

# Građa i funkcija živčanog sustava domaćih životinja

---

**Halt, Tea**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:865371>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-17**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Tea Halt

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer zootehnika

**Građa i funkcija živčanog  
sustava domaćih životinja**

Završni rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Tea Halt

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer zootehnika

**Građa i funkcija živčanog  
sustava domaćih životinja**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. prof. dr. sc. Marcela Šperanda
2. doc. dr. sc. Mislav Đidara, mentor
3. prof. dr. sc. Boris Antunović

Osijek, 2019.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Zootehnika

Završni rad

Tea Halt

### **GRADA I FUNKCIJA ŽIVČANOG SUSTAVA DOMAĆIH ŽIVOTINJA**

#### **Sažetak:**

Živčani sustav je jedan od najvažnijih sustava u tijelu životinje. To je komunikacijska mreža koja omogućuje životinjama da se prilagode promjenama unutar ili izvan tijela. Živčani sustav regulira kretanje tijela, regulira sekreciju žlijezda, prikuplja informacije iz vanjskog okruženja pomoću osjetila, određuje ponašanje. Građen je od živčanog tkiva koje se sastoji od neurona i glija stanica. Neuroni primaju i prenose podražaje u sve dijelove tijela a glija stanice im pomažu. Živčani sustav je podijeljen na središnji živčani sustav i periferni živčani sustav. Središnjem živčanom sustav pripadaju mozak i kralježnička moždina koji su građeni a perifernom živci i gangliji. Mozak se nalazi u lubanji i okružen je cerebrospinalnom tekućinom koja ga štiti. On ima glavnu ulogu u izvođenju pokreta, razmišljanju i senzornom procesiranju. Kralježnička moždina provodi informacije, izvodi reflekse i provodi lokomociju. Perifernom živčanom sustavu pripadaju živci i gangliji, a glavna uloga mu je povezivanje s centralnim živčanim sustavom. U živčani sustav još ubrajamo i autonomni živčani sustav koji je neophodan za održavanje normalne funkcije organa.

#### **Ključne riječi: živčani sustav, živčano tkivo, mozak**

24 stranice, 7 slika, 27 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen u: Knjižnici Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek  
Undergraduate university study Agriculture, course Zootechnique

BSc thesis

Tea Halt

### **FORM AND FUNCTION OF NERVOUS SYSTEM IN DOMESTIC ANIMALS**

#### **Summary:**

The nervous system is one of the most important system in the animal's body. It is a communication network which enables animals to adjust to the changes in its surrounding, inside or the outside of its body. Nervous system regulates body movements, it regulates secretion of the glands, it gathers information from the outside. It stimulates thirst, hunger, rage and fear. It is made of the nervous tissue, which is made of neurons and glia cells. Neurons gather and transmit stimuli into all parts of the body, and the glia cells help them. The nervous system is divided into the central nervous system and peripheral nervous system. Brain and the spinal cord make up the central nervous system, and nerves and ganglia make up peripheral nervous system. The brain is centered in the skull and is surrounded by the cerebrospinal fluid, which protects it. It has a major role in performing movement, thinking, and sensory processing. Spinal cord conduct information, performs reflexes, and conduct locomotion. Nerves and ganglia make up peripheral nervous system. Its main role is to connect and transmit information to central nervous system. A part of the nervous system is also an automatic nervous system which is essential for maintaining normal organ functions.

#### **Key words: nervous system, brain, nervous tissue**

24 pages, 7 figures, 14 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agriculture in Osijek and in digital repository of Faculty of Agriculture in Osijek

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. ŽIVČANO TKIVO.....	2
2.1 Neuron.....	2
2.2 Glija stanice.....	5
3. PRIJENOS PODRAŽAJA PREKO ŽIVČANE STANICE.....	6
3.1 Potencijal membrane u mirovanju.....	6
3.2 Stvaranje lokalnog potencijala.....	6
3.3 Akcijski potencijal.....	7
3.4 Prijenos signala preko sinapse.....	8
4. ŽIVČANI SUSTAV.....	10
4.1 Kralježnička moždina.....	10
4.2. Mozak.....	12
4.2.1 Prednji mozak.....	13
4.2.2 Mali mozak.....	14
4.2.3 Moždano deblo.....	14
4.3. Autonomni živčani sustav.....	16
5. NAJVAŽNIJE BOLESTI ŽIVČANOG SUSTAVA.....	17
5.1 Encefalitis.....	17
5.2 Bjesnoća.....	17
5.3 Goveda spongiformna encefalopatija.....	19
5.4 Meningitis.....	20
5.5 Epilepsija.....	21
5.6 Tješinska bolest.....	22
6. ZAKLJUČAK.....	23
7. LITERATURA.....	24

## 1. UVOD

Živčani sustav je jedan od najvažnijih sustava u organizmu životinja. To je komunikacijska mreža koja omogućuje životinjama da se prilagode promjenama unutar ili izvan tijela. Živčani sustav regulira kretanje tijela, regulira sekreciju žlijezda, prikuplja informacije iz vanjskog okruženja pomoću osjetila, određuje ponašanje. Građen je od živčanog tkiva koja se sastoji od neurona i glija stanica. Neuron primaju i prenose podražaje u sve dijelove tijela a glija stanice im pomažu. Živčani sustav je podijeljen na središnji živčani sustav i periferni živčani sustav. Središnjem živčanom sustavu pripadaju mozak i kralježnička moždina, koji su građeni od bijele i sive tvari. Mozak je podijeljen na nekoliko dijelova od kojih svaki ima svoju ulogu. Neke od tih uloga su primanje i procesiranje informacija, upravljanje motorikom i pamćenje. Glavne uloge kralježničke moždine su provođenje informacija, omogućavanje lokomocije i provođenje refleksa. Refleksi su automatski odgovori na specifične podražaje. Brze su reakcije u kojima sudjeluje manji broj interneurona te su podijeljeni na somatske i visceralne. Ako su efektorski organi građeni od poprečno prugastog kosturnog mišićja onda su refleksi somatski, a ako su građeni od glatkog mišićja onda su refleksi visceralni. Perifernom živčanom sustavu pripadaju živci i gangliji, a glavna uloga mu je prijenos podražaja između središnjeg živčanog sustava i efektor. U živčani sustav još ubrajamo i autonomni živčani sustav koji je neophodan za održavanje normalne funkcije organa, a podijeljen je na simpatički i parasimpatički živčani sustav. U ovome radu detaljno će biti opisana građa živčanog tkiva te građa živčanog sustava. Objasnit će se osnovna fiziologija funkcioniranja živčane stanice i cjelokupnog živčanog sustava, te najvažnije zarazne bolesti koje zahvaćaju živčani sustav.

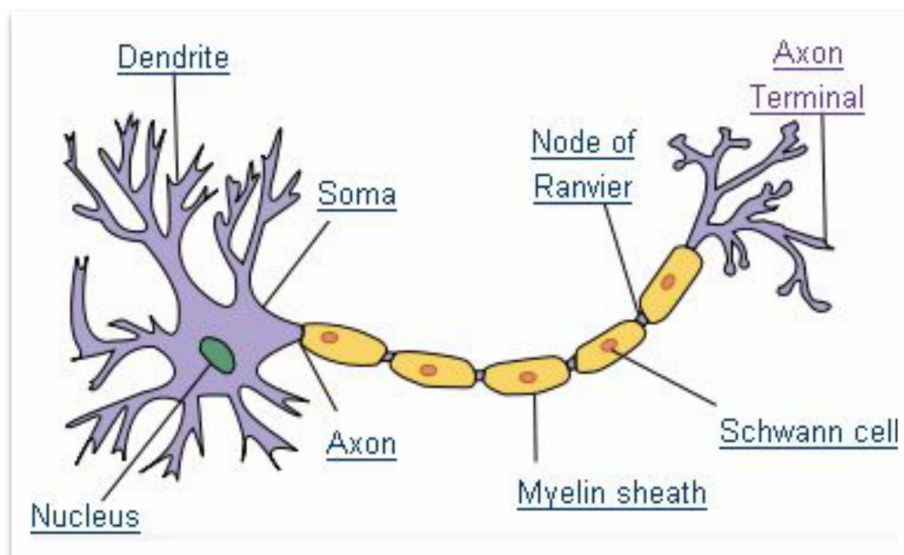
## 2. ŽIVČANO TKIVO

Živčano tkivo je osnova živčanog sustava i nastaje iz embrionalnog ektoderma. Njegova glavna funkcija je obrada informacija koje prima iz okoline. Također je odgovoran za kontrolu mnogih vitalnih funkcija kao na primjer: disanje, probava, regulacija krvotoka, kontrola endokrinog sustava kao i mnogih drugih (Akers, 2008.). Sastoji se od dvije vrste stanica, neurona i glija stanica.

### 2.1 Neuron

Neuroni su osnovne jedinice živčanog sustava. Njihova funkcija je primanje, prenošenje, obrađivanje informacija te dolaze u brojnim oblicima i veličinama. Imaju dug životni vijek a sastoje se iz tri dijela: tijela stanice, dendrita i aksona. Osnovu neurona čini tijelo stanice ili soma koju ponekad nazivamo i perikarion. Sastoji se od velike okrugle jezgre koja sadrži jezgricu okruženu citoplazmom. Unutar citoplazme se nalaze stanični organeli koji su odgovorni za stvaranje diobenog vretena. Citoplazma sadrži organele: slobodne ribosome, glatki i hrapavi endoplazmatski retikulum, mitohondrije i Golgijev aparat. Hrapavi endoplazmatski retikulum je glavno mjesto sinteze proteina koji će biti ugrađeni u membranu stanice ili u organele. Nakupine hrapavog endoplazmatskog retikuluma nazivaju se Nisslova tjelešca, pomoću kojih možemo identificirati živčane stanice. Slobodni ribosomi služe za sintezu proteina koji su namijenjeni citosolu. Glatki endoplazmatski retikulum djeluje kao mjesto gdje su novosintetizirani proteini presavijeni u trodimenzionalne strukture, a također može djelovati i kao regulator koncentracije iona u citosolu. Sam citosol sadrži unutarnju potporu koju nazivamo citoskelet, koji se sastoji od više komponenata od kojih su najveći mikrotubuli. Promjera su oko 20 nanometara i nastaju polimerizacijom molekula proteina tubulina (Akers, 2008.). Druga komponenta citoskeleta su neurofilamenti. Promjera su 10 nanometara i sastoje se od više podjedinica povezanih na krajevima, od kojih se svaka podjedinica sastoji od tri isprepletene proteina. Treća komponenta citoskeleta su mikrofilamenti. Promjera su 5 nanometara i sastoje se od dvije isprepletene niti od kojih je svaka građena od polimera proteina aktina (Akers, 2008.). Iz tijela stanice neurona protežu se dendriti koji zajedno čine dendritsko stablo. Njihova uloga je povezivanje i komunikacija s drugim živčanim stanicama. U produžetku živčane stanice nalazi se akson čija je uloga prijenos impulsa, od tijela prema aksonalnom okrajku. Dugi akson se ponekad naziva živčanim vlaknom, a snop aksona se na periferiji naziva

živac. Neuron ima jedan akson koji se nastavlja na dio tijela stanice na kojemu nastaje živčani impuls, pa se to područje ponekad naziva i zona okidanja. Akson je specifičan po tome što ne sadrži hrapavi endoplazmatski retikulum, ali sadrži nekolicinu slobodnih ribosoma. Okružen je citoplazmom koju nazivamo aksoplazmom, a ona sadrži: neurofibrile, neurotubule, lizosome, mitohondrije i male vezikule. Akson ne sadrži hrapavi endoplazmatski retikulum i ribosome pa se sinteza proteina ne događa u aksonu, nego se proteini moraju sintetizirati u tijelu stanice te se zatim transportiraju duž aksona. Obično se granaju tvoreći kolaterale koji omogućuju jednom neuronu da komunicira s nekoliko drugih aksona. Kolaterali s glavnog tijela aksona završavaju nizom nastavaka koji završavaju sinaptičkim čvorićem. Sinaptički čvorić je proširenje koje sudjeluje u tvorbi sinapse odnosno spoja sa mišićnom ili drugom živčanom stanicom (Akers, 2008.).



Slika 1. Dijelovi neurona

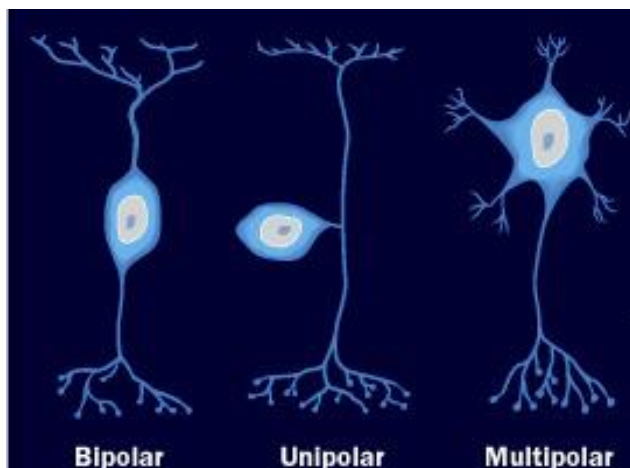
(Izvor: <https://neuroscience.fandom.com/wiki/Neuron>)

## Tipovi neurona

Neuroni se mogu klasificirati prema nekoliko karakteristika. Prema izgledu dendrita i aksona dijele se na unipolarne, bipolarne i multipolarne. Unipolarni neuroni su najjednostavnije živčane stanice i čine autonomni živčani sustav. Bipolarni neuroni imaju somu ovalnog oblika iz kojih izlaze dendriti i akson. Multipolarni neuroni se razvijaju



embriološki kao bipolarni neuroni s dva nastavka, ali na kraju se ta dva nastavka stapaju u jedan akson. Prema funkciji aksoni se dijele na senzorne, motoričke i interneurone (Reece, 2005.).



Slika 2. Tipovi neurona prema izgledu dendrita i aksona

(Izvor: <https://mozdanakora.wordpress.com/nervne-celije/>)

## Mijelinska ovojnica

Živčana vlakna mogu biti mijelizirana ili nemijelizirana. Mijelin je bijela lipidna tvar koja tvori omotač oko živčanih vlakana i služi kao izolator. On omogućuje brz prijenos električnih impulsa između živčanih stanica. Nastaje iz oligodendrocita u središnjem živčanom sustavu i Schwannovih stanicama u perifernom živčanom sustavu. Živčano vlakno je vrlo dugo te je potreban veći broj Schwannovih stanica i oligodendrocita kako bi se mijeliniziralo. One su višestruko omotane oko živčanog vlakna, a između se nalazi mala količina citoplazme. Vanjski sloj mijelinske ovojnice naziva se neurilema u kojoj se nalazi jezgra i najveći dio citoplazmatskih organela Schwannovih stanica. Prostore između pojedinih Schwannovih stanica nazivamo Ranvierovim suženjima. Osim mijeliziranih vlakana u živčanom sustavu imamo i nemijelizirana vlakna. Ona su uklopljena u ulegnuća membrane i tvore neurilemu. Provođenje živčanih signala odvija se na površini određenom brzinom. Na brzinu provođenja signala utječe debljina živčanog vlakna i mijelinizacija živčanoga vlakna (Verkhatsky, 2013.).

## 2.2 Glija stanice

Glija stanice su stanice koje štite te istodobno pomažu neuronima u obavljanju njihovih funkcija. Brojčano nadmašuju neurone i čine polovicu njihova volumena. Glija stanice su metabolički vrlo aktivne i uključuju: oligodendrocite, astrocite, ependimske stanice i mikroglija stanice. Oligodendrociti su uključeni u stvaranje mijelinskog omotača u središnjem živčanom sustavu, a sličnu funkciju u perifernom živčanom sustavu obavljaju Schwannove stanice. Astrociti su najvažnije glija stanice čiji se ogranci dodiruju s krvnim žilama, sinaptičkim strukturama i tijelima živčanih stanica. Zbog njihove interpozicije između krvnih žila i neurona, funkcija im je pružanje potpore i olakšavanje prijenosa tvari iz kapilara u neurone. Astrociti oslobađaju ekscitacijski neurotransmiter glutamat kao odgovor na stimulaciju, što dopušta komunikaciju s neuronima bilo poticanjem ili promjenom njihova odgovora. Ependimske stanice oblažu klijetke mozga i središnji kanal kralježničke moždine, a u njima se stvara cerebrospinala tekućina. Mikroglije imaju fagocitoznu ulogu te ulaze u središnji živčani sustav iz krvnih žila i povećavaju brojnost tijekom upalnih procesa (Verkhatsky, 2013.).

### **3. PRIJENOS PODRAŽAJA PREKO ŽIVČANE STANICE**

Jedna od karakteristika živčanih stanica je stvaranje akcijskog potencijala. Akcijski potencijal je stereotipna depolarizacija i repolarizacija membrane, a generira se na jednom mjestu u neuronu i zatim se širi duž aksona do sinapse. Na ovaj način se prenose informacije u sve dijelove tijela, a ovaj mehanizam je podijeljen u nekoliko koraka: održavanje potencijala membrane u mirovanju, stvaranje lokalnog potencijala, stvaranje akcijskog potencijala, prijenos signala putem živčanog vlakna, prijenos signala preko sinapse, stvaranje postsinaptičkog potencijala (Reece, 2005.).

#### **3.1 Potencijal membrane u mirovanju**

U neuronu koji se odmara potencijal između dviju strana membrane naziva se potencijalom mirovanja. Potencijal membrane u mirovanju rezultat je nejednake raspodjele natrijevih iona ( $\text{Na}^+$ ) i kalijevih iona ( $\text{K}^+$ ) izvan i unutar neurona. Aktivni transport natrijevih iona izvan, zajedno s prijenosom kalijevih iona u neuron uz pomoć pumpi ( $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  ATP-aze) zadržava nisku koncentraciju natrijevih iona na unutarnjoj strani membrane. Ako su brzine transporta jednake, električna neutralnost između vanjske i unutarnje membrane biti će očuvana. Aktivni transport natrijevih iona prema van odvija se brže nego aktivan transport kalijevih iona prema unutra. Na ovakav način se čuva elektronegativnost u unutrašnjosti membrane, a elektropozitivnost vanjske membrane. Potencijal membrane u mirovanju iznosi  $-70$  milivolta. Ne prelazi  $-70$  milivolta jer je na toj razini električni gradijent dovoljan da uzrokuje difuziju natrijevih iona prema unutra (Reece, 2005.).

#### **3.2 Stvaranje lokalnog potencijala**

Neurone možemo stimulirati putem svjetlosti, topline, kemijskih tvari i dodira. Prilikom kemijske stimulacije dolazi do vezanja određene kemijske molekule za receptore na neuronu. Ti receptori su natrijevi kanali regulirani ligandom, otvaraju se i dopuštaju da natrijevi ion uđu u stanicu. Zbog svog pozitivnog naboja natrijevi ioni smanjuju negativan potencijal membrane u mirovanju a taj proces se naziva depolarizacijom. Dolazni natrijevi ioni difundiraju na kratke udaljenosti duž unutarnjeg dijela stanične membrane i proizvode struju koja putuje od točke stimulacije prema zoni okidanja stanice. Takva promjena

električnog potencijala koja nastaje kratkog je dometa a naziva se lokalni potencijal, koji ima nekoliko karakteristika. Lokalni potencijal je ovisan o intenzitetu podražaja. Intenzivnije stimuliranje otvara više ionskih kanala nego slabiji poticaj, tako više natrijevih iona ulazi u stanicu a napon se mijenja više nego kod slabijeg stimuliranja. Što je veća duljina prijeđenog puta to je lokalni potencijal slabiji. Pad snage dolazi zbog toga što se natrijevi ioni šire ispod stanične membrane i depolariziraju je. Kalijevi ioni preokreću učinak dotoka natrijevih iona, što sprječava lokalne potencijale da imaju bilo kakve učinke na daljinu. Lokalni potencijal je reverzibilan, što znači da ako stimuliranje prestane difuzija kalijevih iona prestaje te se membranski potencijal vraća u stanje mirovanja. Lokalni potencijal može biti eksitacijski i inhibicijski. Eksitacijski potencijal depolarizira stanicu i dovodi neurone u stanje u kojemu oni proizvode akcijski potencijal. Kod inhibicijskog potencijala dolazi do hiperpolarizacije stanične membrane što otežava pojavu akcijskog potencijala, a taj proces nazivamo inhibicijom (Akers, 2008.).

### **3.3 Akcijski potencijal**

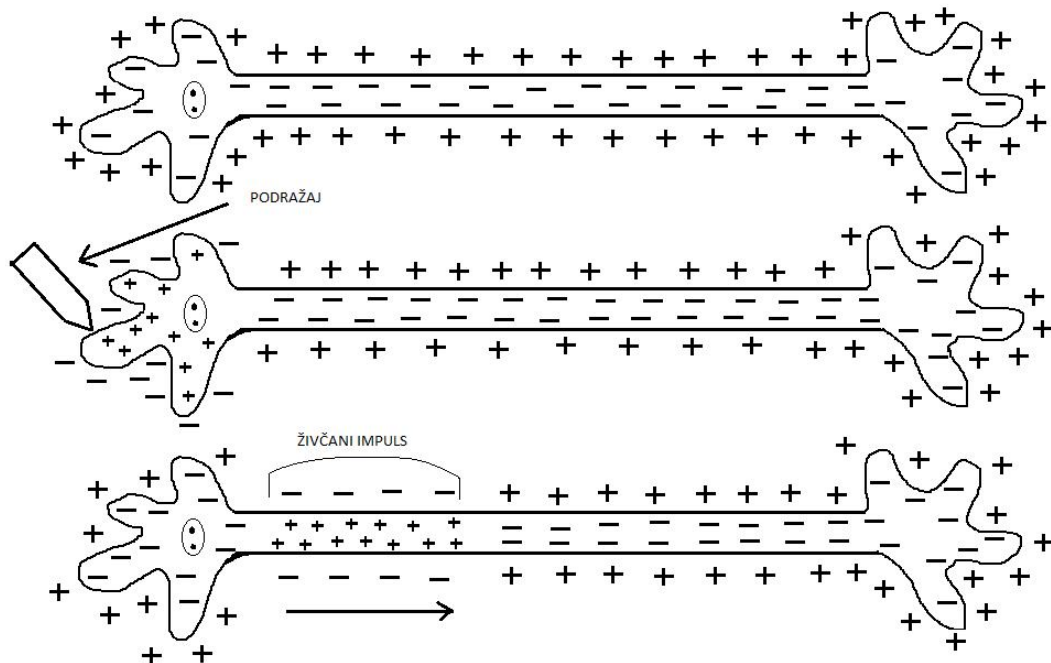
Gotovo sve stanice imaju membranski potencijal, ali samo neki neuroni imaju sposobnost brze i reverzibilne promjene polarnosti na mjestu pobude. Taj događaj se širi duž cijelog aksona i naziva se akcijski potencijal. U nepobuđenom stanju ioni kalija i natrija prolaze kroz membranu neurona pomoću ionskih kanala. Ioni natrija ulaze u stanicu brže, ali je propusnost kanala mnogo manja za ione natrija tako da je transmembranski promet za oba iona podjednak. Ova promjena može biti hiperpolarizacijska (povećanje elektronegativnosti na unutarnjoj strani stanične membrane uslijed izlaska pozitivno nabijenih iona iz stanice ili ulaska negativno nabijenih iona u stanicu) ili depolarizacijska (smanjenje elektronegativnosti na unutarnjoj strani stanične membrane uslijed ulaska pozitivno nabijenih iona u stanicu ili izlaska negativno nabijenih iona iz stanice) s kojom se podražaj dalje širi od mjesta pobude. Pri velikoj početnoj promjeni, naponska promjena poprima drugačiji oblik i počinje se širiti duž aksona. Potencijal pri kojem nastaje akcijski potencijal naziva se prag okidanja. Kada je akcijski potencijal generiran prenosi se duž aksona. Tijekom prijenosa akcijskog potencijala dolazi do preokreta u membranskom potencijalu potaknutog kretanjem natrijevih iona prema unutra, što uzrokuje da unutrašnjost membrane privremeno postane pozitivna dok vanjska strana postaje negativna. Nakon toga pozitivno nabijeni ioni u membrani se kreću bočno jer ih privlače negativno nabijeni ioni. Pozitivno nabijeni ioni na vanjskoj strani membrane putuju prema skupini

negativno nabijenih iona nastalih preokretom u membranskom potencijalu. Lokalni protok struje uzrokovan je otvaranjem naponskih kanala natrijevih iona. Pozitivni ioni na unutarnjoj strani membrane teku u područje negativnih iona, što dovodi do depolarizacije tog područja. Nakon toga doći će do otvaranja naponskih kanala natrijevih iona u tome području. Pokreće se sustav pozitivne povratne sprege koji dopušta da se akcijski potencijal širi dalje duž cijele duljine aksona. Četiri su značajke akcijskog potencijala: 1. postojanje praga: ako je depolarizacija nedostatna, ulaz iona natrija kroz kanale ovisne o naponu kompenzira izlaz iona kalija, 2. konstantnost amplitude akcijskog potencijala, njenu neovisnost o veličini depolarizacije iznad praga, objašnjavamo pozitivnom povratnom spregom, 3. širenje bez smanjenja amplitude, 4. postojanje neosjetljivosti na naknadni podražaj, kratko vrijeme nakon podražaja (Reece, 2005.). Živčana vlakna se dijele na mijelizirana i nemijelizirana. Većina živčanih vlakana okružena je izolacijskim omotačem koji se zove mijelin. Mijelin ubrzava prijenos signala i sadrži povremene prekide koji se zovu Ranvijerova suženja. Zbog tih suženja impuls može putovati puno brže. Mijelinizirani živci mogu prenijeti signal brzinom 100 metara u sekundi (Reece, 2005.). Ako je mijelinska ovojnica koja okružuje živac oštećena doći će do usporavanja ili blokiranja živčanog impulsa. Nemijelizirana živčana vlakna nalaze se duž aksonalne površine, a prijenos akcijskog potencijala duž nemijeliziranog aksona dovodi do aktivacije natrijevih kanala reguliranih naponom duž cijelog aksona (Verkhatsky, 2013.).

### **3.4 Prijenos signala preko sinapse**

Sinapsa je mjesto koje služi kao poveznica jednog živčanog vlakna s drugim. Tako je moguć prijenos električnog impulsa s jednog neurona na drugi. Sam prijenos električnog impulsa događa se kemijski uz pomoć neurotransmitera ili vrlo rijetko električno. Sastoji se presinaptičke i postsinaptičke membrane između kojih je smještena sinaptička pukotina. Električni sinaptički prijenos je vrlo rijedak, a dopušta električnom signala da bude prenesen iz jedne stanice u drugu bez ikakvog zastoja. Stanice su spojene pomoću proteina transportera a ioni mogu teći iz jedne stanice u drugu. Električni signal može se prenositi dvosmjerno i bez modifikacije. Kemijski prijenos elektrona s neurona je uobičajen, ali kompliciraniji. Prijenos se odvija pomoću neurotransmitera koji se klasificiraju kao kemijske tvari. Akcijski potencijal koji dolazi na sinaptički čvorić pokreće niz događaja. Prvo dolazi do depolarizacije sinaptičkog čvorića. Sam dolazak akcijskog potencijala na ogranke živaca uzrokuje depolarizaciju. Zatim dolazi do otvaranja naponom reguliranih

kanala kalcija, koji se otvaraju zbog depolarizacije. To omogućuje ulaz kalcija iz izvanstaničnog prostora u sinaptički čvorić (Akers, 2009.). Kalcij uzrokuje da se sinaptičke vezikule vežu za presinaptičku membranu a zatim se aktivno ispumpava iz stanice. Nakon što se vežu za presinaptičku membranu, sinaptičke vezikule oslobađaju svoj sadržaj u sinaptičku pukotinu procesom egzocitoze. Vezikule sadrže neurotransmitere koji difundiraju kroz sinaptičku pukotinu. Zatim dolazi do vezanja neurotransmitera za postsinaptičku membranu. Ako se neurotransmitter veže za postsinaptički receptor onda dolazi do aktivacije ionskih kanala što će rezultirati ili s IPSP (Inhibicijski postsinaptički potencijal) ili EPSP (Ekscitacijski postsinaptički potencijal) u postsinaptičkoj stanici. Neurotransmitter može nastaviti djelovati na postsinaptičku stanicu sve dok se ne inaktivira. Djelovanje neurotransmitera je kratkotrajno zbog brzih mehanizama inaktivacije (Sheperd, 2003.).



Slika 3. Prijenos podražaja

(Izvor: <https://sh.wikipedia.org/wiki/Datoteka:Podra%C5%BEaj.png>)

## 4. ŽIVČANI SUSTAV

Živčani sustav upravlja svim dijelovima tijela a ovisno o lokaciji podijeljen je na središnji živčani sustav (CNS) i periferni živčani sustav (PNS). Središnji živčani sustav čine mozak i kralježnička moždina a periferni živčani sustav čine živci i gangliji. Periferni živčani sustav je podijeljen na senzorički i motorički, a svaki od njih je podijeljen na somatski i visceralni. Središnji živčani sustav ima različite centre koji obrađuju senzorne, motoričke i integracijske informacije. Ovi centri obuhvaćaju niže centre koji uključuju moždano deblo i kralježničku moždinu i više centre koji komuniciraju s mozgom. Periferni živčani sustav je ogromna mreža spinalnih i kranijalnih živaca koji su povezani s mozgom i kralježničkom moždinom. Sadrži senzorne receptore koji pomažu u obradi informacija o unutarnjem i vanjskom okruženju. Te informacije se šalju u središnji živčani sustav putem aferentnih osjetilnih živaca. Periferni živčani sustav se dijeli na autonomni živčani sustav i somatski živčani sustav. Autonomni kontrolira unutarnje organe, glatke i srčane mišiće. Somatski ima kontrolu nad kožom, kostima, zglobovima i skeletnim mišićima (Akers, 2008.).

### 4.1 Kralježnička moždina

Kralježnička moždina kaudalno se nastavlja na produženu moždinu. Proteže se od zatiljnog otvora na bazi lubanje do razine prvog ili drugog lumbalnog kralješka odrasle životinje, a završava kao konusna struktura. Sadrži uzlazne i silazne puteve od mozga do tijela živčanih stanica koja djeluju u motoričkoj aktivnosti i refleksima (Akers, 2008.). Funkcije kralježničke moždine su prenošenje informacija, stvaranje lokomocije, izvođenje refleksa. Prilikom embrionalnog razvoja kralježnička moždina je iste duljine kao i kralježnica, a zatim kralježnica raste brže pa kralježnička moždina zaostaje u lumbalnom dijelu. Iz kralježničke moždine izlaze spinalni živci kroz kralježnički kanal putem međukralježničkih prolaza. Nije vidljivo segmentirana, ali svaki dio na kojemu izlaze živci nazivamo segmentom. Kralježnička moždina podijeljena je na : vratni, prsni, slabinski, križni i repni dio, a okružena je kostima, cerebrospinalnom tekućinom i ovojnicama. Ovojnice kralježničke moždine su tvrda ovojnica, paučnica i meka ovojnica. Tvrda ovojnica je sloj koji se proteže preko kralježničke moždine i nije pričvršćena za kralježnicu.

Umjesto toga između stijenki kraljezničkog kanala i kraljezničke moždine nalazi se epiduralni prostor koji sadrži vezivno tkivo, krvne žile i sloj masti (Sheperd, 2003.).

### **Histološka građa**

Mozak i kraljeznička moždina građeni su od bijele i sive tvari . Siva tvar se sastoji od tijela neurona, dendrita i aksona dok bijelu tvar čine aksoni koji povezuju različite dijelove sive tvari. U kraljezničkoj moždini siva tvar je smještena centralno, a u presjeku ima oblik leptira s raširenim krilima. Sastoji se od dorzalnog i ventralnog roga, a između se nalazi centralni kanal. Spinalni živci račvaju se u dorzalni i ventralni korijen. Dorzalni korijen ulazi u dorzalni rog sive tvari kraljezničke moždine, a senzorički neuroni se vežu s interneuronima. Iz ventralnog roga izlazi ventralni korijen. Bijela tvar se sastoji od aksona koji međusobno povezuju različite dijelove sive tvari. Sastoji se od velikog broja mijeliziranih aksona koji daju svjetliju boju. Bijela tvar sastoji se od snopova aksona koji se protežu duž kraljezničke moždine. Snopovi su organizirani u tri stupa a na svakoj strani kraljezničke moždine postoji dorzalni, lateralni i ventralni stup (Akers, 2008.).



Slika 4.Siva tvar

(Izvor: [https://www.123rf.com/photo\\_97074489\\_cross-section-of-the-spinal-cord-the-grey-matter-with-shape-of-butterfly-wings-is-located-in-the-cen.html](https://www.123rf.com/photo_97074489_cross-section-of-the-spinal-cord-the-grey-matter-with-shape-of-butterfly-wings-is-located-in-the-cen.html))



## 4.2 Mozak

Mozak je jedan od najvažnijih organa u organizmu životinje. Služi kao centar živčanog sustava i nalazi se u lubanji. Unutar njega smještene su moždane klijetke koje čine niz šupljina ispunjenih cerebrospinalnom tekućinom. Cerebrospinalna tekućina koja obavija mozak štiti meka tkiva, održava homeostazu te transportira različite hormone i tvari. Većina cerebrospinalne tekućine nastaje na koroidnom spletu iz snopa kapilara, a ostatak tekućine nastaje iz endimskih stanica. Nastaje kao ultrafiltrat krvi, ali se njezin sastav razlikuje od sastava plazme. Sadrži manje proteina, kalcija i kalija te više natrija, klorida i vodikovih iona. Mozak je podijeljen na prednji mozak, mali mozak i moždano deblo a štite ga ovojnice. Ovojnice mozga ili meninge su: čvrsta ovojnica, paučnica i meka ovojnica. Čvrsta ovojnica je vlaknasti sloj vezivnog tkiva, koji okružuje mozak, a sastoji se iz dva sloja pri kojemu je najudaljeniji sloj pričvršćen na periost lubanje. Unutarnji sloj služi kao pokrov nad mozgom. Paučnica se nalazi između tvrde ovojnice i meke ovojnice, stvara labavi pokrivač mozga i nikada ne ulazi u fissure i sulkuse mozga. Između paučnice i meke ovojnice nalazi se subarahnoidni prostor u kojem se nalaze krvne žile. Meka ovojnica usko prijanja uz mozak te sadrži puno malih krvnih žilica (Sturtz, 2012.).

### **Krvno moždana barijera**

Krvno-moždana barijera je funkcionalna barijera koja razdvaja kapilare u mozgu od živčanog tkiva. Nastaje iz endotelnih stanica koje oblažu krvne kapilare. Za razliku od drugih kapilara u tijelu koje imaju male otvore između stanica kapilarnih zidova, stanice koje čine stijenke kapilara u mozgu su čvrsto stisnute i nemaju te otvore. Kako bi molekule mogle prijeći kroz krvno moždanu barijeru moraju biti topljive u lipidima ili moraju proći posredovano putem nosača. Lipidno topljivi spojevi lako prelaze barijeru i time lako mogu ući u središnji živčani sustav. Neki od tih spojeva su ugljikov dioksid, kisik, steroidi, alkohol. Spojevi koji nisu topljivi, kao što su peptidi i razni antibiotici ne će lako proći kroz krvno moždanu barijeru (King, 1987.).

## **Kranijalni živci**

Kranijalni živci se povezuju direktno s mozgom i većina njih se svrstava u periferni živčani sustav. Postoji dvanaest parova kranijalnih živaca a svaki par čine desni i lijevi živac. Kranijalni živci obično inerviraju strukture u glavi i vratu. Kranijalni živci se mogu podijeliti na senzorne, motoričke i mješovite. Sensorni živci prenose informacije kao što su dodir, pritisak, vibracije, temperatura i bol u mozak. Posebni osjetilni živci prenose signale povezane s posebnim osjetilima, uključujući miris, vid, sluh, okus ili ravnotežu. Motorički živci prenose signale u mišiće, dok mješoviti živci i aferentni i eferentni prenose i senzoričke i motoričke signale (Sturtz, 2012.).

### **4.2.1 Prednji mozak**

Prednji mozak čine međumozak i veliki mozak. Veliki mozak se sastoji od sive tvari u moždanoj kori i bijele tvari koja se nalazi ispod kore uključujući skup vlakana koja povezuje dvije polovice moždane kore. Veliki mozak je najveći dio mozga kod domaćih životinja i predstavlja područje odgovorno za funkcije kao što su učenje, zaključivanje i inteligencija. Prima i tumači senzorne informacije, pokreće živčane impulse do skeletnih mišićima i integrira neuronsku aktivnost koja je obično povezana s komunikacijom, učenjem, pamćenjem te drugim oblicima ponašanja povezanih sa sviješću (King, 1987.). Površinu mozga čine nabori koji služe za povećanje površine kore velikog mozga. Ti nabori nazivaju se vijuge koje su razdvojene dubokim fisurama i plitkim udubinama sulkusima. Najistaknutiji žlijeb je uzdužna fisura koja dijeli veliki mozak na desnu i lijevu moždanu hemisferu. Svaka hemisfera je žljebovima podijeljena na režnjeve. Različiti režnjevi moždane hemisfere obavljaju određenu funkciju. Frontalni ili čeonni režanj se nalazi na prednjoj strani svake moždane polutke, a od parijetalnog režnja odvojen je centralnim sulkusom. Parijentalni ili tjemeni režanj je smješten iznad okcipitalnog režnja, a iza frontalnog režnja i središnjeg sulkusa. On integrira osjetilne informacije iz različitih osjetila. Okcipitalni ili zatiljni režanj se nalazi ispod temporalne kosti. To je centar u kojem se procesiraju vizualne informacije. Temporalni ili sljepoočni režanj se nalazi ispod lateralne fisure na lijevoj i desnoj polutki. Obrađuje informacije vezane uz sluh, pamćenje i njih. Olfaktorni ili njušni režanj je područje u obliku luka koje se nalazi na medijalnoj površini svake polutke. Sastoji se od dijelova frontalnog, parijetalnog i temporalnog režnja. Međumozak se nalazi duboko ispod velikog mozga, a veza je između živčanog sustava i

endokrinog sustava. Unutar njega je smještena treća moždana klijetka. Podijeljen je na talamus, hipotalamus i epitalamus. Talamus je mala struktura unutar mozga koja se nalazi neposredno iznad moždanog debla između moždane kore i srednjeg mozga. Glavna funkcija talamusa je prenošenje motoričkih i senzornih signala u koru velikog mozga. Također regulira spavanje, pamćenje, kontrolu očiju te obrađuje informacije vezane uz osjetila. Jezgre talamusa obično se dijele u četiri skupine prednje, ventrolateralne, medijalne i posteriorne. Hipotalamus se nalazi ventralno od talamusa i okružuje ventralni dio treće klijetke te obuhvaća mnoge jezgre koje djeluju u autonomnim aktivnostima i ponašanju. Proteže se od optičkog hijasma, mjesta gdje optički živci prelaze na kontralateralne strane, do stražnje granice mamililarnih tijela. S ventralne strane hipotalamusa vezana je hipofiza. Neuronske veze između hipotalamusa i hipofize predstavljaju kritičnu točku integracije dvaju primarnih komunikacijskih sustava tijela, živčanog i endokrinog sustava (King, 1987.).

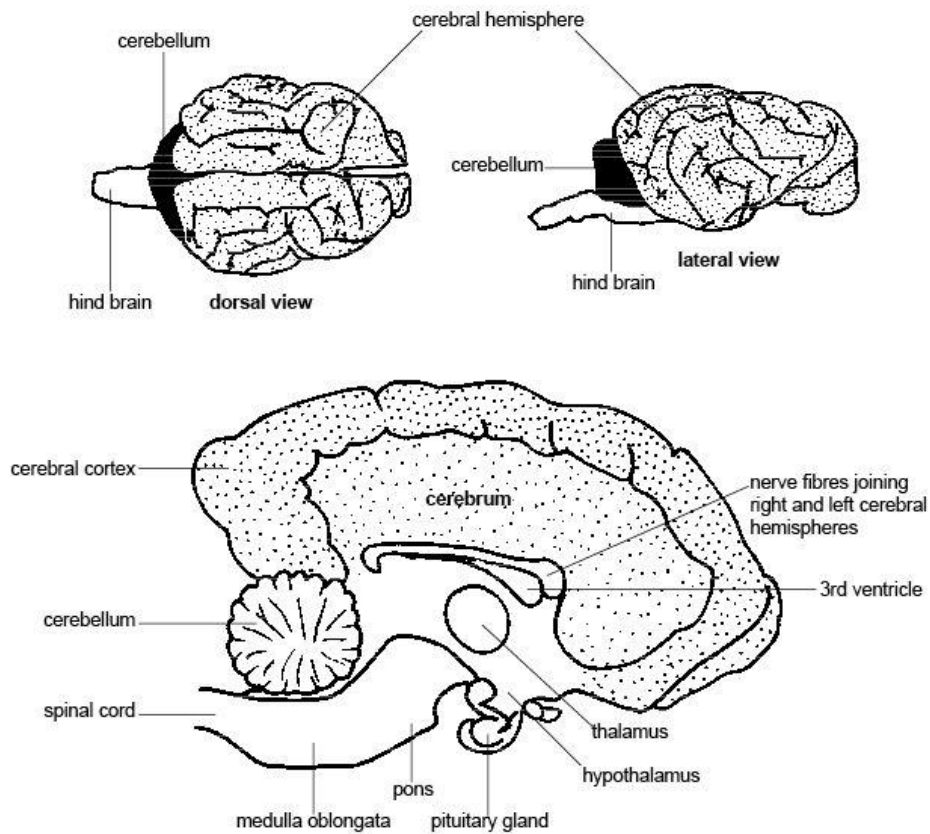
#### ***4.2.2 Mali mozak***

Mali mozak je smješten kaudalno od velikog mozga. Naborane je površine, a kora mu se sastoji od sive tvari ispod koje se nalazi bijela tvar. Mali mozak omogućuje koordinirane pokrete, ravnotežu i kompleksne reflekse. Mali mozak uspoređuje kretanje koje tijelo namjerava napraviti sa stvarnim položajem mišića i zglobova kako bi se utvrdilo dali se namjere moždane kore provode. Ako dođe do oštećenja malog mozga javlja se hipermetrija (Knierim, 2018)

#### ***4.2.3 Moždano deblo***

Moždano deblo smješteno je na posteriornom dijelu mozga i nastavlja se na kralježničku moždinu. Sastoji se od produžene moždine, mosta i srednjeg mozga. Moždano deblo vezano je s prednjim i malim mozgom, a također je mjesto gdje počinje većina kranijalnih živaca. Produžena moždina se nastavlja na leđnu moždinu te sadrži mnoge uzlazne i silazne putove, senzorne i motoričke jezgre te različite centre. Centri produžene moždine su: kardijački centri, vazomotorički centri, dva respiratorna centra, te centri zadušeni za regulaciju kašljanja, kihanja, izlučivanja slina, gutanja, povraćanja, probavne reakcije, znojenja te pokreta jezika i glave. Centri koji prusmjeravaju signale iz velikog mozga u mali mozak nalaze se u mostu. U mostu se nalaze i centri za spavanje, za sluh, okus,

pokrete očiju, centri za kontrolu mokraćnog mjehura. Srednji mozak sadrži centre slušnih i vizualnih refleksa, jezgre dvaju kranijalnih živaca i nekoliko silaznih putova (Sturtz, 2012.).

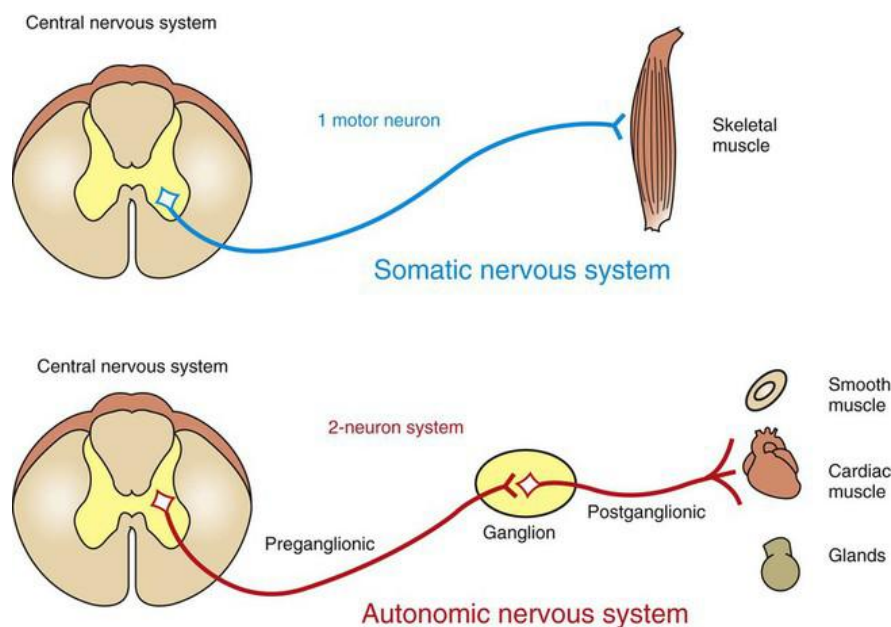


Slika 5. Dijelovi mozga

(Izvor: [https://en.wikibooks.org/wiki/Anatomy\\_and\\_Physiology\\_of\\_Animals/Nervous\\_System](https://en.wikibooks.org/wiki/Anatomy_and_Physiology_of_Animals/Nervous_System))

### 4.3 Autonomni živčani sustav

Autonomni živčani sustav je dio perifernog živčanog sustava koji je neophodan za održavanje normalne funkcije organa. To je kontrolni sustav koji djeluje uglavnom nesvjesno i regulira tjelesne funkcije kao što su brzina otkucaja srca, probava, brzina disanja, mokrenje. Autonomni živčani sustav je podijeljen na simpatički dio i parasimpatički dio. Živci simpatičkog dijela izlaze iz torakolumbalnog dijela kralježničke moždine središnjeg živčanog sustava. Nakon izlaska iz kralježničke moždine kroz ventralni korijen, preganglijska živčana vlakna ulaze u spinalni živac zajedno s motoričkim vlaknima. Nakon toga, preganglijska živčana vlakna se odvajaju od spinalnog živca kako bi ušao u simpatički lanac s druge strane kralježničke moždine. Simpatički dio je odgovoran za način na koje se tijelo nosi sa stresom. Kada se životinja nađe u situaciji borbe ili bijega, simpatički dio ubrzava otkucaje srca, povećava budnost, povećava prtok krvi u srčano i skeletno mišićje a smanjuje protok krvi u manje kritične regije. Parasimpatički živčani sustav potiče rutinske funkcije, kao što je izlučivanje probavnih enzima ili sline. Za razliku od simpatičkog živčanog sustava, parasimpatički živčani sustav usporava rad srca nakon što odgovor na borbu ili bijeg više nije potreban. Pomaže u očuvanju energije, a istovremeno smanjuje krvni tlak, otkucaje srca (Cardinali, 2017.).



Slika 6. Djelovanje autonomnog i somatskog živčanog sustava

(Izvor: <https://veteriankey.com/the-autonomic-nervous-system/>)

## **7. NAJVAŽNIJE BOLESTI ŽIVČANOG SUSTAVA**

Uzroci bolesti živčanog sustava mogu biti različiti. Od fizičkih uzroka najčešće je djelovanje sunca, hladnoće i različitih trauma središnjeg i perifernog živčanog sustava. Veliko značenje imaju i kemijski utjecaji, jer je živčano tkivo osjetljivo na različite kemijske tvari. Među kemijske utjecaje ubrajamo otrovanja mineralnim otrovima, bakterijske toksine endogenog i egzogenog porijekla. Na razvoj bolesti živčanog sustava imaju utjecaj i biološki faktori kao što su akutne i kronične infektivne i invazivne bolesti. Neke od bolesti živčanog sustava su: encefalitis, bjesnoća, goveđa spongiforma encefalopatija, meningitis, epilepsija, tješinska bolest i mnoge druge.

### **7.1 Encefalitis**

Encefalitis je virusna bolest koja uzrokuje otjecanje mozga. Ovu bolest obično prenose komarci ili drugi insekti koji se hrane krvlju. Dovodi do disfunkcije središnjeg živčanog sustava, a smrtnost joj je velika. Encefalomijelitis zapadnog Nila uzrokovan infekcijom virusa Zapadnog Nila, trenutno je najpoznatiji encefalitis ovog tipa. Ostali virusi koji uzrokuju encefalomijelitis su Istočni encefalitis kopitara, Zapadni encefalitis kopitara i Venecuelanski encefalitis. Ozbiljnost bolesti ovisi o pojedinom virusu. Infekcije s istočnim i venezuelanskim encefalitisom kopitara općenito su teške i mogu izazvati u smrt tijekom kratkog vremenskog razdoblja. Virus zapadnog Nila i zapadni encefalitis kopitara su manje ozbiljni. Sve zaražene životinje ne moraju razviti znakove bolesti. Konji mogu biti zaraženi virusom, razviti protutijela na njega i eliminirati virus bez ikakvih očitih znakova bolesti. Simptomi bolesti mogu varirati ovisno o vrsti virusa. Znakovi koji se mogu opaziti mogu uključivati oštećenje vida, lutanje, nemogućnost gutanja, nepravilan hod, slabost i paralizu, konvulzije i smrt (Rupić, 1986.).

### **7.1 Bjesnoća**

Bjesnoća je virusna bolest koja uzrokuje upalu mozga kod ljudi i drugih sisavaca. Uzrokovana je porodicom rabdovirusa, rod Lyssavirus. Virus uzrokuje jake bolove, smetenost, poremećeno mentalno stanje te simptome paralize. Nakon ulaska u tijelo, probija se do kralježničke moždine putem aferentnih živaca perifernog živčanog sustava. Nakon što virus uđe u kralježničku moždinu brzo se širi u mozak gdje se počinje replicirati unutar živčanih stanica, uništavajući ih u tom procesu. Nakon što stigne do

mozga, virus obično putuje kroz eferentne živce u žlijezde slinovnice, što često uzrokuje povećanu salivaciju ili pjenjenje na ustima. Važno je da virus to učini, jer je ova slina osnovni način prijenosa na nove domaćine. Nakon što je zahvatio žlijezde slinovnice, virus nastavlja svoj put kroz ostatak tijela. Uzročnik bjesnoće se nalazi u slini, a bolest se na ljude i ostale životinje najčešće prenosi putem ugriza. Bjesnoća se također može prenjeti ukoliko različite izlučevine zaraženih životinja dođu u kontakt sa sluznicama oka i usta, te preko rana na tijelu. Sam virus je osjetljiv na vanjsku okolinu, pa je direktan kontakt s otvorenim tkivom neophodan kako bi se razvila bolest. Prema načinu prijenosa razlikujemo tri tipa bjesnoće. Jedna od njih je urbana bjesnoća u kojima su zaraženi psi glavni prijenosnici bolesti. Ovaj tip je najčešći tip bjesnoće u svijetu, a prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji 98% svih slučajeva kod ljudi uzrokovano je ugrizom psa. Zatim imamo silvatičnu bjesnoću koju najčešće prenose zaražene lisice, medvjedi, vukovi i druge šumske životinje. Treći tip je bjesnoća koju prenose šišmiši, a sve više se govori i o bjesnoći koju prenose ptice. Dužina inkubacije kod bjesnoće traje od dva do osam tjedana, a ovisi o mjestu ulaska, stanju imuniteta zaražene osobe te količini virusa. Klinička bjesnoća ima tri faze. Prva faza se naziva prodromalni period i traje od dva do deset dana. U ovom periodu se pojavljuju blagi i nespecifični simptomi. Javlja se opća slabost, povišena tjelesna temperatura, otežano gutanje te ekscitativno lučenje sline. Zatim slijedi ekscitacijska faza u kojoj je slinjenje očitije. Dolazi do povećanja agresivnosti prema drugim životinjama i ljudima. Zadnja faza je paralitička faza u kojoj dolazi do oduzetosti mišića, životinja nepomično leži i naposljetku ugiba (Čač, 2012.). Mikroskopska analiza uzoraka je jedina izravna metoda koja omogućuje identifikaciju antigena specifičnog za virus bjesnoće u kratkom vremenu i uz smanjene troškove, bez obzira na geografsko područje ili status domaćina. Dijagnoza se može pouzdano napraviti i iz uzoraka mozga uzetih nakon smrti ili iz uzoraka sline, urina i cerebrospinalne tekućine. Lijek za bjesnoću nema, ali postoje metode prevencije kako se sama bolest ne bi širila. Najbolja metoda prevencije bjesnoće je cijepljenje svih pasa, a preporuča se i cijepljenje svih ostalih domaćih životinja. U Republici Hrvatskoj prisutan je oblik silvatične bjesnoće koju su najčešće prenosile zaražene lisice i ostale šumske životinje. Odredbom Europske unije 2011. godine započeta je oralna vakcinacija lisica, što je rezultiralo smanjenjem broja slučajeva bjesnoće. Posljednji slučaj bjesnoće u Republici Hrvatskoj zabilježen je 2014. godine (Dorić, 2019).

### 7.3 Goveđa spongiformna encefalopatija

Goveđa spongiformna encefalopatija je kronična neurodegenerativna bolest goveda koja uništava mozak i kralježničku moždinu. Bolest se prvi puta pojavila 1980-ih u Velikoj Britaniji, a vrhunac je dosegla 1993. godine. Sumnjalo se da je uzrok ove bolesti abnormalni prion koji se prenosio u proizvodima od mesa i koštanog brašna, koja su služila kao hrana govedima. Vlada je zabranila hranjenje goveda tim proizvodima ali se bolest već proširila, a 1993. godine zabilježeno je gotovo tisuću slučajeva zaraženih goveda tjedno. Broj se dramatično smanjio od tada, a trenutno se u Velikoj Britaniji svake godine identificira samo oko desetak zaraženih goveda. Prijenos goveđe spongiformne encefalopatije na ljude zabilježen je 1996. godine u Velikoj Britaniji. Uzrok tomu je bila konzumacija zaraženog mesa goveda (Hrvatska agencija za hranu, 2017). Goveđa spongiformna encefalopatija je vrsta transmisivne spongiformne encefalopatije koje pripadaju neurodegenerativnim bolestima uzrokovane prionima. Prioni su infektivni proteini koji se repliciraju konverzijom proteina u kopije priona. Bolest se pojavljuje u odraslih životinja oba spola, a karakteristične su promjene mozga u kojima tkivo on počinje nalikovati na spužvu. Prioni se repliciraju uzrokujući da drugi normalno preklopljeni proteini istog tipa preuzmu pogrešno oblikovan oblik, koji se zatim ponašaju isto, što dovodi do eksponencijalne lančane reakcije. Znakovi bolesti se ne vide odmah, zbog ekstremno dugog perioda inkubacije bolesti. Uočeno je da neke goveda imaju čudan hod, promjene u ponašanju, drhtavicu. Ataksija utječe na hod životinje i nastaje kada se izgubi kontrola mišića. To dovodi do slabe ravnoteže i koordinacije. Promjene u ponašanju mogu uključivati agresivnost, tjeskobu koja se odnosi na određene situacije, nervozu, mahnitost ili kompletnu promjenu temperamenta. Neki rijetki, ali prethodno uočeni znakovi također uključuju trljanje ili lizanje. Osim toga, primijećeni su i nespecifični znakovi koji uključuju gubitak težine, smanjenu proizvodnju mlijeka, hromost, infekcije uha i brušenje zuba zbog boli. Neke životinje mogu pokazivati kombinaciju ovih znakova. Jednom kada se pojave klinički znakovi, oni se obično pogoršavaju tijekom sljedećih tjedana i mjeseci, što na kraju dovodi do opuštenosti, kome i smrti. Goveđa spongiformna encefalopatija se širi hranom koja je zaražena prionima, koji su otporni na većinu dezinfekcijskih sredstava, smrzavanje i povišenu temperaturu te se ne mogu uništiti u procesima toplinske obrade. Bolest je trenutno moguće dijagnosticirati jedino postmortalnom pretragom. Za goveđu spongiformnu encefalopatiju ne postoji lijek niti cjepivo. Zabrana hranjenja goveda koštanim brašna dovela je do značajnog smanjenja u



zemljama u kojima je bolest prisutna, a u zemljama slobodnim od bolesti vrši se kontrola uvoza. Od 2000. godine u Europskoj uniji se provodi testiranje svih goveda prilikom klanja, a sukladno programu praćenja i dijagnostike animalnih spongiformnih encefalopatija, isti postupak obavlja se i u RH od 2001. godine putem Laboratorija za praćenje i dijagnostiku animalnih spongiformnih encefalopatija Hrvatskog veterinarskog instituta. Bolest kravljeg ludila, prema Zakonu o veterinarstvu, uvrštena je u popis zaraznih bolesti čije je sprječavanje i suzbijanje od interesa za Republiku Hrvatsku ( Hrvatska agencija za hranu, 2006.).

#### **7.4 Meningitis**

Meningitis je zoonoza koja dovodi do upala ovojnice mozga. Glavni uzročnik je *Escherichia coli*, a mogu biti i neki drugi bakterijski i virusni uzročnici. Meningitis također može biti uzrokovan izlaganjem određenim toksinima i lijekovima, te može biti imunološki posredovan. Najugroženije su novorođene životinje koje još nemaju stvoreni dovoljno jak imunitet. Zaražene životinje imaju različite simptome ovisno o stupnju infekcije. Mlade životinje prestaju rasti, imaju povišenu tjelesnu temperaturu, postaju depresivne a kasniji simptomi su ukočenost vrata, sljepoća, hipertenzija a ponekad i koma. U ranijoj fazi bolesti tretman antibioticima, antiinflamatornim lijekovima i vitaminom B dati će najbolje šanse za oporavak, a ukoliko je bolest uznapredovala liječenje često nije moguće. Prevencija ove bolesti vrši se boljom brigom mladih životinja koje još nisu stekle imunitet, a također je važno održavanje higijene prostora u kojem životinja obitava (Rupić, 1986.).



Slika 7. Tele zaraženo uzročnikom meningitisa

(Izvor: <https://www.farmersjournal.ie/archive-meningitis-in-cattle-167401>)

#### **7.4 Epilepsija kao posljedica infekcije živčanog sustava**

Epilepsija je grupa neuroloških poremećaja koji se manifestiraju pojavom neuroloških ispada. Razlog tomu je prekomjerna nalet električne aktivnost u mozgu. Neurološki ispadi započinju naglo i mogu trajati kraće ili dulje razdoblje. Ova bolest je najčešća neurološka bolest kod pasa. Neke pasmine mogu biti sklonije epilepsiji od drugih a to su njemački ovčari, jazavčari i pasmina Bigl. Najčešći znakovi da životinja boluje od epilepsije su višestruki nenamjerno izazvani neurološki ispadi u kraćem vremenskom razdoblju. Tri su tipa epileptičkih ispada: fokalni, generalizirani ispadi i fokalni ispadi koji prelaze u generalizirane. Tipovi ispada ovise o tome gdje se u mozgu pojavila prekomjerna električna aktivnost. Fokalni ispadi obuhvaćaju samo jednu polovicu mozga u određenoj regiji, a mogu se pojaviti kao nekontrolirano trzanje lica, tremor glave ili ponavljanje mišićnih kontrakcija jednog dijela tijela. Također se može primijetiti nervoza i tjeskoba kod životinja. Generalizirani ispadi se događaju unutar obje strane mozga, a mogu se pojaviti sami ili sa fokalnim ispadima. U većini slučajeva generaliziranih ispada pas gubi svijest, a još se mogu pojaviti i salivacija, mokrenje i defekacija. Najčešći tip ispada kod pasa je kada fokalni ispadi počnu prelaziti u generalizirane ispade. Fokalni ispad je često vrlo kratak a sekundarna generalizacija slijedi brzo. Teško ga je otkriti zbog njegove kratke

prirode. Mnogi antiepileptici se koriste za liječenje epilepsije pasa, ali ona ne može u potpunosti biti izliječena (Kiriakopoulos, 2019.).

## **7.5 Tješinska bolest**

Tješinska bolest je bolest koja utječe na središnji živčani sustav. Uzrokuje ju svinjski enterovirus serotipa 1 koji može biti vrlo virulentan i blago virulentan. Virus je vrlo otporan prema okolini i nepovoljnim uvjetima. Izvori bolesti su divlje svinje i one koje su preboljele bolest, te zagađeni predmeti ili meso (Rupić, 1986.). U uzgoju svinja na farmi bolest se širi kada zaražene jedinke borave sa zdravima. Ljudi je također mogu prenjeti putem kontaminirane odjeće, obuće i priborima za rad. Tješinska bolest se nadalje širi mesom zaklanih životinja koje su zaražene, njihovim lešinama ili dijelovima tijela. Simptomi kod većine svinja je nemogućnost korištenja stražnjih nogu što može dovesti do potpune paralize. Bolest je izravno analogna humanom poliomijelitisu koji je uzrokovan s tri serotipa humanog enterovirusa. Tješinski virus ne može zaraziti ljude ili druge vrste životinja, a ljudski poliovirusi ne mogu zaraziti svinje. Oboljele svinje razvijaju uzlaznu paralizaciju mišića koja može napredovati do potpune paralize stražnjeg kraja. Dolazi do infekcije motoričkih živaca, a ne osjetilnih živaca. Kod tješinske bolesti najvažnije ju je brzo i pravodobno dijagnosticirati. Nakon toga neškodljivo se uklanjaju sve bolesne i na bolest sumnjive svinje, a zatim se provodi temeljita završna dezinfekcija, i to vrućom 2-3 % kaustičnom sodom, klornim sredstvima (npr. 3-5 % klornim vapnom) ili 2 % formalinom. Radi zaštite može se na ugroženu području jednom godišnje izvršiti i cijepljenje svinja, koje treba ponoviti iduće godine. Cijepljenjem se bolest ne može potpuno spriječiti, ali se smanjuje broj uginulih i općenito se smanjuju ekonomske štete (Rupić, 1986.).

## 8. ZAKLJUČAK

Živčani sustav je jedan od kompliciranijih sustava u tijelu životinje. Komunikacijska je mreža koja prenosi senzorne informacije putem impulsa u sve dijelove tijela. Živčani sustav je izgrađen neurona i glija stanica. Neuroni su stanice koje je moguće stimulirati te obrađuju i vrše prijenos informacija. Glija stanice su poznate kao potporne stanice živčanog sustava i imaju četiri osnovne funkcije. Funkcije glija stanica su: okružiti neurone i držati ih na mjestu, opskrbljivati neurone hranjivim tvarima i kisikom, izolirati jedan neuron od drugog, te uništiti i ukloniti mrtve neurone. Glavna podjela živčanog sustava je na središnji i periferni živčani sustav. Središnjem živčanom sustavu pripadaju mozak i kralježnička moždina dok perifernom živčanom sustavu pripadaju živci i gangliji. Središnji živčani sustav ima veliku ulogu u pamćenju, motorici, pomicanju određenih dijelova tijela, komunikaciji dok periferni živčani sustav služi kao poveznica središnjeg živčanog sustava s ostatkom tijela. Živčani sustav je još podijeljen i na autonomni živčani sustav koji služi za održavanje normalne funkcije organa. Podijeljen je na simpatički i parasimpatički dio. Simpatički dio ima glavnu ulogu u tome kako će se tijelo nositi sa stresom „Borba ili bijeg“, dok parasimpatički ima opuštajući efekt. Živčani sustav je izrazito osjetljiv te može biti oštećen na različite načine kako traumom tako i virusnim ili bakterijskim infekcijama. Moguće su pojave bolesti koje se lako mogu prenijeti na ljude, a takve bolesti nazivamo zoonozama.

## 9. LITERATURA

1. Akers, R., Denbow, D. (2008.): *Anatomy and physiology of domestic animals*. Wiley-Blackwell, USA. 684.
2. Cardinali D. (2019.): *Autonomic Nervous System: Basic and Clinical Aspects*. Springer, Njemačka. 385.
3. Colville, T. (2001.): *Clinical Anatomy and Physiology for Veterinary Technicians*. Mosby, USA. 656.
4. Čačić, Ž. (2012.): Bjesnoća. <http://veterina.com.hr/?p=47290> (Datum pristupa: 2.7.2019.)
5. Dorić, A. (2019.): Bjesnoća- bolest od koje svaki dan u Svijetu umire 150 ljudi. <http://veterina.com.hr/?p=2914#-1180> (Datum pristupa: 3.7.2019.)
6. Frandson, R. (1965.): *Anatomy and physiology of farm animals*. Wiley-Blackwell, USA. 520.
7. Hove, K., Sand, O. (2003.): *Physiology of Domestic Animals*. Scandinavian Academic, Lund. 770.
8. HAH ( Hrvatska agencija za hranu ) (2006.): Goveda spongiformna encefalopatija. [https://www.hah.hr/arhiva/arhiva\\_vijesti.php?id=189](https://www.hah.hr/arhiva/arhiva_vijesti.php?id=189) ( Datum pristupa: 2.7.2019.)
9. Knierim, J. (2018.): McGovern Medical School at UTHealth: Department of Neurobiology and Anatomy. <https://nba.uth.tmc.edu/neuroscience/m/s3/chapter05.html> (Datum pristupa: 25. 6. 2019.)
10. Reece, W. (2005.): *Functional Anatomy and Physiology of Domestic Animals*. Wiley-Blackwell, USA. 592.
11. Rupičić, V. (1986.): *Veterina u kući*. Logos, Split, 111.
12. Shepherd, G. (2003.): *The Synaptic Organization of the Brain*. Oxford University Press, Ujedinjeno Kraljevstvo. 736.
13. Sturtz, R., Asprea, I. (2012.): *Anatomy and Physiology for Veterinary Technicians and Nurses: A Clinical Approach*. Wiley-Blackwell, USA. 164.
14. Verkhratsky, A., Butt, A. (2013.): *Glial Physiology and Pathophysiology*. Wiley-Blackwell, USA. 560.