the circulation. CRC Press, 2020.

Drugi izvori podataka:

Tubbs RS, Mortazavi MM, Loukas M, Shoja MM, Cohen-Gadol AA. Intraoperative and anatomical descriptions of intracranial connections between the glossopharyngeal and vagus nerves: clinical implications. J Neurosurg. 2011. Jul;115(1):179-81.

Ilustracije preuzete iz knjige Radak Đ, dopisni član SANU, vaskularni hirurg, Karotidna hirurgija, Beograd, 2011., <https://www.karotidnahirurgija.com>.

Sadržaj:

Uvodne napomene	7
Brodmanova citoarhitektonska polja kore mozga (Brodmann' s areas)	15
12 Kranijalnih nerava	152
I Kranijalni nerv - Fila olfactoria	153
II Kranijalni nerv - Nervus opticus	169
III Kranijalni nerv - Nervus oculomotorius	207
IV Kranijalni nerv - Nervus trochlearis	217
V Kranijalni nerv - Nervus trigeminus	228
VI Kranijalni nerv - Nervus abducens	247
Centralne ili supranuklearne veze okulogira	259
VII Kranijalni nerv - Nervus facialis	279
VIII Kranijalni nerv - Nervus vestibulocochlearis	331
IX Kranijalni nerv - Nervus glossopharyngeus	379
X Kranijalni nerv - Nervus vagus	403
XI Kranijalni nerv - Nervus accessorius	436
XI Kranijalni nerv - Nervus hypoglossus	453
Kranijalni nervi u karotidnoj hirurgiji kratak osvrt značajan za neurologiju	470

RECENZIJA

Priručnik „Odabrana poglavlja iz neurologije“

Autorka: Dr sc. Dragana Daruši, neurolog

Rukopis priručnika „Odabrana poglavlja iz neurologije“ autorke Dr sc. Dragane Daruši predstavlja savremeno koncipiran stručni priručnik koji na sistematičan, pregledan i metodološki utemeljen način obrađuje odabrane oblasti neurologije od posebnog značaja za razumevanje funkcionalne organizacije nervnog sistema i njene kliničke primene. Jasna koncepcija, logičan sled izlaganja, pažljivo odabrani sadržaji i uspešno povezivanje osnovnih neuroanatomskih principa sa kliničkom praksom predstavljaju značajne kvalitete ovog rukopisa i čine ga vrednim doprinosom savremenoj medicinskoj literaturi.

Posebna vrednost priručnika ogleda se u njegovoj didaktičkoj koncepciji. Autorka je sadržaj organizovala na način koji omogućava postepeno usvajanje složenih neuroanatomsko-funkcionalnih znanja, vodeći čitaoca od osnovnih principa organizacije nervnog sistema ka njihovoj kliničkoj interpretaciji. Takav pristup prevazilazi klasični deskriptivni prikaz anatomskih struktura i omogućava sagledavanje nervnog sistema kroz odnose između građe, funkcije i kliničkih manifestacija neuroloških poremećaja.

Uvodni prikaz Brodmanovih citoarhitektonskih polja predstavlja adekvatnu osnovu za razumevanje organizacije moždane kore i lokalizacije viših moždanih funkcija. Na ovaj način čitalac se uvodi u složenu problematiku funkcionalne neuroanatomije, što predstavlja neophodan temelj za razumevanje brojnih neuroloških sindroma i savremene lokalizacione dijagnostike.

Značajan deo rukopisa posvećen je kranijalnim nervima, koji su obrađeni sistematično, pregledno i sa jasnim povezivanjem anatomske organizacije, fiziološke funkcije, kliničkog ispitivanja i dijagnostičkog značaja. Autorka uspešno povezuje morfološke karakteristike sa funkcionalnim korelatima, čime podstiče kliničko razmišljanje i primenu anatomskih znanja u svakodnevnoj neurološkoj praksi.

Posebnu stručnu vrednost predstavlja način na koji su prikazane centralne, odnosno supranuklearne veze okulomotornog sistema. Ovo poglavlje omogućava bolje razumevanje složenih mehanizama kontrole

pokreta očiju i njihovog značaja u neurološkoj dijagnostici, posebno u proceni lezija različite lokalizacije u centralnom nervnom sistemu.

Priručniku dodatnu interdisciplinarnu vrednost daje poglavlje posvećeno anatomskim odnosima kranijalnih nerava u karotidnoj regiji. Precizan prikaz njihovog položaja, međusobnih odnosa i odnosa prema vaskularnim strukturama ima poseban značaj za razumevanje mogućih kliničkih posledica njihovog oštećenja. Ovakav pristup čini ovo poglavlje značajnim ne samo za neurologe, već i za vaskularne hirurge, neurohirurge, otorinolaringologe i druge specijaliste koji se u svom radu susreću sa patologijom ove anatomske regije.

Kvalitet rukopisa dodatno je unapređen brojnim ilustracijama, anatomskim šemama i grafičkim prikazima, koji nisu samo dopuna tekstualnom sadržaju, već predstavljaju značajno nastavno sredstvo. Vizuelna prezentacija složenih anatomskih odnosa olakšava njihovo razumevanje, doprinosi boljem usvajanju znanja i povećava praktičnu primenljivost priručnika, posebno u edukaciji studenata i lekara na specijalizaciji.

Tekst je napisan jasnim, stručnim i terminološki doslednim jezikom. Izbor sadržaja, način njegovog predstavljanja i oslanjanje na savremenu stručnu literaturu ukazuju na nastojanje autorke da priručnik bude usklađen sa savremenim dostignućima neurologije i funkcionalne neuroanatomije. Korišćena literatura predstavlja odgovarajuću stručnu osnovu, omogućavajući čitaocu pouzdan pristup aktuelnim znanjima iz ove oblasti.

Po svojoj koncepciji, sadržaju i načinu prezentacije, priručnik „Odabrana poglavlja iz neurologije“ namenjen je širokom krugu korisnika. Biće od značajne koristi studentima medicine, lekarima na specijalizaciji iz neurologije i drugih srodnih oblasti, kao i specijalistima različitih medicinskih disciplina zainteresovanim za funkcionalnu neuroanatomiju i njenu kliničku primenu. Objavljivanjem u štampanom i elektronskom obliku ovaj priručnik će postati dostupniji široj stručnoj javnosti i predstavljati kvalitetan izvor znanja.

Na osnovu stručne, naučne i didaktičke vrednosti rukopisa smatram da priručnik „Odabrana poglavlja iz neurologije“ autorke Dr sc. Dragane Daruši u potpunosti ispunjava kriterijume za objavljivanje i predstavlja značajan doprinos unapređenju neurološke edukacije.

Predstavlja mi izuzetno zadovoljstvo i profesionalnu čast što sam bila u prilici da izvršim recenziju rukopisa priručnika „Odabrana poglavlja iz neurologije“ autorke Dr sc. Dragane Daruši. Sa zadovoljstvom preporučujem njegovo objavljivanje, uverena da će svojim stručnim kvalitetom, savremenim pristupom, funkcionalnom koncepcijom i izraženom didaktičkom vrednošću zauzeti značajno mesto u domaćoj medicinskoj literaturi i biti od trajne koristi studentima medicine, lekarima na specijalizaciji i specijalistima različitih medicinskih disciplina.

Novi Sad, jul 2026.



Prof. dr med. sc. Vesna Ivetić
Specijalista neuropsihijatrije
Klinički neurofiziolog – epileptolog

Knjiga

ODABRANA POGLAVLJA IZ NEUROLOGIJE

Izdavač

Multidizajn d.o.o Novi Sad

Autor

Dr sci. Dragana Daruši

Lektor i korektor

Mišo Nikolovski, dipl. dizajner

Dizajn i prelom

gđa Nada Gašić

Recenzentkinja

Prof. dr med. sc. Vesna Ivetić

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотеке Матице српске, Нови Сад

616.8

ДАРУШИ, Драгана

Odabrana poglavlja iz neurologije [Elektronski izvor]
/ Daruši Dragana. - Novi Sad : Multidizajn, 2026

Način pristupa (URL): <https://so-vil.com/>.

- Opis zasnovan na stanju na dan 18.08.2026.

- Bibliografija.

ISBN 978-86-903502-1-6

a) Неурологија

COBISS.SR-ID 199382025

