

## **SUSTAVNA ANATOMIJA PERIFERNOG ŽIVČANOG SUSTAVA**

### **KONCEPTI KOJE TREBA USVOJITI**

#### ***BIOLOGIJA ŽIVČANE STANICE I FUNKCIONALNA ORGANIZACIJA ŽIVČANIH VLAKANA:***

Principi komunikacije među živčanim stanicama (neuronima) - sinapsa, neurotransmitor, membranski receptori stanice;

Osnovna struktura neurona - tijelo, dendriti, akson, presinaptički aksonski terminal;

Dinamička polarizacija prijenosa živčanog signala - mijelin, akcijski potencijal;

Vrste živčanih stanica - motoneuron, bipolarni neuron, pseudounipolarni neuron, neuroendokrina stanica, autonomni postganglijski neuron;

Funkcionalna specijalizacija - neuromuskularna sinapsa (acetilkolin), somatski receptori, čunjići, stanice s dlačicama;

**PORUKA:** Ukoliko je oštećeno 5% jetre, možemo govoriti o 5%-tnom gubitku funkcije. Međutim, ukoliko je oštećeno 5% mozga ili živca, ne možemo govoriti o 5%-tnom oštećenju funkcije mozga ili živca, već o 100%-tnom gubitku funkcije za koju je bio zadužen odgovarajući dio mozga ili živca.

#### ***FUNKCIONALNA ORGANIZACIJA ŽIVČANIH VLAKANA:***

Vrste živčanih vlakana:

- aferentna-eferentna,
- visceralna-somatska,
- opća-specijalna;

Strukture (jezgre) koje odgovaraju različitim vrstama živčanih vlakana:

- funkcionalne kolumne sive tvari kralježnične moždine,
- funkcionalni nizovi jezgara moždanog debla.

**PORUKA:** Kad pincetom odignete ispreparirani živac, uvijek proniknite u njegov funkcionalni sastav postavljajući sami sebi slijedeće pitanje: Gdje su tijela živčanih stanica ovih vlakana koje sam sada obuhvatio?

#### ***AUTONOMNI ŽIVČANI SUSTAV:***

##### **OPĆA ORGANIZACIJA:**

Homeostaza- neuroendokrine stanice (srž nadbubrežne žlijezde), visceromotorne stanice, parakrina (volumna) signalizacija;

Opća organizacija- autonomni gangliji, presinaptička vlakna (neuroni), postsinaptička vlakna, neurotransmitori (acetilkolin, adrenalin), simpatikus i parasimpatikus - funkcionalne razlike, intramuralni plexusi - plexus myentericus i plexus submucosus: megacolon congenitum (Hirschprungova bolest), paragangliji (APUD sustav);

Središnji dio- hipotalamus, parasimpatičke jezgre, simpatičke jezgre;

##### **ANATOMSKA ORGANIZACIJA:**

Anatomska distribucija autonomnih vlakana- vlakna pridružena moždanim živcima, odvajanje autonomnih vlakana od spinalnog živca, vlakna pridružena perifernim živcima (rami spinales), vlakna pridružena krvnim žilama (rami vasculares), vlakna pridružena organima (rami viscerales), čisto autonomni živci (nn. splanchnici);

Pars sympathica- smještaj u kralježničnoj moždini (medulla spinalis), paravertebralni gangliji, prevertebralni gangliji, srž nadbubrežne žlijezde;

Pars parasympathica- a) inervacija m. ciliars i m. sphincter pupillae, b) inervacija parotidne žlijezde, c) inervacija drugih žlijezda slinovnica, uključujući žlijezde usne i nosne šupljine, te suzne žlijezde, d) inervacija ždrijelnih žlijezda, e) n. vagus; smještaj postganglionarnih neurona n. vagusa, f) sakralni dio parasimpatikusa.

## ***ŽIVČANA INERVACIJA TRUPA I EKSTREMITETA:***

### **SPINALNI ŽIVCI:**

Segmenti kralježnične moždine i spinalni živci:

- dorzalni i ventralni korijenovi (radix dorsalis et ventralis),
- spinalni gangliji,
- dorzalni i ventralni ogranci spinalnog živca (rami dorsales et ventrales),
- komunikacija sa simpatičkim ganglijima,
- funkcionalna organizacija spinalnog živca,
- n. suboccipitalis, n. occipitalis major, n. occipitalis tertius, nn. clunii.

### **PLEKSUSI I PERIFERNI ŽIVCI:**

**PORUKA:** Student mora znati:

**nabrojati plexuse i periferne živce koji iz njega izlaze, osnovne ogranke i općenito o funkciji slijedećih živaca:**

- PLEXUS CERVICALIS; n. phrenicus,
- PLEXUS BRACHIALIS; n. musculocutaneus, n. medianus, n. ulnaris, n. radialis, n. axillaris,
- N. intercostalis,
- PLEXUS LUMBALIS; n. femoralis,
- PLEXUS SACRALIS; n. ischiadicus,
- N. pudendus.

## ***FUNKCIONALNA ORGANIZACIJA KRANIJALNIH ŽIVACA I NIZOVI JEZGARA MOŽDANIH ŽIVACA:***

Funkcionalni nizovi jezgara moždanih živaca; konitnuitet sa kralježničkom moždinom;

Funkcionalne komponente kranijalnih živaca;

Opća funkcionalna organizacija kranijalnih živaca;

Kranijalni gangliji.

**PORUKA:** Kako savladati kranijalne živce? – Kreni pravilnim redosljedom: 1) opća funkcija, 2) osnovni ogranci, 3) poveži ogranak sa funkcijom, 4) pogledaj unutar živca: funkcionalne komponente koje čine ogranak, 5) nađi tijelo stanice svake funkcionalne vrste vlakna; jezgre i gangliji, 6) topografska organizacija: -izlazište/ulaz u mozak, -položaj u subarahnoidalnom prostoru, -ulazak u tvrdnu moždanu ovojnicu, -prolaz kroz nju, -prolaz kroz bazu lubanje, -odnos sa drugim anatomskim strukturama.

**PORUKA 2:** Kod učenja sustavne anatomije mora poznavati glavne ogranke i opću funkciju svih moždanih živaca.

## ***FUNKCIONALNA INTEGRACIJA:***

Receptori i efektori,

Refleksni luk, somatski i visceralni refleksi,

Segmentalna i periferna živčana inervacija,

Preklapanje živaca i ineterneuralne linije.

## ***MORFOLOGIJA SREDIŠNJEG ŽIVČANOG SUSTAVA (žuto ne ulazi u A2 već je dio kolokvija Funkcionalne anatomije):***

Osnovna podjela središnjeg živčanog sustava: neuralna cijev i moždani mjehurići;

Moždane ovojnice i cirkulacija likvora: arterije i venski sinusi mozga;

Morfološka i funkcionalna organizacija sive i bijele tvari: jezgre i putevi;

Princip prijenosa informacija unutar motornog i senzibilnih sustava: talamus;

Morfologija kralježnične moždine: funkcionalna podjela sive tvari kralježnične moždine;

Morfologija moždanog debela: uzdužne zone na mediosagitalnom presjeku (baza, tegmentum, tektum);

Prepoznavanje osnovnih struktura telencefalona i diencefalona na presjecima mozga: hipotalamus, talamus, bazalni gangliji, kora velikog mozga;

Omeđenja moždanih komora;

Portalni krvotok hipofize.

<p><b>Lamina cribrosa</b> nn. olfactorii [I] a. etmoidalis anterior</p> <p><b>Canalis opticus</b> n. opticus [II] a. ophtalmica meninges; vaginae n. optici</p> <p><b>Fissura orbitalis superior</b> <i>-Medijalno područje:</i> N. nasociliaris (n. ophthalmicus [V/1]) N. oculomotorius [III] N. abducens [VI] <i>-Lateralno područje:</i> n. trochlearis [IV] n. frontalis (n. ophthalmicus [V/1]) n. lacrimalis (n. ophthalmicus [V/1]) r. orbitalis (a. meningea media) v. ophtalmica superior</p> <p><b>Foramen rotundum</b> n. maxillaris [V/2]</p> <p><b>Foramen ovale</b> n. mandibularis [V/3] plexus venosus foraminis ovalis</p> <p><b>Foramen spinosum</b> r. meningeus (n. mandibularis [V/3]) a. meningea media</p> <p><b>Fisura sphenopetrosa</b> n. petrosus minor (n. glosopharyngeus [IX])</p> <p><b>Foramen lacerum</b> n. petrosus major (n. facialis [VII]) n. petrosus profundus (plexus caroticus internus)</p>	<p><b>Canalis caroticus</b> plexus caroticus internus (truncus sympathicus, ganglion cervicale superius) plexus venosus caroticus internus a. carotis interna, pars petrosa</p> <p><b>Meatus acusticus internus</b> n. facialis [VII] n. vestibulocochlearis [VIII] n. labyrinthi vv. labyrinthi</p> <p><b>Foramen jugulare</b> <i>-Prednje područje:</i> n. glossopharyngeus [IX] sinus petrosus inferior <i>-Stražnje područje:</i> n. vagus [X] n. accessorius [XI] sinus sigmoideus; bulbus superior venae jugularis a. meningea posterior (a. pharyngea ascendens)</p> <p><b>Canalis nervi hypoglossi</b> n. hypoglossus [XII] plexus venosus canalis nervi hypoglossi</p> <p>Canalis condylaris v. emissaria condylaris</p> <p><b>Foramen magnum</b> medulla oblongata; medulla spinalis n. accessorius [XI]; radices spinales sinus marginalis, plexus venosus vertebralis internus a. vertebralis a. spinalis anterior meninges</p>
---	---

## Nn. craniales, moždani živci

	Izlazište/ulazište na mozgu	
1. Nn. olfactorii [I]	bulbus olfactorius*	
2. N. opticus [II]	chiasma opticum*	
3. N. oculomotorius [III]	pedunculus cerebri, sulcus oculomotorius	
4. N. trochlearis [IV]	dorzalni dio tektuma mezencefalona	
5. N. trigeminus [V]	postranično na ponsu	
-N. ophthalmicus [V/1]	} ganglion trigeminale	
-N. maxillaris [V/2]		
-N. mandibularis [V/3]		
6. N. abducens [VI]	između ponsa i piramide	
7. N. facialis [VII]	} pontocerebelarni kut	} horizontalni niz živaca, izlaze na ventralnoj strani, između ponsa i medule oblongate
8. N. vestibulocochlearis [VIII]		
9. N. glossopharyngeus [IX]	} medulla oblongata, sulcus posterolateralis (retroolivaris); vertikalni niz živaca	
10. N. vagus [X]		
11. N. accessorius [XI]		
12. N. hypoglossus [XII]	medulla oblongata, sulcus anterolateralis	

\* Prvi moždani živac (n. olfactorius, njušni živac) i drugi moždani živac (n. opticus, vidni živac) su zapravo moždani putevi, te se navedena ulazišta odnose na završetak navedenih anatomskih tvorbi (nn. olfactorii, n. opticus); njušni put ulazi u mozak na bazalnom dijelu velikog mozga koji se naziva trigonum olfactorium, a vidni put ulazi u dio talamusa, corpus geniculatum laterale.

## Funkcije moždanih živaca

(OSE)	Opća somatska eferentna: inervacija skeletnih mišića trupa i ekstremiteta (III,IV,VI,XII)
(OVE)	Opća visceralna eferentna: inervacija glatkih mišića, žlijezda i organa (III,VII,IX,X)*
(PVE)	Posebna visceralna eferentna: inervacija poprečnoprugastih mišića što se razvijaju iz osnove ždrijelnih lukova; mimični mišići, žvačni mišići, mišići ždrijela i grkljana, poprečnoprugasti mišići jednjaka, m. sternocleidomastoideus i m. trapezius (V,VII,IX,X,XI)
(OVA)	Opća visceralna aferentna: informacija iz organa i krvnih žila (IX,X)
(PVA)	Posebna visceralna aferentna: njuh i okus (I,VII,IX,XI)
(OSA)	Opća somatska aferentna: receptori u koži i lokomotornom sustavu (V,VII,IX,X)
(PSA)	Posebna somatska aferentna: vid, sluh, ravnoteža (II,VIII)

\*OVE jezgre moždanih živaca isključivo su parasimpatičke

### N. oculomotorius [III]

Jezgre (vrsta)	• nucl. n. III, parna glavna i neparna sporedna jezgra (OSE)
Izlazište iz mozga	• nucl. oculomotorius accessorius (OVE) → ggl. ciliare unutarnja strana moždanih pedunkula, pedunculus cerebri
Položaj subarahnoidalnom prostoru	u cisterna basalis, cisterna interpeduncularis
Ulazak u duru mater	krov kavernoznog sinusa
Prolazak kroz bazu lubanje	fissura orbitalis superior
Opskrbno područje	• motorno: m. levator palpebrae sup., mm. recti sup., med. et inf.; m. obliquus inf. • parasimpatički: - m. ciliaris, m. sphincter pupillae
Dodatna vlakna (sekundarno pristupaju na živac)	• senzibilne niti n. nasocilijarisa (V/1) • simpatičke niti iz spleta oftalmičke arterije, plexus ophthalmicus

### N. trochlearis [IV]

Jezgre (vrsta)	• nucl. n. IV (OSE)
Izlazište iz mozga	u donjoj razini donjih kolikula
Položaj subarahnoidalnom prostoru	u cisterna ambiens, cisterna basalis
Ulazak u duru mater	između prednjeg i stražnjeg petroklinoideog nastavka, plicae petroclinoideae
Tijek u duri mater	lateralni zid kavernoznog sinusa
Prolazak kroz bazu lubanje	fissura orbitalis superior
Opskrbno područje	• motorno: - m. obliquus superior

### N. abducens [VI]

Jezgre (vrsta)	• nucl. N. VI (OSE)
Izlazište iz mozga	između ponsa i piramide
Položaj subarahnoidalnom prostoru	u cisterna basalis
Ulazak u duru mater	gornja trećina klivusa
Tijek u duri mater	preko vrha piramide, apex pars petrosus ossis temporalis, slobodno kroz kavernozni sinus, lateralno od unutarnje karotidne arterije
Prolazak kroz bazu lubanje	fissura orbitalis superior
Opskrbno područje	• motorički: -m. rectus lateralis

### N. trigeminus [V]

Jezgre (vrsta)	<ul style="list-style-type: none"><li>• nucl. mesencephalicus n. V, nucl. pontinus n. V, et nucl. spinalis n. V. (OSA)</li><li>• nucl. motorius n. V. (PVE)</li></ul>
Izlazište iz mozga	lateralna strana ponsa
Položaj u subarahnoidalnom prostoru	u cisterna basalis, cavum trigeminale
Ulazak u duru mater	ggl. trigeminale: lateralni zid sinus cavernosusa

### N. ophtalmicus [V/1]

Tijek u duri mater	lateralni zid kavernoznog sinusa
Prolazak kroz bazu lubanje	fissura orbitalis
Opkrbno područje	<ul style="list-style-type: none"><li>• senzibilno:<ul style="list-style-type: none"><li>- tentorium cerebelli</li><li>- čelo, gornja vjeđa, korjen nosa, sclera, cornea</li><li>- etmoidne stanice, sfenoidni sinus, prednji dio nosne šupljine</li></ul></li><li>• parasimpatički:<ul style="list-style-type: none"><li>- r. communicans cum n. zygomatico (vlakna koja dolaze iz nucl. salivatorius sup.→n. facialis/intermedius→n. petrosus major→ganglion pterygopalatinum→n. zygomaticus (n. V<sub>2</sub>)→n. lacrimalis za suznu žlijezdu)</li></ul></li></ul>
Dodatna vlakna (sekundarno pristupaju na živac)	

### N. maxillaris [V/2]

Tijek u duri mater	lateralni zid kavernoznog sinusa
Prolazak kroz bazu lubanje	foramen rotundum
Opkrbno područje	<ul style="list-style-type: none"><li>• senzibilno:<ul style="list-style-type: none"><li>-dura srednje lubanjske jame</li><li>-obraz, donja vjeđa, lateralne strane nosa, gornja usna</li><li>-zubi i gingiva gornje čeljusti, stražnje etmoidne stanice, sfenoidni sinus, maksilarni sinus, gornja i srednja nosna školjka, nepce, tonzila palatina, krov ždrijela</li></ul></li><li>• parasimpatički:<ul style="list-style-type: none"><li>- nn. pterygopalatini iz ggl. pterygopalatinum za žlijezde nosa i nepca, te za suznu žlijezdu (nucl. salivatorius sup.→n. facialis/intermedius→n. petrosus major)</li></ul></li></ul>
Dodatna vlakna (sekundarno pristupaju na živac)	

### N. mandibularis [V/3]

Prolazak kroz bazu lubanje	foramen ovale
Opskrbno područje	<ul style="list-style-type: none"><li>• motorički:<ul style="list-style-type: none"><li>- žvačni mišići, m. tensor veli palatini, m. mylohyoideus, m. digastricus (venter anterior)</li></ul></li><li>• senzibilno:<ul style="list-style-type: none"><li>- dura srednje lubanjske jame, mastoidne stanice</li><li>- koža donje usne, sljepočnice, obraza, gornjeg dijela uha, vanjski slušni hodnik, vanjsku stranu bunjića</li><li>- zube i zubno meso donje čeljusti, prednje dvije trećine usne šupljine, isthmus faucium</li></ul></li></ul>
Dodatna vlakna (sekundarno na živac) pristupaju na živac	<ul style="list-style-type: none"><li>• parasimpatički:<ul style="list-style-type: none"><li>- chorda tympani (n. facialis/intermedius, iz nucl. salivatorius sup. za ggl. submandibulare: glandulae submandibularis et sublingualis)</li><li>- niti iz ggl. oticum (za glandulu parotis, nucl. salivatorius inf. → n. glosopharyngeus → n. tympanicus → n. petrosus minor u ganglion oticum)</li></ul></li><li>• senzorički:<ul style="list-style-type: none"><li>- chorda tympani (n. facialis/intermedius), periferni krak neurona ggl. geniculi koji nosi okusne niti za prednje dvije trećine jezika</li></ul></li></ul>

### N. facialis [VII]

Jezgre (vrsta)	<ul style="list-style-type: none"><li>• nucl. n. VII (PVE)</li><li>• nucl. salivatorius superior (OVE)</li><li>• nucl. solitarius (PVA)</li></ul>
Izlazište iz mozga	pontocerebelarni kut
Položaj u subarahnoidalnom prostoru	u cisterna basalis, cisterna pontis
Izlazište iz dure mater i ulazište u bazu lubanje	fundus meatus acustici interni
Tijek unutar baze lubanje	canalis nervi facialis
Izlazak iz baze lubanje	foramen stylomastoideum
Opskrbno područje	<ul style="list-style-type: none"><li>• motorički:<ul style="list-style-type: none"><li>- mimični mišići, mm. auriculares</li><li>- m. digastricus (venter posterior), m. stylohyoideus</li><li>- m. stapedius</li></ul></li><li>• senzorički (okusno):<ul style="list-style-type: none"><li>- prednje dvije trećine jezika</li></ul></li><li>• parasimpatički:<ul style="list-style-type: none"><li>glandula lacrimalis, glandulae nasales, palatinae (preko ggl. pterygopalatinum), glandulae submandibularis et sublingualis (preko ggl. submandibulare)</li></ul></li></ul>
Dodatna vlakna (sekundarno na živac) pristupaju na živac	<ul style="list-style-type: none"><li>• senzibilni ogranci n. trigemina pristupaju na parotidni splet n. facijalisa, plexus parotideus</li></ul>

### N. vestibulocochlearis [VIII]

Jezgre (vrsta)	• nucl. cochleares et vestibulares (PSA)
Izlazište iz mozga	pontocerebelarni kut
Položaj u subarahnoidalnom prostoru	u cisterna basalis, cisterna pontis
Izlazište iz dure mater i ulazište u bazu lubanje	fundus meatus acustici interni
Tijek unutar baze lubanje	do labirinta slijepočne kosti
Izlazak iz baze lubanje	foramen stylomastoideum
Opskrbno područje	• slušni organ (Corti) • osjetila ravnoteže

### N. glossopharyngeus [IX]

Jezgre (vrsta)	• nucl. ambiguus (PVE) • nucl. spinalis n. V (OVA) • nucl. solitarius (PVA) • nucl. salivatorius inferior (OVE)
Izlazište iz mozga	između olive i tuberculum cuneatum
Položaj u subarahnoidalnom prostoru	u cisterna basalis
Prolazak kroz bazu lubanje	foramen jugulare
Opskrbno područje	• motorno: - gornji dio mišića ždrijela, m. levator veli palatini, m. uvulae, m. palatoglossus, m. palatopharyngeus, m. stylopharyngeus, m. stylopharyngeus • senzibilno: - gornji dio sluznice ždrijela, tonsilla palatina, stražnja trećina jezika - plexus tympanicus, tuba auditiva - sinus caroticus • senzorički: - stražnja trećina jezika • parasimpatički: - glandula parotidea (preko ggl. oticum), žlijezde stražnje trećine jezika



## N. vagus [X]

Jezgre (vrsta)		<ul style="list-style-type: none"><li>• nucl. ambiguus (PVE)</li><li>• nucl. spinalis n. V (OVA)</li><li>• nucl. solitarius (PVA)</li><li>• nucl. dorsalis n. X (OVE)</li></ul>
Izlazište iz mozga		sulcus posterolateralis
Položaj u subarahnoidalnom prostoru		cisterna basalis
Prolazak kroz lubanje	bazu	foramen jugulare
Opskrbno područje		<ul style="list-style-type: none"><li>• motorno:<ul style="list-style-type: none"><li>- donji dio mišića ždrijela, m. levator veli palatini, m. uvulae</li><li>- mišići grkljana</li></ul></li><li>• senzorički<ul style="list-style-type: none"><li>- korjen jezika</li></ul></li><li>• senzibilno:<ul style="list-style-type: none"><li>- dura stražnje lubanjske jame</li><li>- srpoliki duboki dio vanjskog slušnog hodnika</li></ul></li><li>• parasimpatički<ul style="list-style-type: none"><li>-organi vrata, toraksa i trbušne šupljine do Cannon-Bohmsherove točke</li></ul></li></ul>
Dodatna (sekundarno na živac)	vlakna pristupaju	<ul style="list-style-type: none"><li>• vlakna od n. accessorius→r. internus (neuroni smješteni u nucl. ambiguusu) za inervaciju mišića grkljana</li></ul>

### N. accessorius [XI]

Jezgre (vrsta)	• nucl. ambiguus et nucl. spinalis n XI (PVE)
Izlazište iz mozga	- radices craniales (dorsalno od olive) - radices spinales (lateralni cervikalni dio medule spinalis)
Položaj u subarahnoidalnom prostoru	u cisterna basalis
Ulazak u lubanjsku šupljinu	foramen magnum (radices spinales)
Prolazak kroz lubanje	foramen jugulare
Opskrbno područje	• motorički: - m. sternocleidomastoideus - m. trapezius

### N. hypoglossus [XII]

Jezgre (vrsta)	• nucl. n. XII (OSE)
Izlazište iz mozga	sulcus anterolateralis
Položaj u subarahnoidalnom prostoru	u cisterna basalis
Prolazak kroz lubanje	canalis nervi hypoglossi
Opskrbno područje	• motorički: - unutarne mišiće jezika - m. styloglossus, m. hyoglossus, m. genioglossus
Dodatna vlakna (sekundarno pristupaju na živac)	• niti iz cervikalnog spleta koje se spajaju sa n. hypoglossusom i zatim u njegovom sastavu odlaze za inervaciju infrahioidnih mišića, m. geniohyoideusa, te duru stražnje lubanjske jame

Parasimpatički gangliji glave i vrata primarno su izgrađeni od tijela i dendrita postganglionarnih parasimpatičkih neurona. Na ovim neuronima prekapčaju se aksoni preganglionarnih neurona koji se nalaze u parasimpatičkim jezgrama, nucleus accessorius nervi oculomotorii, nucleus salivatorius superior i nucleus salivatorius inferior. Neuroni iz parasimpatičke jezgre, nucleus dorsalis nervi vagi, prekapčaju se na postganglionarnim neuronima koji se nalaze u stijenkama organa, te ne tvore jasno anatomske određene ganglije.

U ciliarnom gangliju, ganglion ciliare, prekapčaju se niti jezgre okulomotornog živca, nucleus accessorius oculomotorii, a dolaze preko njegova parasimpatičkog korijena, radix parasimpatica nervi oculomotorii. Kroz ganglij bez prekapčanja prolaze još senzibilne i simpatičke niti. Senzibilne niti dolaze od nazociliarnog živca ( $V_2$ ), radix sensoria n. nasociliaris (to su periferni ogranci pseudounipolarnih neurona smještenih u trigeminalnom gangliju), a simpatičke niti dolaze od spleta oko unutarnje karotidne arterije, radix simpatica plexus caroticus internus (to su postganglionarni aksoni neurona smještenih u gornjem cervikalnom gangliju simpatičkog lanca). Parasimpatičke postganglionarne niti iz ciliarnog ganglija odlaze kao nn. ciliares breves za inervaciju ciliarnog mišića (akomodacija) i sfinktera pupile (suženje zjenice).

Iz gornje salivatorne jezgre, nucleus salivatorius superior, preganglionarne parasimpatičke niti ulaze u sastav facijalnog živca (n. intermedijusa), odlaze dijelom preko velikog petroznog živca, n. petrosus major, dalje kao n. canalis pterygoidei (nakon što se velikom petrosnom živcu priključe postganglionarne simpatičke niti n. petrosus profundus koje dolaze iz gornjeg cervikalnog ganglija) na pteriogopalatinski ganglij, ganglion pteryogopalatinum. Parasimpatičke niti prekapčaju se na neuronima pterigopalatinskog ganglija, a simpatičke samo prolaze kroz njega. Kroz ganglij prolaze i senzibilni ogranci maksilarnog živca (to su periferni ogranci pseudounipolarnih neurona smještenih u trigeminalnom gangliju). Iz ganglija odlazi mnoštvo malih niti koje se priključuju ograncima maksilarnog živca te dalje pristupaju na suznu žlijezdu (anastomozom zigomatičnog i lakrimalnog živca), te žlijezde nosne i nepčane sluznice, kao i graničnih područja nosne sa drugim šupljinama glave.

Na ganglion submandibulare pristupaju preostala parasimpatička vlakna iz gornje salivatorne jezgre, nucleus salivatorius superior. Ona se kao chorda tympani odvajaju od facijalnog živca zajedno sa okusnim vlaknima i pristupaju na lingvalni živac, koji ih dovodi do submandibularnog ganglija, ganglion submandibulare. U njega također pristupaju i postganglionarna simpatička vlakna koja dolaze iz gornjeg cervikalnog ganglija. Parasimpatička vlakna prekapčaju se u submandibularnom gangliju, te pristupaju na submandibularnu i sublingvalnu žlijezdu, kao i preostale žlijezde u prednje dvije trećine jezika. Određen broj postganglionarnih parasimpatičkih neurona može se nalaziti izvan submandibularnog ganglija, te ponekad može postojati i sekundarni ganglij, ganglion sublinguale.

Na otički ganglij, ganglion oticum, pristupaju preganglionarna vlakna iz donje salivatorne jezgre, nucleus salivatorius inferior, koja dolaze putem glosofaringeusa. Ona se zatim odvajaju u sastavu timpaničnog živca, n. tympanicus, te nastavljaju kao n. petrosus minor i pristupaju na otički ganglij. U njega također pristupaju i postganglionarna simpatička vlakna iz gornjeg cervikalnog ganglija koja, kao i ostala simpatička vlakna, samo prolaze kroz parasimpatičke ganglije. Iz otičkog ganglije postganglionarna vlakna putem spojne grane, ramus communicans, pristupaju na aurikulotemporalni živac, n. auriculotemporalis, i dalje na glandulu parotis.

### Liquor cerebrospinalis, cerebrospinalna tekućina

Cerebrospinalna tekućina stvara se u cijelom obložnom sustavu unutarnjih likvorskih prostora, ependimu, a posebice u području posebnih spletova, plexus choroideus. Preko oba interventrikularna otvora (MONROE) likvor odlazi u treću komoru, odakle se preko kanala, aqueductus mesencephali (SYLVIUS) ulijeva u četvrtu moždanu komoru i dalje središnjim kanalom u medulu spinalis. Apertura mediana (MAGENDIUS) i aperture laterales (LUSCHKA) u četvrtoj moždanoj komori predstavljaju komunikaciju unutarnjih i vanjskih likvorskih prostora. Na taj način likvor dolazi u subarahnoidalni prostor.

Likvor oplakuje cjelokupni mozak i kralježničnu moždinu. Preko arahnoidalnih granulacija (PACCHIONI) apsorbira se u venski sustav u područjima oko malih limfnih žila pije mater, te perineuralnim prostorima moždanih i moždinskih živaca.

Opasnost od začepjenja likvorske cirkulacije najveća je na uskim prostorima ventrikularnog sustava: foramina interventricularia, aqueductus mesencephali, apertura mediana, aperture laterales. Ako se zatvori neki od tih puteva, primjerice kod razvojnih anomalija i upala, može doći do razvoja unutarnjeg hidrocefalusa. Proširenje subarahnoidalnog prostora, primjerice nakon atrofije mozga, označava se kao vanjski hidrocefalus.