



Универзитет у Крагујевцу
Факултет медицинских наука
Интегрисане академске студије фармације
Катедра за Хистологију и ембриологију

МИШИЋНО И НЕРВНО ТКИВО, НЕРВНИ СИСТЕМ

једанаеста недеља наставе

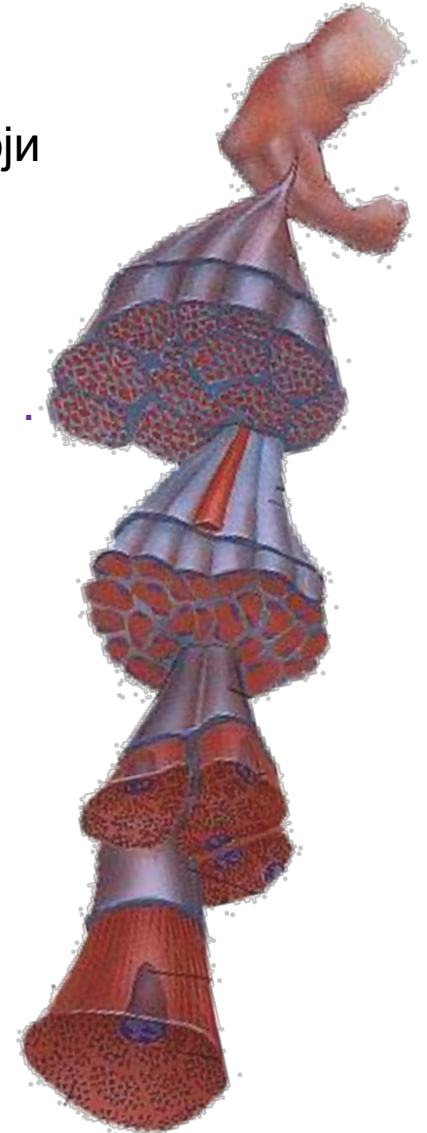
МИШИЋНО ТКИВО

Мишићно ткиво

- Мишићно ткиво изграђено је од ћелија које могу у значајној мери да се издужују и скраћују (**контрахују**).
- Променом дужине, мишићне ћелије омогућавају кретање тела и мењање облика и величине унутрашњих органа.
- Мишићне ћелије другачије се зову **миоцити**, њихова цитоплазма зове се **саркоплазма**, ћелијска мембрана – **сарколема**, а ендоплазмични ретикулум – **саркоплазмични ретикулум**.
- **Мишићни снопови** се формирају удруживањем миоцита, а већи број снопова гради **мишић**.

Мишићно ткиво

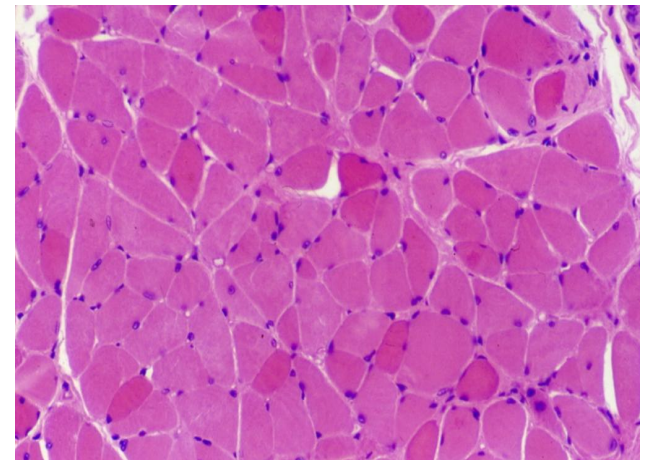
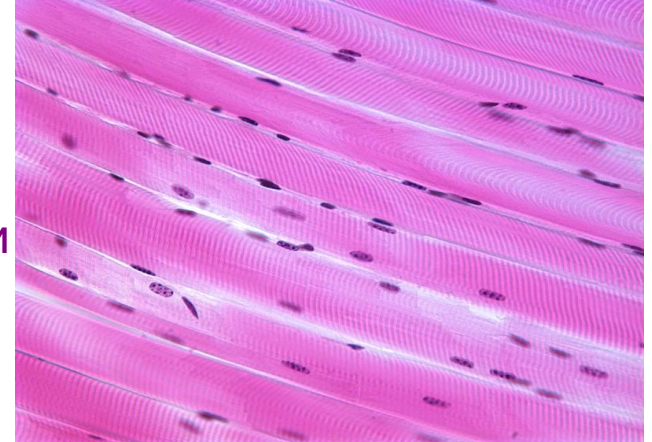
- Сваку мишићну ћелију, сноп или мишић окружује **слој растреситог везива**. Узани омотач од везивног ткива који обавија појединачне мишићне ћелије зове се **ендомизијум**.



**Попречнопругасто
(скелетно)
мишићно ткиво**

Попречнопругаста мишићна ћелија

- Скелетни миоцити су релативно танке и веома дугачке ћелије које се због цилиндричног облика често зову **мишићна влакна**. Свака ћелија садржи **већи број** (понекад и преко 100) издужених **једара**, смештених **непосредно испод сарколеме**.
- У **саркоплазми** скелетне мишићне ћелије налазе се ћелијске **органеле**, али највећи део мишићне ћелије заузимају протеински комплекси кончастог облика названи **миофибрили** који су изграђени од **миофиламената** који се деле на танке (**актинске**) и дебеле (**миозинске**) филаменте.



Попречнопругаста мишићна ћелија

- Уобичајено је да се миофиламенти називају **контрактилним филаментима** зато што омогућавају контракцију мишићне ћелије.

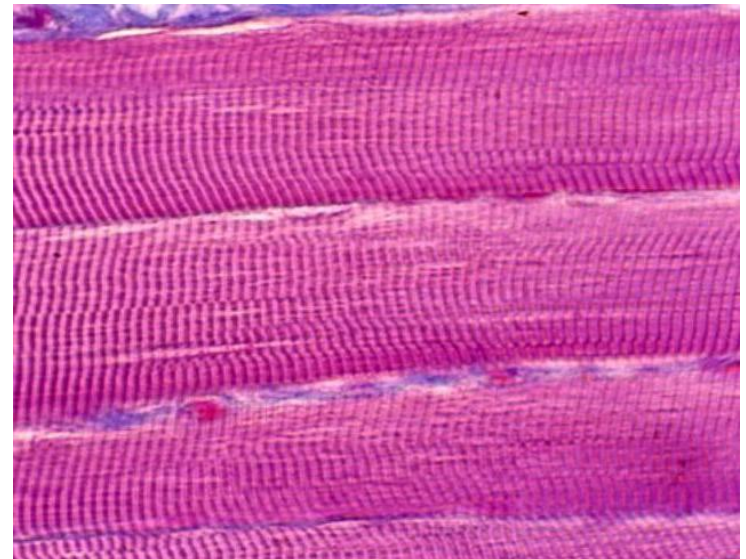
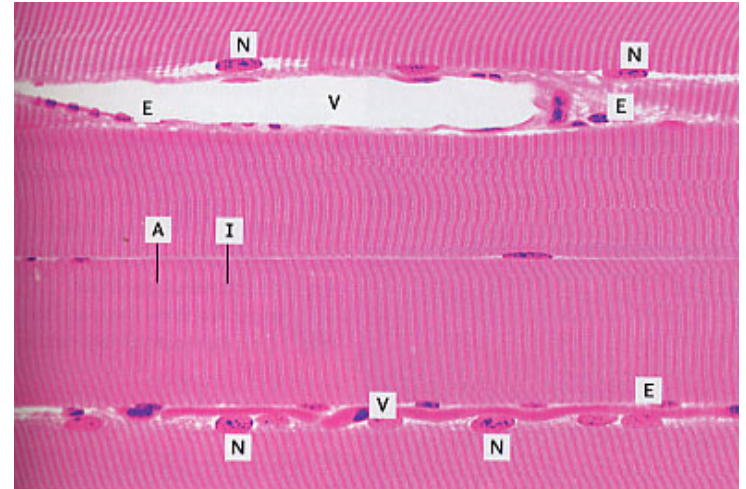
Међутим, они током процеса контракције **не мењају своју дужину** (не контракују се) већ клизе једни преко других.

- Танки и дебели филаменти су правилно распоређени у простору.

Зато се на већим увећањима светлосног микроскопа на дужном пресеку скелетне мускулатуре запажа **попречна испруганост**.

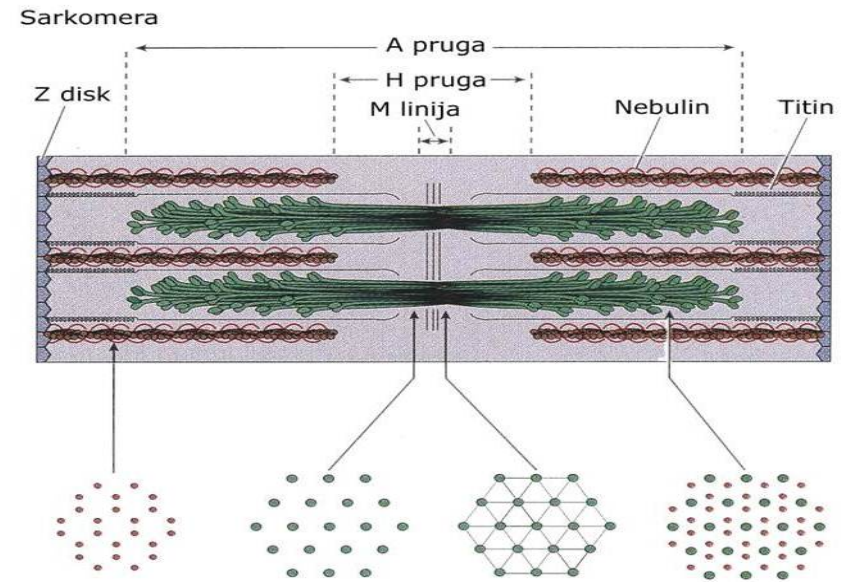
Попречнопругаста мишићна ћелија

- Део мишићне ћелије који садржи **искључиво танке филаменте** боље пропушта светлост и на микроскопу се региструје као **светла, изотропна** или **I-пруга**.
- Део ћелије који садржи **дебеле филаменте** слабије пропушта светлост и тамније је боје, што се означава као **тамна, анизотропна** или **A-пруга**.



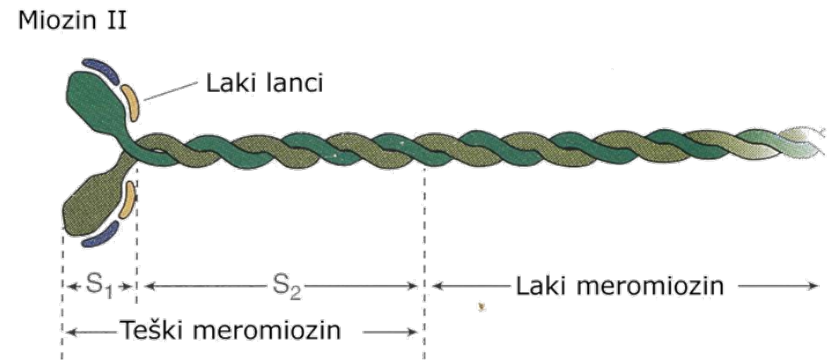
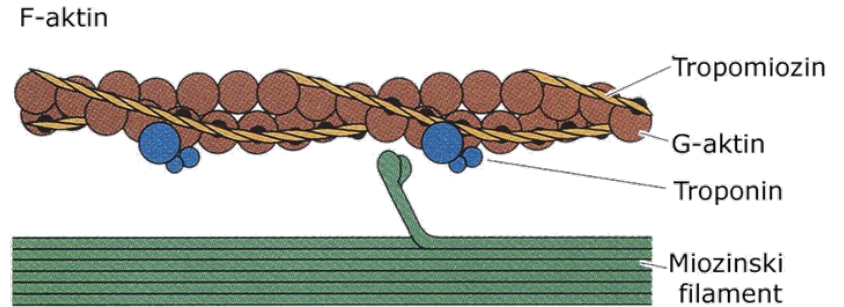
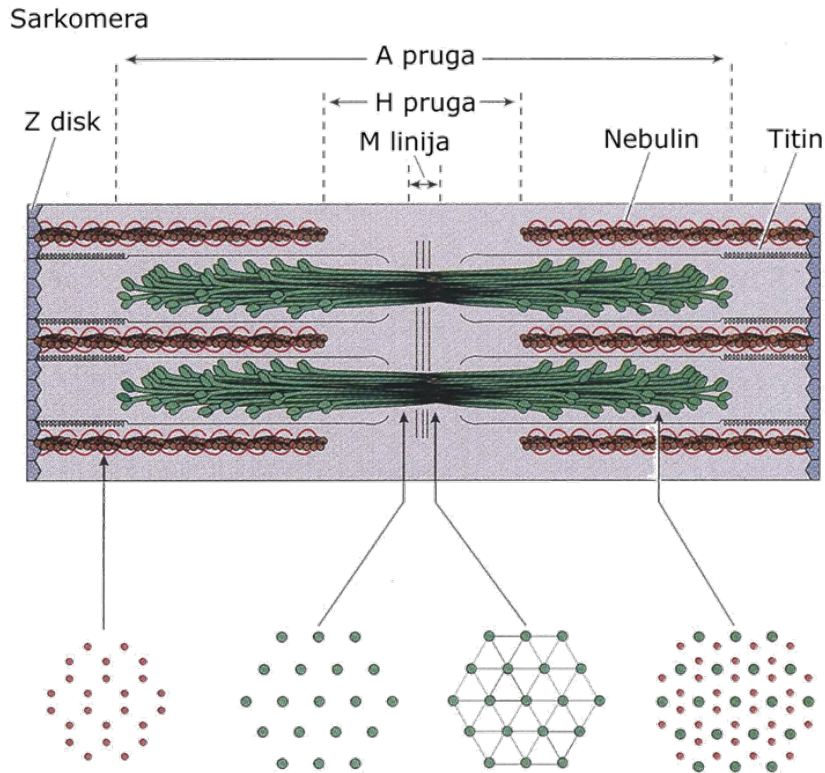
Попречнопругаста мишићна ћелија

- Светле и тамне пруге смењују се наизменично у правилним интервалима.
- Средином светле I пруге пружа се танка тамна **Z-линија**.
- На нивоу Z-линије концентрисани су протеини за које се причвршћују **танки филаменти**.



- , H- H- (“ ”)
- , - (Z-)
- (-).

Саркомера



- Сегмент миофибрила који се налази између две Z-линије назива се **саркомера**.
- Саркомера представља основну контрактилну јединицу скелетног мишића.

Танки филаменти

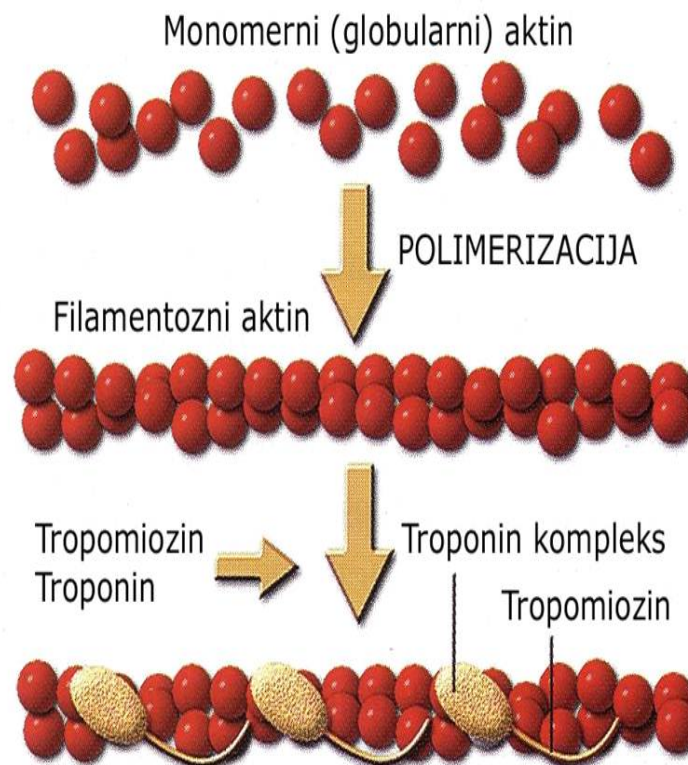
- **Танки филаменти** су у највећој мери изграђени од протеина актина због чега се зову још и **актински филаменти**.
- Поред актина, у њихов састав улазе још два протеина: **тропонин** и **тропомиозин**.
- **Актин** је лоптасти протеински мономер склон полимеризацији.
- Актински филаменти састоје се из **два спирално увијена ланца** F-актина.
- Сваки од два ланца F-актина састоји се од полимеризованих глобуларних мономера G-актина.
- Сваки мономер G-актина на себи садржи активно место везивање главица миозинских филамената током мишићне контракције.

Танки филаменти

- **Тропонин** је протеински комплекс изграђен од три лоптасте подјединице означене словима Т, С и I.

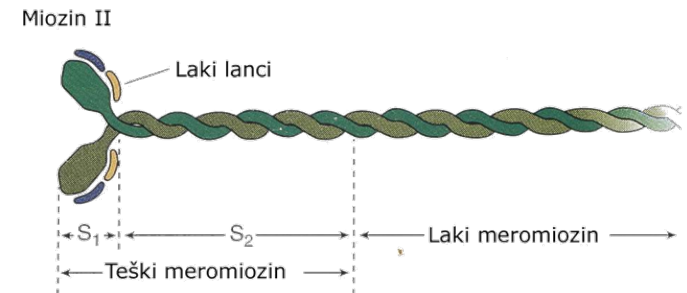
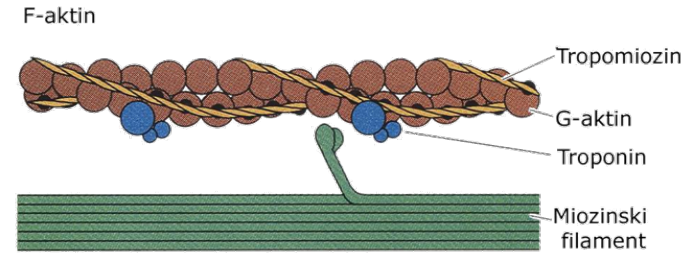
Тропонин Т је чврсто везан за тропомиозин, док се за тропонин С везују јони калцијума (Ca^{2+}). Тропонин I инхибира интеракцију актина и миозина.

- **Тропомиозин** је дуг и танак протеински молекул састављен од два полипептидна ланца, спирално увијена један око другог. **Када је мишић релаксиран** тропомиозин прекрива активна места на G-актину, што онемогућава везивање миозинских главица. **Током контракције** се завлачи у жлеб између два актинска ланца ослобађајући активна места.



Дебели филаменти

- **Дебели филаменти** изграђени су од молекула миозина због чега се зову још и **миозински филаменти**.
- Један миозински филамент садржи 200-350 молекула миозина који по изгледу подсећају на **палицу за голф**.
- Највећи део миозинског молекула чини **реп** облика штапа за који је зглобљена **главица** облика лопте.
- **Миозинске главице** имају спиралан распоред тако да један навојак спирале образује **шест главица**.
- **Сваки миозински филамент** окружен је са **шест актинских филамената**.



- Током мишићне контракције главице једног миозинског филамента „хватају“ се за активна места на шест суседних актинских филамената.

Органеле у саставу скелетних МИОЦИТА

- Од органела у саркоплазми се истичу **митохондрије** (извор енергије за мишићне контракције) и **саркоплазмин ретикулум** (депо јона калцијума).
- **Саркоплазмин ретикулум** састоји се из разгранате мреже цевчица које се на граници **између тамне и светле пруге** проширују и око миофибрила граде канале облика прстена назване **завршне** или **терминалне цистерне**.
- Између **две терминалне цистерне** увлаче се **уврати сарколеме** названи **трансверзални** или **Т-тубули**.
- Један Т-тубул и две суседне терминалне цистерне чине **тријаду** скелетног мишића.
- Преко трансверзалних тубула шири се надражај (талас деполяризације) са површине у унутрашњост мишићне ћелије.

Типови скелетних мишићних влакана

- **Тип I**

- споре, дуготрајне контракције
- висок ниво миоглобина
- бројне митохондрије
- аеробни метаболизам
- тешко се замара
- боља прокрвљеност
- пример:
 - мишићи леђа

- **Тип II**

- брзе, краткотрајне контракције
- низак ниво миоглобина
- мање митохондрија
- анаеробни метаболизам
- лако се замара
- пример:
 - фацијални мишићи
 - грудни мишићи ("бело месо")

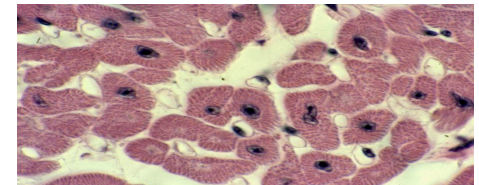
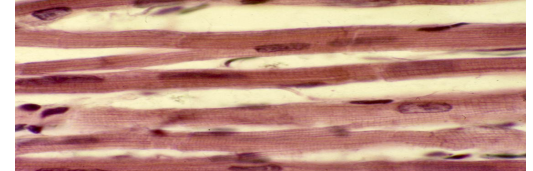
Инервација скелетног мишића

- Скелетни мишић инервисан је **моторним** и **сензорним** нервним влакнима.
- **Моторна инервација** скелетног мишића врши се преко неурона чија се тела налазе у кичменој мождини.
- У перимизијуму нервна влакна мотонеурона гранају се на већи број гранчица од којих се свака завршава на мишићној ћелији у **неуромишићној синапси** – која се назива **моторна плоча**.
- Један моторни неурон и све мишићне ћелије инервисане њиме скупа чине **моторну јединицу**.
-
-
-

Срчано мишићно ткиво

Срчано мишићно ткиво

- Срчано мишићно ткиво налази се у **миокарду**.
- Чине га срчане мишићне ћелије - **кардиомиоцити**.
- Кардиомиоцити су краће и тање ћелије од скелетних миоцита.
- У саркоплазми садрже **миофибриле** чији специфични распоред узрокује попречну испруганост (види се на дужном пресеку ћелије, слабије изражена него код скелетних миоцита).
- Садрже **једно** или **два централно постављена једра**.
- Кардиомиоцити су **цитоплазматским мостовима** (безједарне спојнице) и **дискус интеркалатусима** повезани у сложену тродимензионалну мрежу.
- Оваква специфична повезаност кардиомиоцита омогућава постепено ширење таласа деполяризације од базе ка врху срца, односно омогућава одвијање срчаног циклуса.



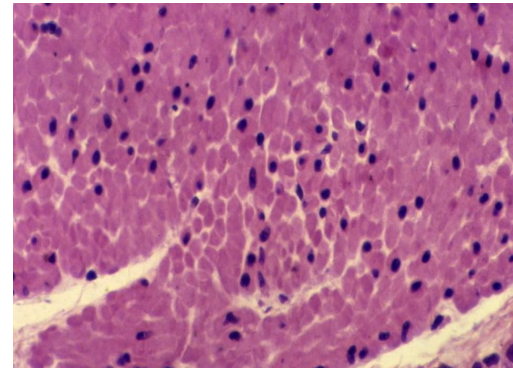
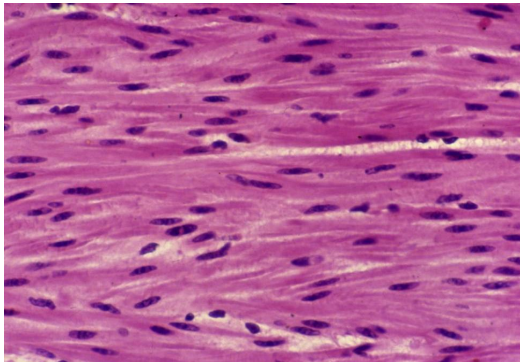
Срчано мишићно ткиво

- **Discus intercalatus** представља специфичан спој који се среће само код кардиомиоцита. Састоји се од адхерентних фасција, дезмозома и нексуса.
- **Дезмозоми** и **адхерентне фасције** обезбеђују механички спој између суседних ћелија.
- **Нексус** је комуникатни спој који електрохемијски “куплује” суседне ћелије и омогућава синхронизоване контракције срчаног мишића.

Глатко мишићно ткиво

Глатко мишићно ткиво

- Глатко мишићно ткиво учествује у грађи унутрашњих органа.
- Присутно је у зиду дигестивног, респираторног и урогениталног тракта, крвним судовима, изводним каналима егзокриних жлезда, чаури појединих органа итд.
- Контрахује се без утицаја воље при чему су контракције слабијег интензитета, али могу трајати знатно дуже у поређењу са скелетном мускулатуром.
- За разлику од скелетних и срчаних миоцита, глатки миоцити имају способност делимичне контракције.



Глатко мишићно ткиво

- Ћелије глатке мускулатуре су **вретенастог облика**, међусобно спојене **нексусима**, а окружене **оскудним ендомизијумом**. Унутар снопа глатки миоцити се ређају тако да шири део једне ћелије належа на уже делове суседних ћелија. Свака ћелија садржи **једно централно постављено једро**.
- Перинуклеарно су локализоване добро развијене синтетске органеле.

•

().

•

12

.

•

.

•

,

—

.

,

.

Глатко мишићно ткиво

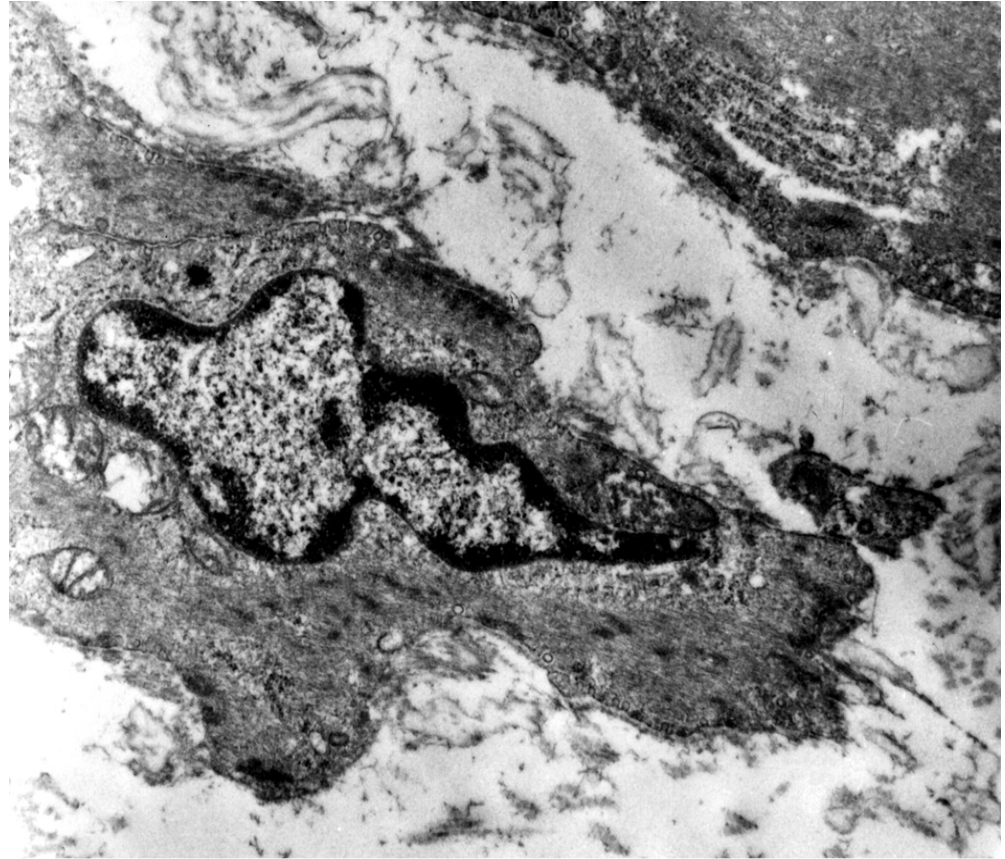
- Танки филаменти у глатком миоциту грађени су од **актина** и **тропомиозина**, а **дебели** од молекула **миозина**.
- **Одсуство тропонина** у танким филаментима одражава се на механизам контракције који је код глатких миоцита другачији у односу на скелетне и срчане миоците. Контракцију иницирају јони Ca^{++} који доспевају у цитосол из екстрацелуларне средине, ендоцитозних везикула и у мањој мери из саркоплазматског ретикулума.
- Калцијум везује за протеин **калмодулин**. Комплекс **Ca^{2+} -калмодулин** доводи до фосфорилације миозинских главица и до њиховог везивања за актинске филаменте, што је почетна фаза у контракцији глатке мишићне ћелије.
- Што се тиче инервације, глатку мускулатуру инервишу влакна аутономног нервног система.

Миоепителне ћелије

- Контракtilне ћелије **ектодермалног порекла**.
- Налазе се **око секретних делова** пљувачних, сузних, знојних и млечних жлезда.
- Садрже хетерохроматичан нуклеус, светлу цитоплазму са осредње развијеним органелама и добро израженим цитоскелетом.
- По неким карактеристикама сличне су епителним, по другим, глатким мишићним ћелијама.
- Као епителне ћелије: **кератински филаменти**; адхерентни спојеви (**дезмозоми**).
- Као глатке мишићне ћелије: **актин**, **миозин**, **дезмин** и **густа тела** у цитоплазми.
- Контракција се одвија под утицајем АНС, код ацинуса дојке и под дејством окситоцина.

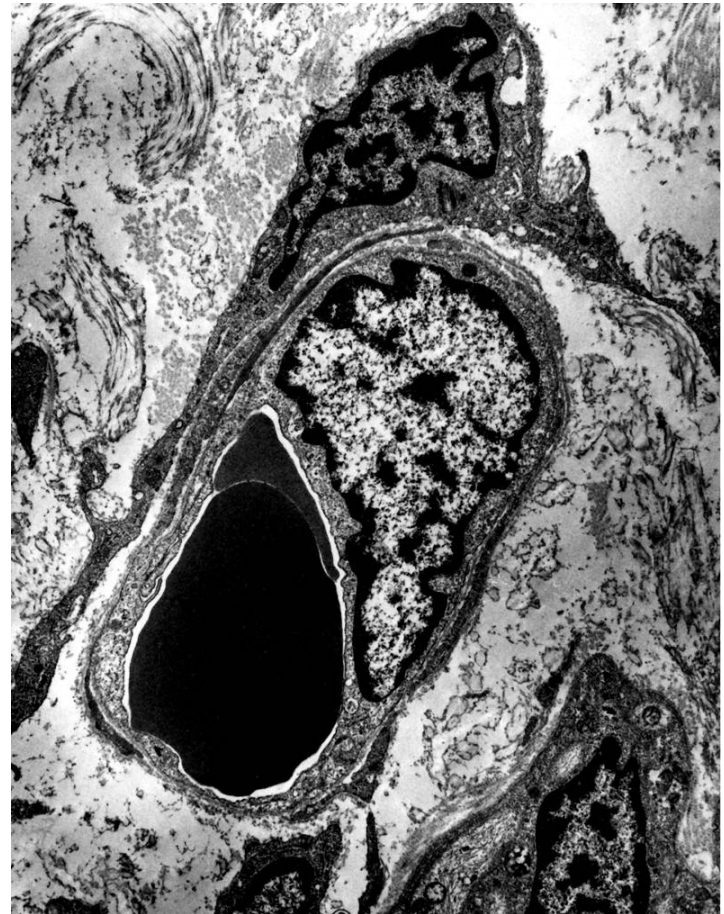
Миофибробласти

- Синтетски активни попут фибробласта, поседују контрактилна својства попут глатких мишићних ћелија.
- Разликују се од фибробласта по присуству актина, дезмина и густих тела.
- У одређеним условима фибробласти могу да се диферентују у миофибробласте.



Перицити

- Налазе се у зиду капилара и посткапиларних венула.
- Продужецима обухватају васкуларни зид.
- Са ендотелним ћелијама су повезани нексусима.
- Поседују хетерохроматично једро, слабије развијене органеле, актин, миозин и тропомиозин у цитоплазми.
- Имају способност фагоцитозе.
- Настају од мезенхима.
- Могу да се диферентују у ендотелне ћелије, глатке мишићне ћелије адипоците или макрофаге.



ПЕРВНО ТКИВО

Основна структура

Нервно ткиво је целуларно ткиво које граде два основна типа **ВИСОКО** диференцираних ћелија:

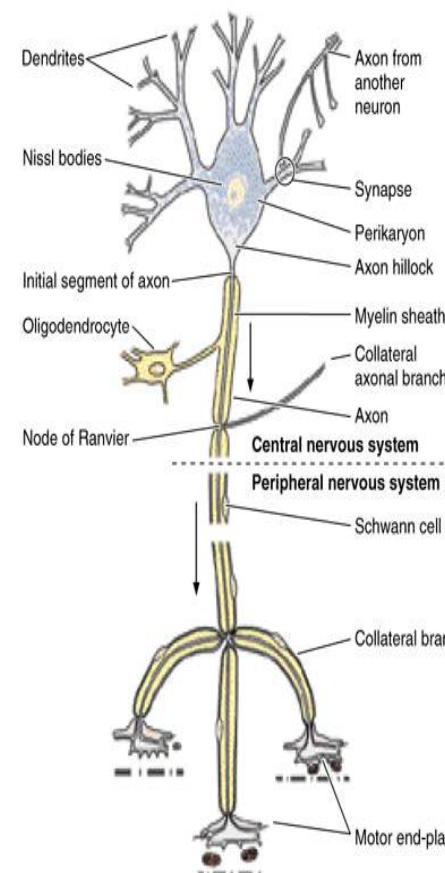
- **неурони** ()
- **неуроглија** (потпорне ћелије са бројним функцијама)

Неурон је основна функционална јединица нервног ткива.

Поседује тело (сوما, перикарион) и два типа продужетака:

- дендрити (целулипетални продужеци)
- аксон (целулифугалан продужетак)

Сوما представља трофички и интегративни центар.



Перикарион - ултраструктура

У телу неурона смештени су **једро**,

- **органеле** и **инклузије**. Неурони садрже велики, **еухроматични нуклеус** са проминетним **нуклеолусом**.

У цитоплазми се налазе накупине паралелно распоређених цистерни **ГрЕР** и слободних

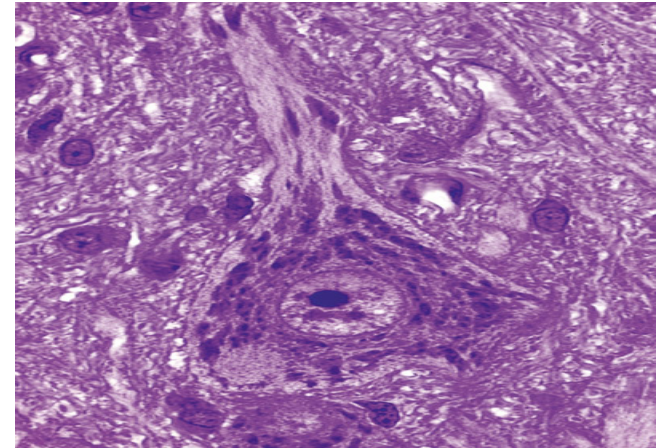
- рибозома - **Нислова супстанца** или **тигроид**, која је заступљена је у свим деловима перикариона **осим у пределу Дајтерсове купе** (почетак аксона).

У перикариону се налазе и:

- добро развијен Голџи апарат
- бројне митохондрије
- лизозоми
- пигменти липофусцин и меланин

Од елемената цитоскелета, присутни су:

- Микрофиламенти – Неурофиламенти – Микротубули



Дендрити и аксони

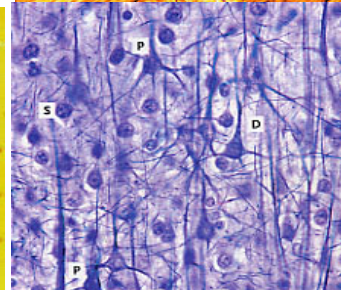
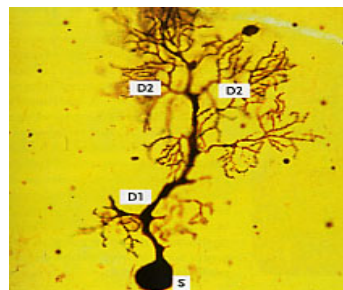
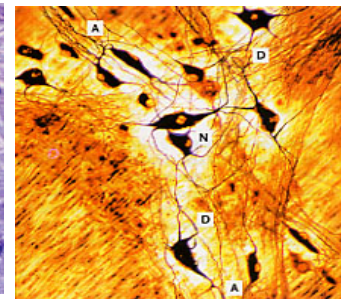
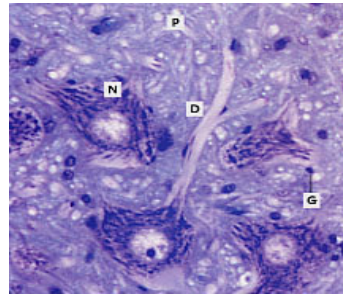
- **Дендрити** су кратки, немијелинизовани продужеци који се гранају у близини перикариона. Преко дендрита неурон прима стимулусе. Број дендрита и њихов степен гранања одређени су типом неурона. Дендрити су најшири при својој бази на перикариону, а сваким гранањем се постепено сужавају. Посути су дендритским бодљама (спинама). У цитоплазми су присутне све органеле као и у перикариону.
- **Аксон** је најдужи продужетак неурона (и до 1м дужине). Почетак аксона у перикариону представља Дајтерсова купа (не садржи Нислову супстанцу ни Голџи апарат). Има уједначену дебљину целом дужином. Цитоплазма аксона назива се **аксоплазма**, а плазмалема **аксолема**. У аксоплазми се налазе митохондрије, микротубули, микрофиламенти и ретки тубули глЕР-а.

Класификација неурона

- Неурони могу да се класификују на различите начине:
 - према облику перикариона
 - према функцији
 - према дужини аксона или
 - према броју продужетака

- **Према облику перикариона**, неурони се деле на

- сферичне
- овалне
- пирамидалне
- звездасте (стелатне)
- вретенасте (фузиформне)
- зрнасте (гранулозне)
- корпасте (котарасте)
- крушкасте итд.



Класификација неурона

Према функцији, неурони се деле на:

- **Сензорне (аферентне)** Детектују различите дражи и преносе наддражај до центара у ЦНС
- **Моторне (еферентне)** Преносе информације из ЦНС -а до ефекторних (мишићних, жлезданих) ћелија.
- **Интернеуроне** Има их највише. Повезују сензорне и моторне неуроне у јединствену мрежу.

Према дужини аксона:

Голџи тип I (Главни неурони, дугоаксонски) Улазе у састав трактуса у мозгу или кичменој мождини или улазе у састав кичмених и можданих живаца.

Голџи тип II (Интернеурони) Имају ситно тело и кратак аксон који се завршава недалеко од перикариона.

Према броју продужетака:

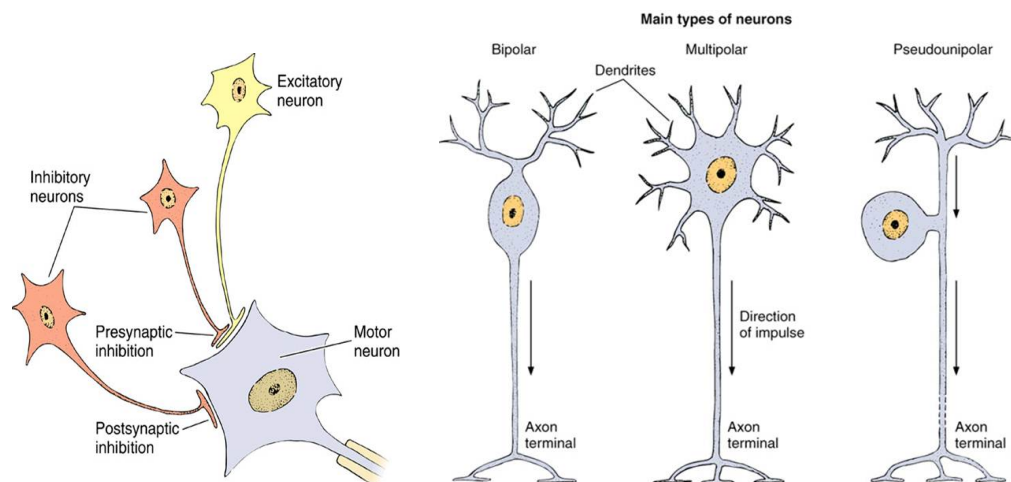
Униполарни

Биполарни (Један аксон и један дендрит)

Псеудоуниполарни

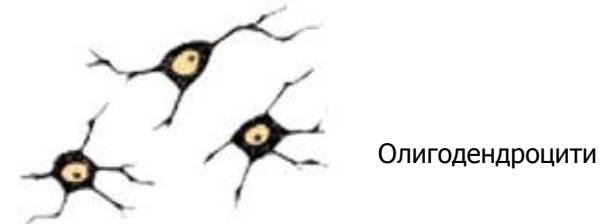
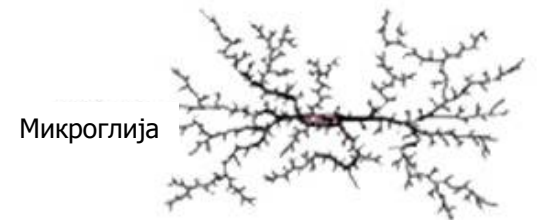
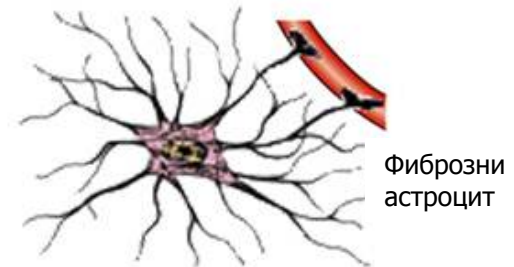
(Настају од биполарних спајањем стабала дендрита и аксона)

Мултиполарни



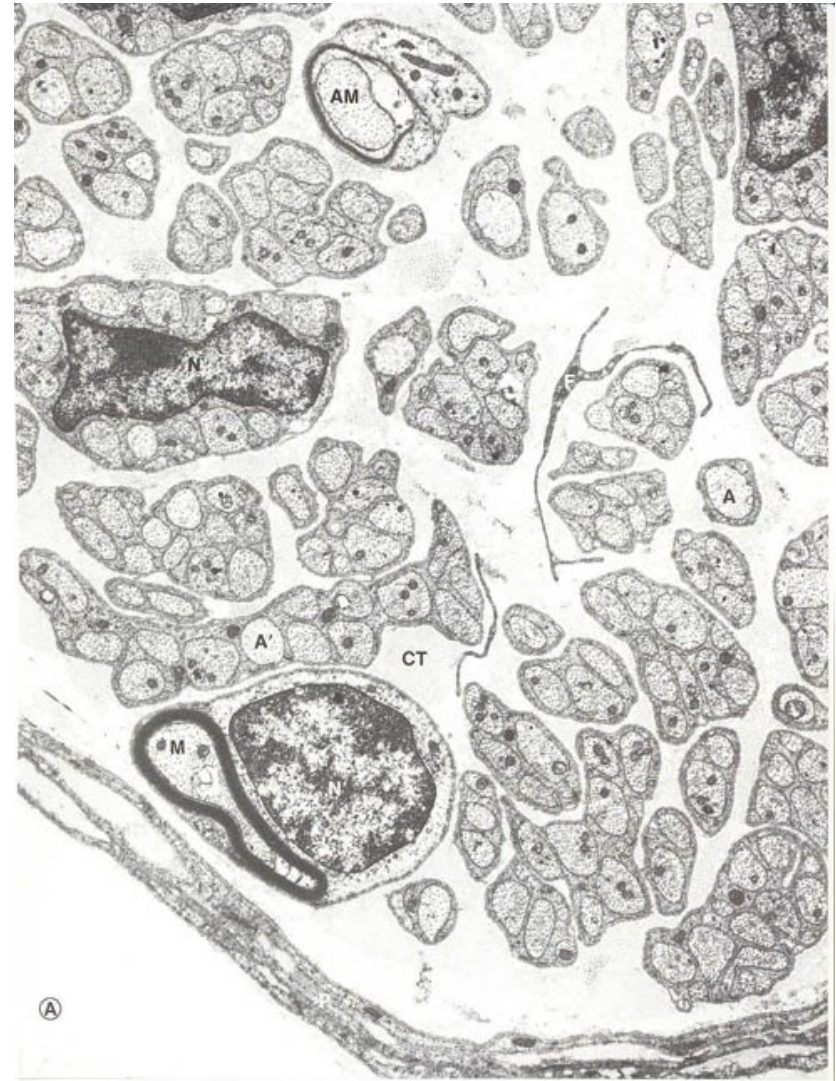
Глија ћелије

- **Глија ћелије** (глиоцити, неуроглија) представљају потпорне ћелије централног и периферног нервног система. Деле се на:
 - **Периферне глија ћелије**
 - Шванове ћелије
 - сателитске ћелије
 - **Централне глија ћелије**
 - астроцити
 - фиброзни (бела маса)
 - протоплазматски (сива маса)
 - олигодендоцити
 - епендимоцити
 - микроглија



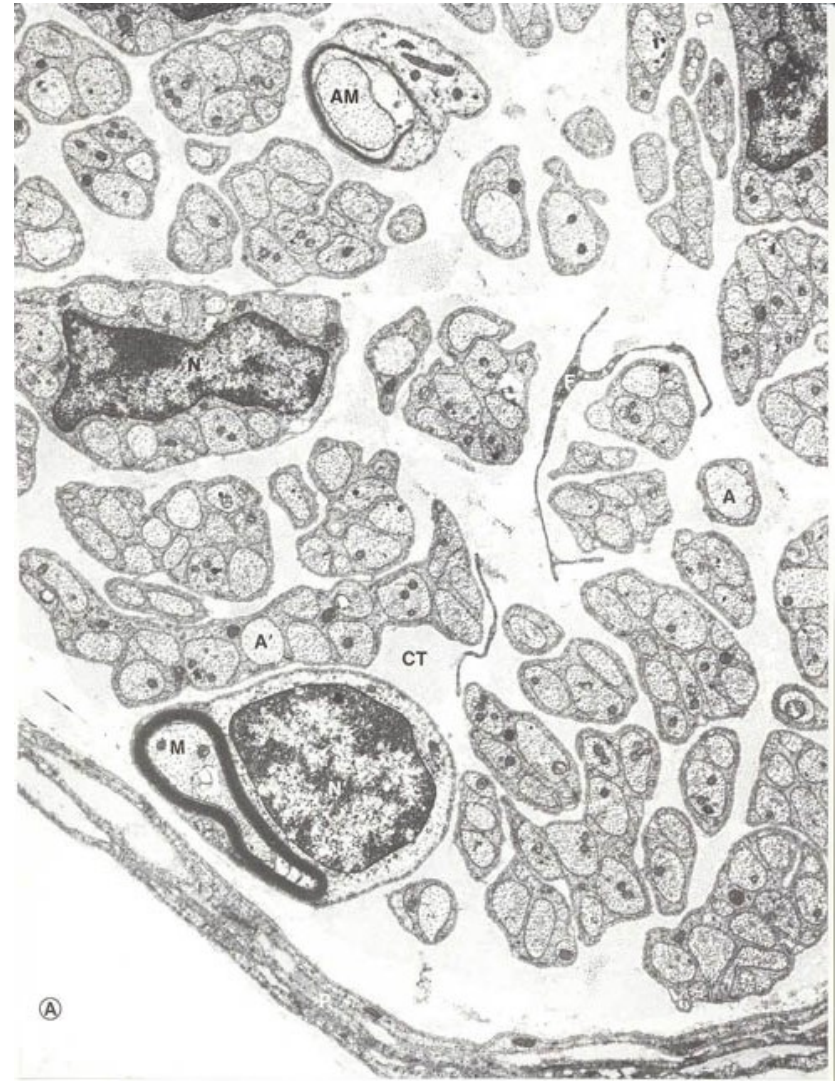
Шванове ћелије – немијелинизовано нервно влакно

- **Шванове ћелије** обавијају аксоне нерава периферног нервног система.
- У зависности од начина обавијања Шванових ћелија, аксони се деле на **мијелинизоване** и **немијелинизоване**.
- Код **немијелизираних аксона**, Шванова ћелија само “једноструко” обавија аксон (А на слици).



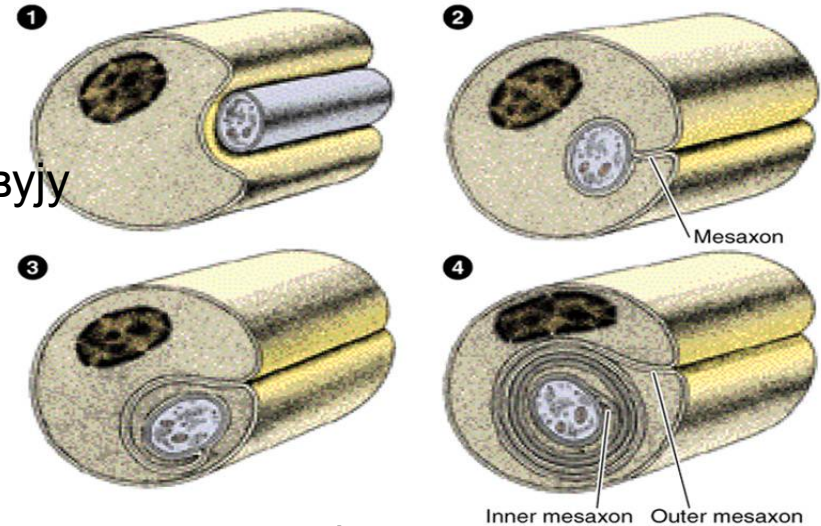
Шванове ћелије – немијелинизовано нервно влакно

- Шванова ћелија може да обухвати и **већи број немијелинизованих аксона**.
- Они су тада смештени у цевастим удубљењима (жлебовима) којих у једној Швановој ћелији може да буде до 20.
- У сваком жлебу може да се нађе **један или више аксона**, а понекад и **читав аксонски сноп**.



Шванове ћелије – мијелинизовано нервно влакно

- Осим што обавијају немијелинизована нервна влакна, током ембриогенезе учествују и у стварању **мијелинског омотача** око будућих мијелинизованих аксона. Шванова ћелија “обгрљује” аксон док га потпуно не обухвати.
- Плазмалеме сучељених крајева Шванових ћелија приљубљују се једна уз другу. Узани интерцелуларни простор између њих назива се **мезаксон**
- Шванова ћелија наставља да се обмотава око аксона, истањујући своју цитоплазму. Цитоплазма се потискује ка периферији, док ламеле од ћелијске мембране формирају **мијелински омотач**. Од првобитног мезаксона, формирају се **унутрашњи и спољашњи мезаксон**. Део цитоплазме је потиснут ка периферији (**спољашњи појас**), део је потиснут између аксона и мијелинског омотача (**унутрашњи појас**), а део остаје “заробљен” између ламела у виду острваца која се називају **Шмит - антерманови расцепи**.



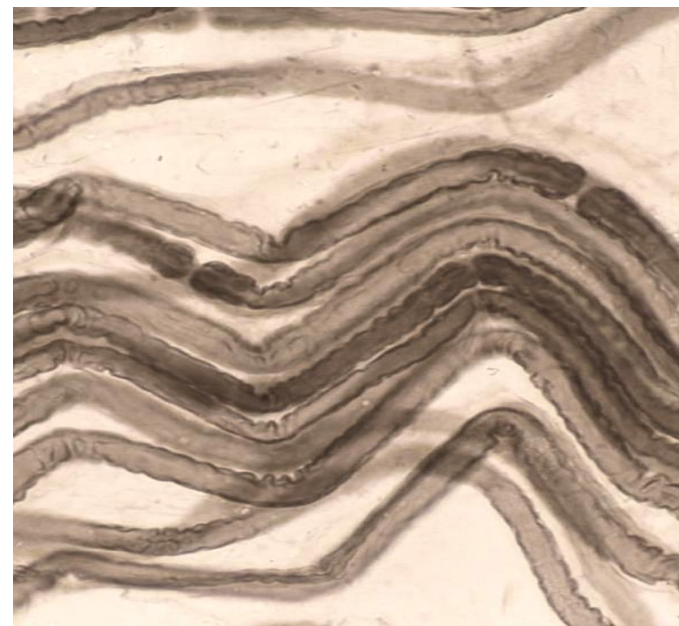
Мијелински омотач

- Мијелинизација захвата читав аксон изузев његовог почетног сегмента и завршних гранчица које образују синапсе. Мијелински омотач је испрекидан на местима где се сустичу две суседне Шванове ћелије – ().

- Сегмент мијелина између два Ранвијеова чвора се назива **интернодусни сегмент** (одговара једној Швановој ћелији).

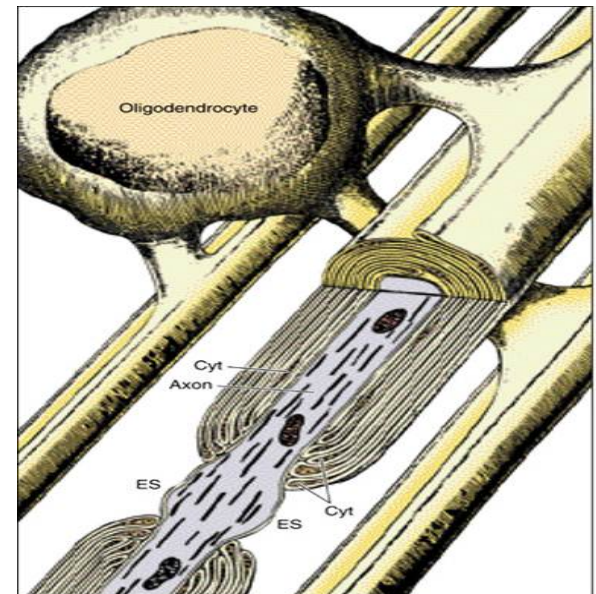
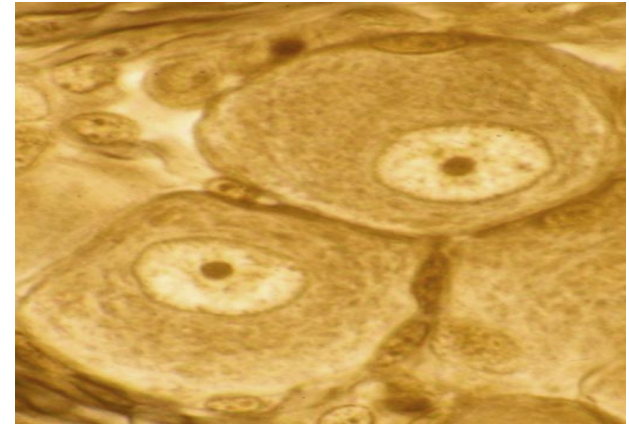
- У чворовима се налазе **волтаж-зависни Na^+ канали** па се само на тим местима јавља **деполяризација**.

Због тога акциони потенцијал “скаче” са чвора на чвор—**салтаторна кондукција** и брже је спровођење импулса и до 50 пута у односу на немијелинизован аксон.



Сателитске ћелије. Олигодендроцити.

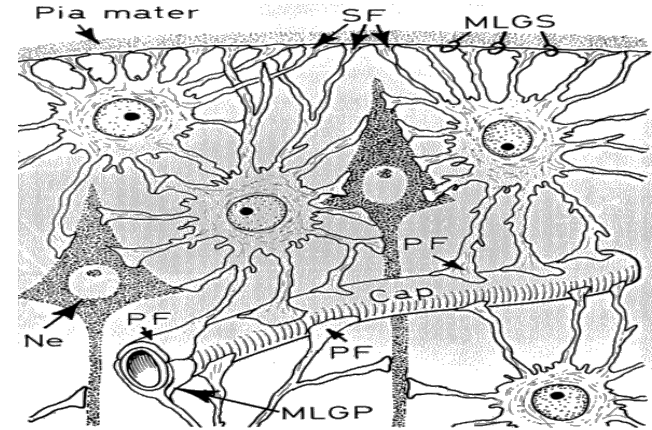
- **Сателитске ћелије** или **амфицити** окружују тела нервних ћелија у спиналним, церебралним и аутономним ганглијама.
- **Изолују ганглијске ћелије** од околног растреситог везивног ткива. Сплљоштеног су облика са слабо развијеним органелама. Од околног ткива су одвојене базалном ламином.
- **Олигодендроцити** формирају мијелински омотач нерава у ЦНС-у.
- Поседују округло тело и неколико продужетака. Продужеци се пружају ка суседним аксонима и обмотавају их, попут Шванових ћелија око аксона периферних нерава.



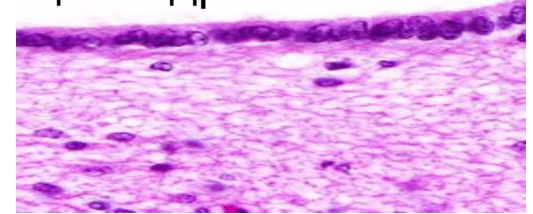
Астроцити. Епендимоцити. Микроглија

- **Астроцити** су ћелије звездастог облика са великим, овалним, претежно еухроматичним једром. Од тела полазе бројни продужеци који се пружају према:

- телу и продужецима неурона
- крвним судовима *membrana limitans gliae perivascularis* – (део хематоенцефалне баријере)
- површини мозга (*membrana limitans gliae superficialis*)



- **Епендимне ћелије** облажу коморе и канале мозга и централни канал кичмене мождине. Поређане су у једном слоју, коцкастог су или цилиндричног облика. Подсећају на епител, али не поседују базалну ламину.
- На апикалној површини поседују микровиле, на латералним одељцима нексусе и дезмозоме.



- Ћелије **микроглије** су најситније и најмање бројне глијалне ћелије. Представљају мождане макрофаге. Поседују оскудну цитоплазму и велики број продужетака са бројним трнастим израштајима.

Нервни завршеци

Нервна влакна се завршавају гранањем у епителном, везивном и мишићном ткиву. Завршеци могу да буду **еферентни** (ефекторни) или **аферентни** (механо/термо/хемо/фоторецептори). **Аферентни нервни завршеци** могу да буду **слободни** (аферентне гранчице немијелинизованих нервних влакана свуда по телу) или **инкапсулирани**.

Инкапсулирани нервни завршеци представљају телашца различите величине, облика и структуре, која поседују везивно ткивну капсулу.

Фатер-Пачинијеви корпускули

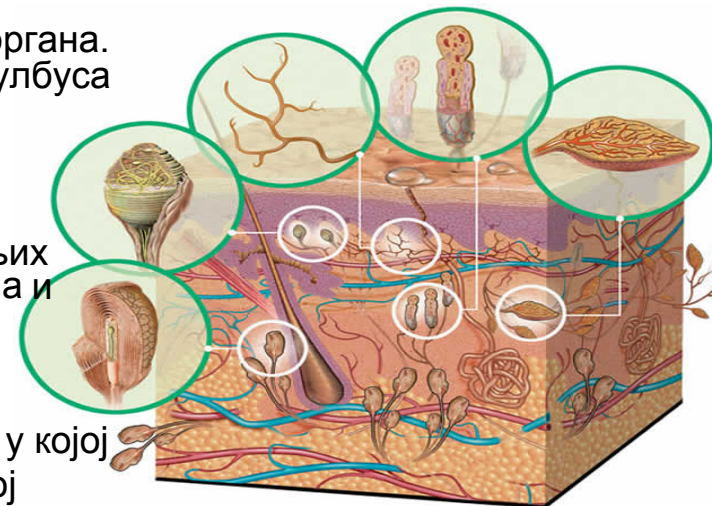
дубоко у дерму или хиподерму, периосту и строми појединих органа. Састоје се из нервног завршетка, спољашњег и унутрашњег булбуса и капсуле.

Мајснерови корпускули

у дермалним папилама коже усана, врхова прстију и спољашњих гениталија. Састоје се из нервних завршетака, Шванових ћелија и капсуле.

Руфинијеви корпускули

у дерму, хиподерму и зглобним чаурама. Састоје се из капсуле у којој у којој се налазе колагена и нервна влакна потопљена у ткивној течности. Вретенастог су облика.



Синапсе

- **Синапсе** су специјализовани међућелијски спојеви којима се нервни импулси преносе са једне ћелије на другу.
- Ћелија која предаје информацију (**пресинаптичка ћелија**) **увер је неурон**.
- Ћелија која прима сигнал (**постсинаптичка ћелија**) може да буде **неурон, жлездана или мишићна ћелија**.
- У зависности од механизма трансмисије сигнала, синапсе се деле на **електричне и хемијске**.
- **Електричне синапсе** су заступљене код бескичмењака. Овај тип синапсе не захтева присуство неуротрансмитера.
- **У хемијским синапсама** комуникација између ћелија постиже се посредством хемијских медијатора. Могу бити: интернеуронске, неурогландуларне, неуромишићне. Састоје се из синаптичког чвора, с.пукотине и с.мембране.

НЕРВНИ СИСТЕМ

Нервни систем

Главни контролни систем који координира функције организма на свим нивоима организације

Прима, преноси и обрађује информације претварајући их у одговарајуће сензације и моторне реакције. Садржи **неуроне** и **глија ћелије**.

Топографска подела:

централни нервни систем (ЦНС)

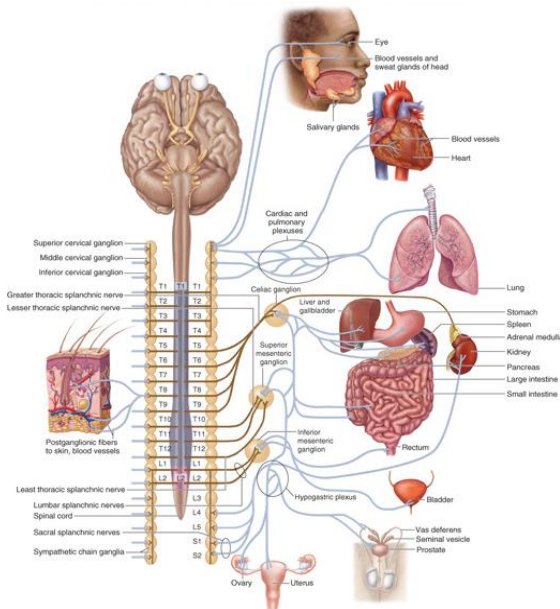
- мозак (encephalon)
- **кичмени мозак** (medulla spinalis)

периферни нервни систем (ПНС)

- **мождани и кичмени живци**
- **ганглије**

Функционална подела

- **соматски (цереброспинални)**
контролише моторне и интелектуалне функције
- **аутономни (вегетативни)**
 - симпатикус
 - парасимпатикус



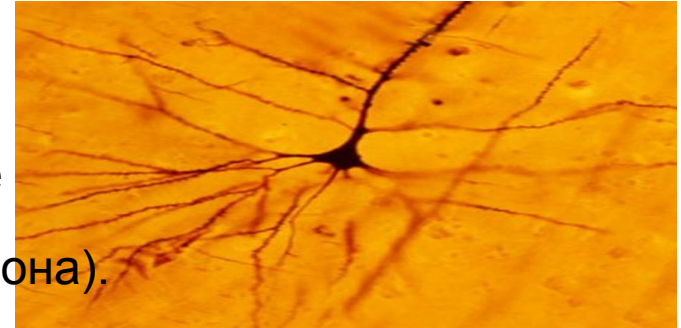
Централни нервни систем

Велики мозак (cerebrum)

- **Cortex cerebri** састоји се од **нервних ћелија, нервних влакана, глија ћелија и капилара.**
- **Неурони** у кори разликују се према облику и величини перикариона и по дужини, броју и оријентацији дендрита и аксона.
- **Medulla cerebri** смештена је испод коре.
- Састоји се од **мијелинизованих нервних влакана, глија ћелија и капилара.**
- У односу на правац кретања, влакна се деле на пројекциона, комисурална и асоцијативна.
- **Пројекциона влакна** улазе у кортекс или излазе из њега.
- **Комисурална влакна** повезују различита подручја десне и леве хемисфере.
- **Асоцијативна влакна** спајају различите делове исте хемисфере.

Cortex cerebri

Пирамидне ћелије - облик пирамиде, врх ка површини коре; величина варира, највеће су Бетз-ове ћелије у петом слоју коре (моторна зона).



Аксони великих и средњих формирају кортикоспинални и кортикобулбарни пут.

Звездасте (грануларне) ћелије –интернеурони, модулаторна улога, сви продужеци се завршавају у кори.

Вретенасте ћелије - дуги дендрити и аксон ка површини мозга који даје хоризонталне колатерале.

Мартинотијеве ћелије -полигоналне ћелије са кратким дендритима и дугим аксоном ка површини мозга

Хоризонталне (Кахалове) ћелије –сличне вретенастим, налазе се само у површинском слоју – синапсе са продужецима ћелија из дубљих слојева.

Слојеви коре великог мозга

Тела неурона у кортексу великог мозга распоређена су тако да формирају **6 паралелних слојева (ламина)**.

I *Lamina molecularis (plexiformis)*

Дендрити и аксони неурона из дубљих слојева и Кахалове ћелије.

II *Lamina granularis externa*

Звездасте (грануларне) и мале пирамидне ћелије – синапсе са аксонима и дендритима ћелија из дубљих слојева.

III *Lamina pyramidalis externa*

Пирамидне ћелије средње величине, у мањем броју звездасте, вретенасте и Мартинотијеве ћелије.

IV *Lamina granularis interna*

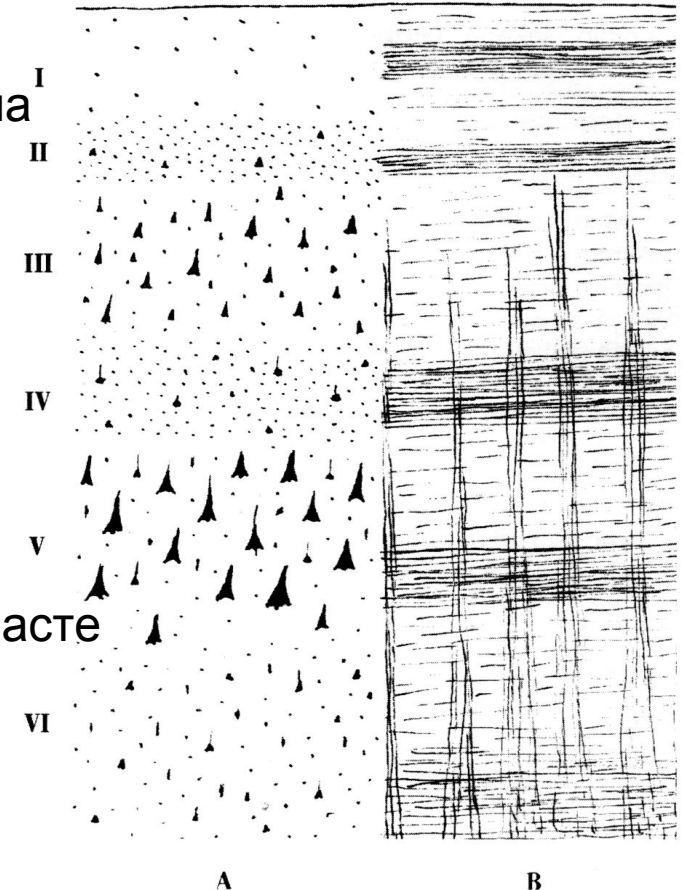
Главни рецепторски слој, звездасте ћелије.

V *Lamina pyramidalis interna*

Велике пирамидне ћелије, у мањем броју и звездасте, вретенасте и Мартинотијеве ћелије

VI *Lamina multiformis (polymorphis)*

Пирамидне, звездасте, вретенасте и Мартинотијеве ћелије.

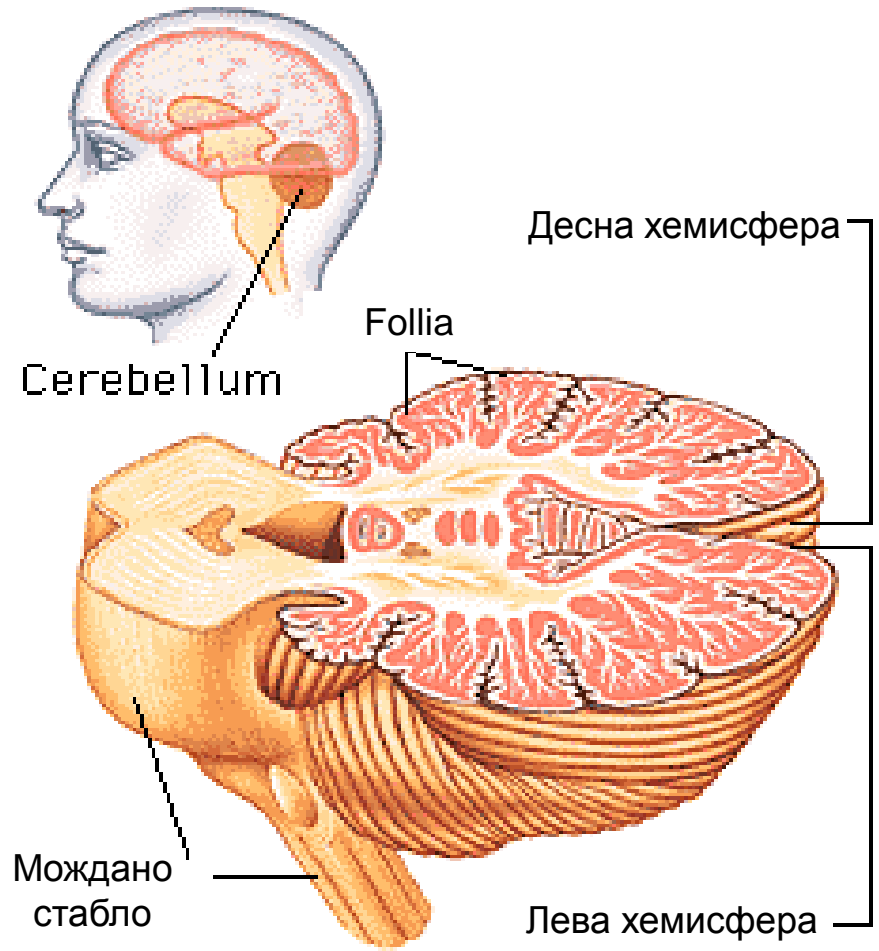
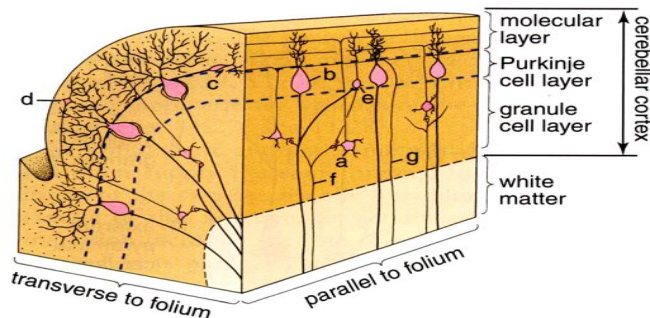


Мали мозак (cerebellum)

- Одговоран за координацију покрета
- Има танке вијуге (фолије) и жлебове
- Кортекс (сива маса) и медула (бела маса)

Слојеви су:

- stratum moleculare
- stratum ganglionare
- stratum granulosum



Stratum moleculare

Најдебљи слој

Дендрити Пуркињеових ћелија и немијелинизована влакна.

Присутне су две врсте неурона:

Звездасти – ситни, постављени уз површину коре.

Котарастасти – крупнији мултиполарни неурони у дубљим слојевима.

Stratum ganglionare

—

(еухроматско једро, изражено једарце и органеле синтетског пута).

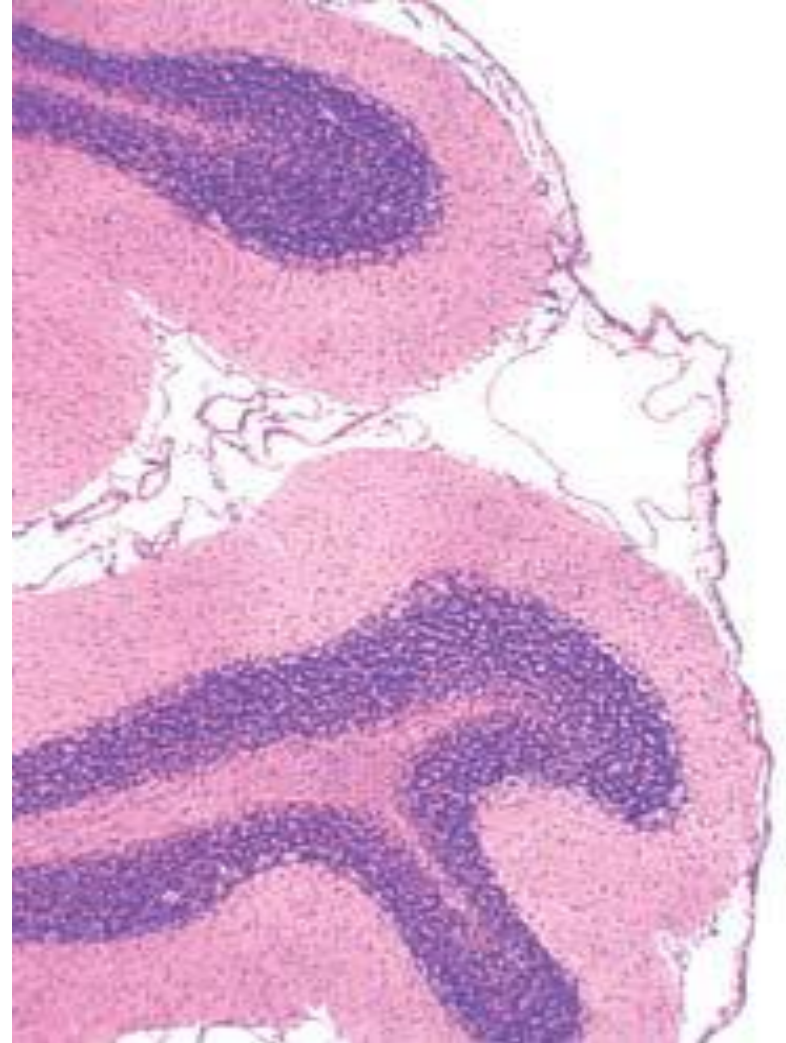
Ови неурони поседују 1-3 дендритска стабла са великим бројем огранака у сагиталној равни.

Stratum granulosum

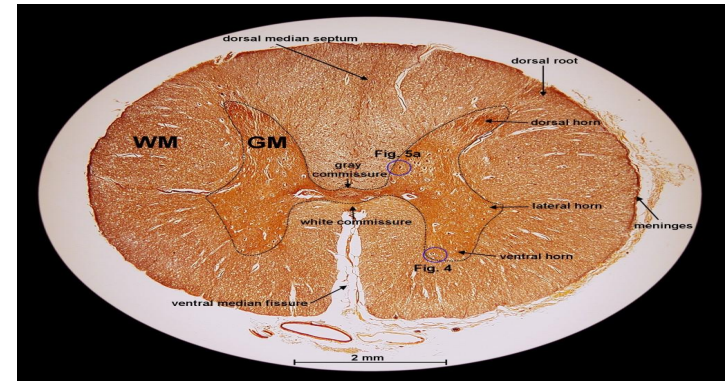
Садржи мале зрнасте неуроне, велике зрнасте тзв. Голџи тип 2, нервна влакна и гломерула церебеларија. (—

Бела маса малог мозга

- Мијелинизована нервна влакна и глија ћелије.
- Мањи део чине **еферентни аксони** Пуркињеових ћелија.
- Већи део чине **аферентни аксони** неурона смештених у кичменој мождини и možданом стаблу.
- Већина влакана завршава се огранцима у **st. granulosum** (маховинаста влакна).
- Мањи део стиже до **Пуркињеових ћелија** (“пузајућа влакна”) и **st. Moleculare**.



Кичмена мождина (medulla spinalis)



- Део ЦНС-а смештен у **кичменом каналу**
- За разлику од великог и малог мозга, сива супстанца заузима централни део, а бела маса се налази споља
- Кроз средиште пролази централни канал (**canalis centralis**) обложен епендимом. Око централног канала распоређена је сива маса у виду предњих стубова (**columna anterior**) и задњих стубова (**columna posterior**).

—

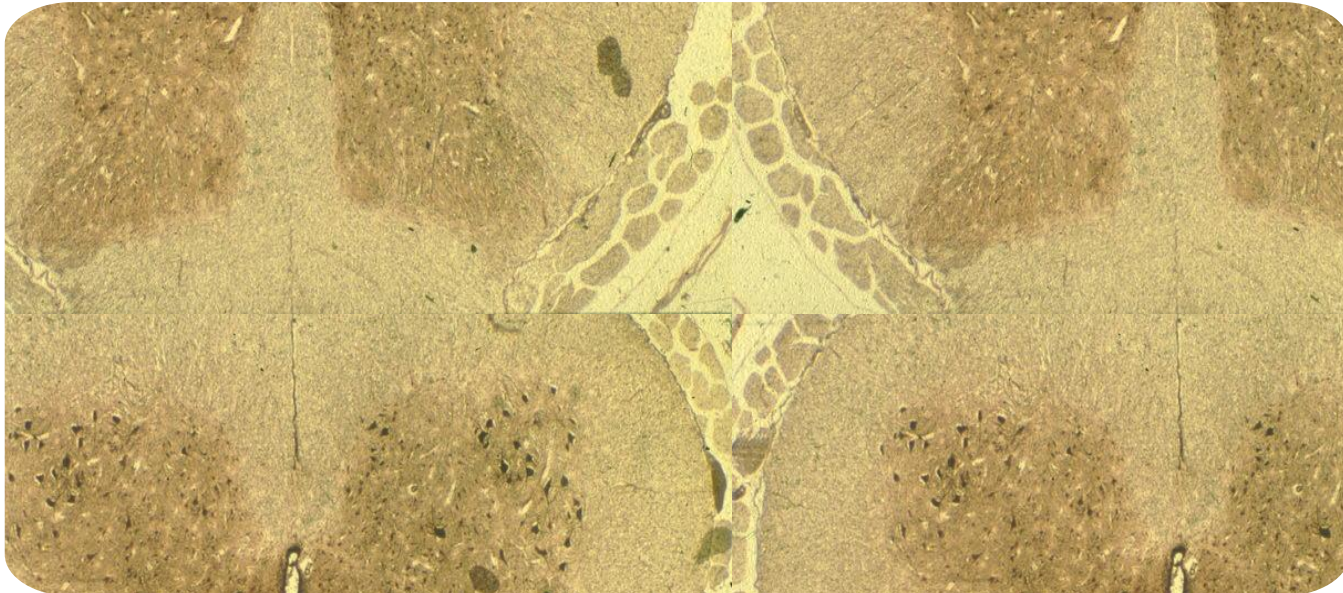
(cornu anterius et posterius)

- — — — — — .
- — — — — — ().
- — — — — — .

У задње рокове улазе гране сензитивних псеудоуниполарних неурона спиналних ганглиона.

Кичмена мождина (medulla spinalis)

- Осим тела нервних ћелија у сивој маси налазе се и **протоплазматски астроцити, олигодендроцити, микроглија, немијелинизована нервна влакна и крвни судови**
- **Бела маса** грађена је од усходних и нисходних трактуса и фасцикулуса. Усходни и нисходни путеви и снопови саграђени су од **мијелинизованих аксона и глија ћелија**.
Хистоархитектоника кичмене мождине мења се према сегментима
Мења се **број нервних ћелија** у сивој маси и **број влакана** у белој маси



Мождране овојнице

(dura mater)

fibrosa externa) lamina fibrosa interna. : a) lamina

()

Мождане овојнице

Паучинаста можданица (arachnoidea)

Средња овојница (arachnoidea) мозга је повезана са пијом у комплекс **pio-arachnoidea** или **leptomeninges**

Арахноидеа се налази **испод дуре** од које је одваја **субдурални простор**.

Арахноидеа се састоји од арахноидне мембране и арахноидних трабекула.

Мембрана је изграђена од 5-6 слојева збијених фибробласта повезаних оклудентним везама

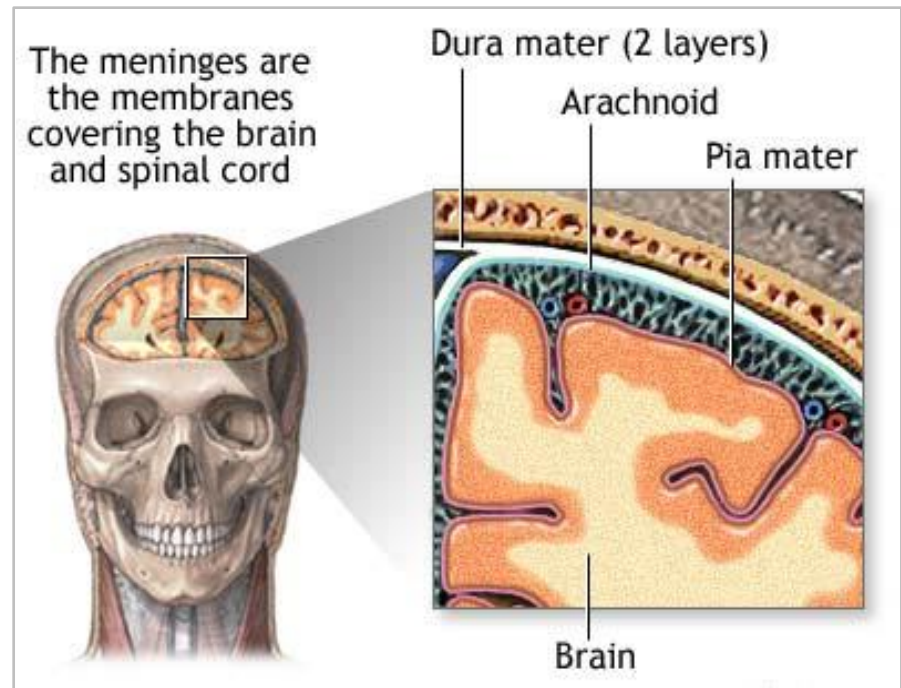
—

Простор између арахноидне мембране и горње површине пије матер зове се **субарахноидни простор**. Испуњен је ликвором. Са спољашње површине арахноиде израстају арахноидне чупице (vili arachnoidales) – аваскуларне фиброзне структуре са пукотинама (ликвор), обложене фибробластима. Чупице пролазе кроз дуру матер у облику продужетака који завршавају у венским синусима дуре матер; њихова функција је реапсорпција цереброспиналне течности у крв венских синуса.

Унутрашња možдана овојница, **pia mater**, директно належе на мозак пратећи његове контуре. Од нервних ћелија и влакана мозга одвојена је **базалном ламином** и **membranom limitans gliae superficialis** (стопаласти продужеци астроцита).

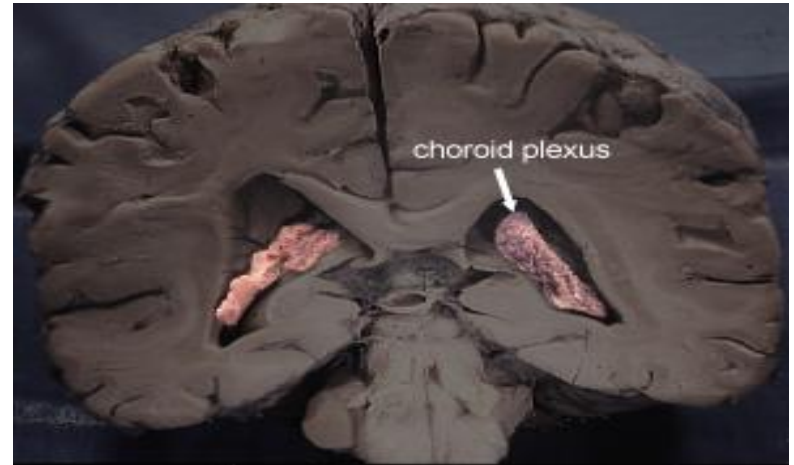
Састављена је из два слоја:

- **Спољашњи** – мезотел и растресито везивно ткиво испод њега
- **Унутрашњи** – растреситији – колагени фибрили, макрофаги, мастоцити и лимфоцити – између спољашњег слоја и базалне ламине



Хороидни сплет (plexus choroideus)

- Излучује **цереброспиналну течност**
- Формирају га разгранати примарни, секундарни и терцијарни продужеци меке пије матер. Продужеци штрче у коморне шупљине са крова III и IV коморе, као и са делова зида бочних комора. У основи хороидног плексуса је



добро васкуларизовано везивно ткиво пије прекривено **једнослојним епителом** -модификовани епендим. Цереброспинална течност настаје селективном ултрафилтрацијом капиларног филтрата кроз епител хороидног плексуса.

Хематоенцефална баријера:

онемогућава продор штетних штетних материја из крви у ЦНС.

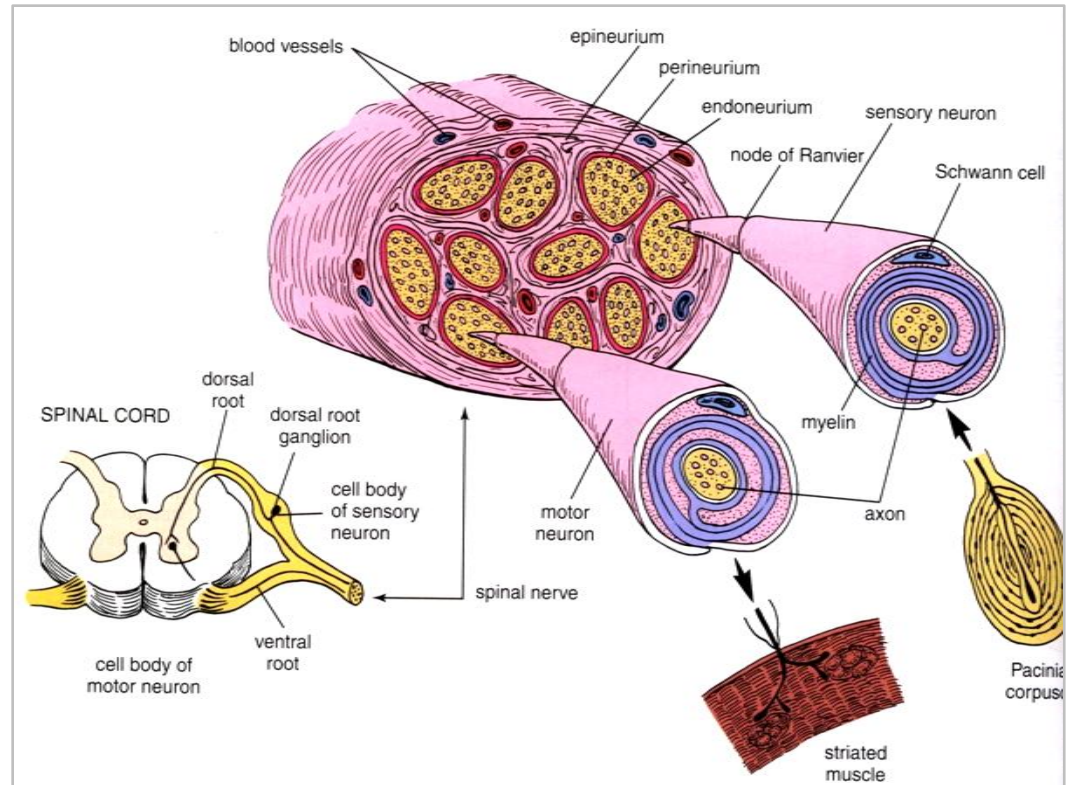
Компоненте су:

- Ендотел капилара
- Базална ламина капилара
- Membrana limitans gliae perivascularis

Периферни нервни систем

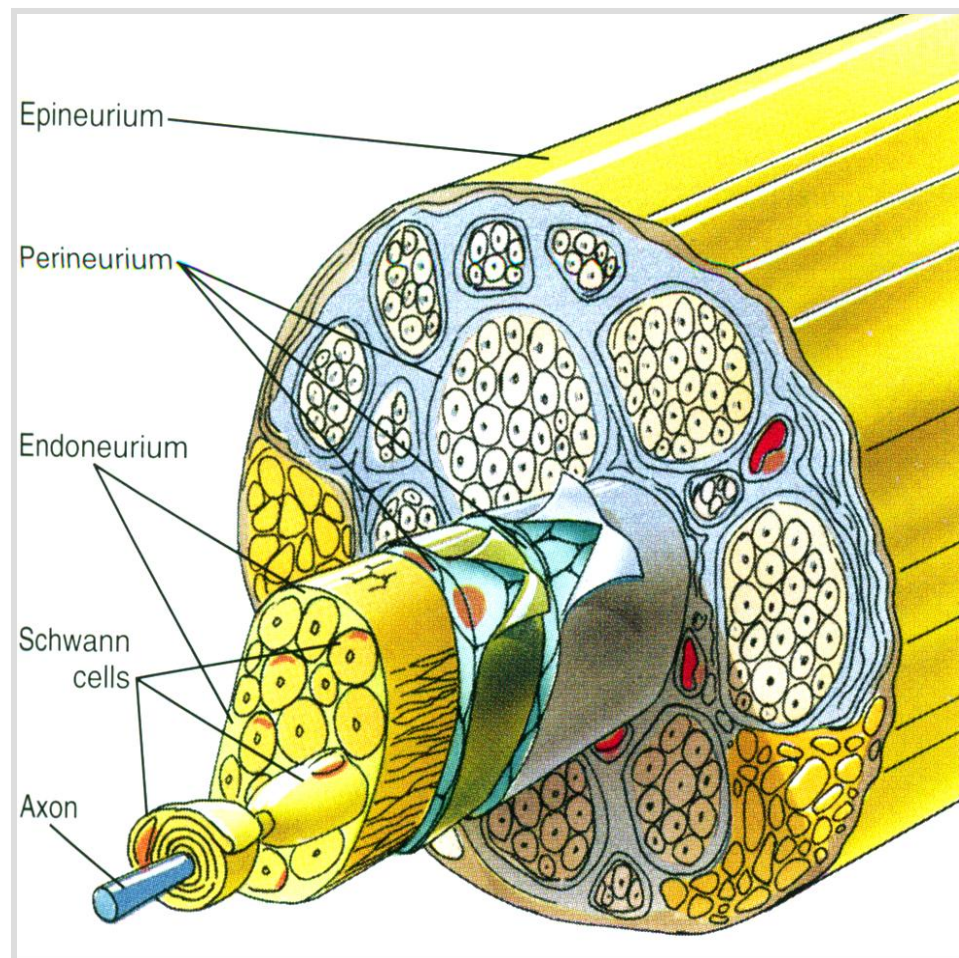
Периферни нервни систем

- Налази се **изван** мембране лимитанс глије суперфицијалис.
- Обухвата **кранијалне нерве**, **спиналне нерве** и **ганглије**.
- Развија се из **нервног гребена**.
- У континуитету је са централним нервним системом.



Периферни нерви

- Граде их нервна влакна у сноповима (фасцикулусима).
- Нервна влакна могу да буду:
 - Мијелинска и немијелинска
 - Аферентна и еферентна
 - Моторна и сензорна
- Нервна влакна окружују три везивна омотача: епинеуријум, перинеуријум и ендонеуријум

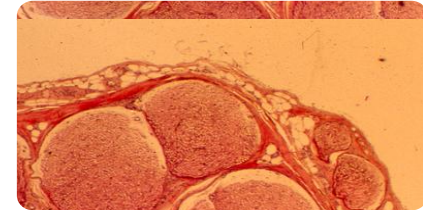


Епинеуријум

- Спољашњи омотач нерва састављен од **густог везивног ткива**

Обједињује нервне снопове у једну целину

Садржи **таласаста колагена влакна**, **крвне и лимфне судове** и **масне ћелије**



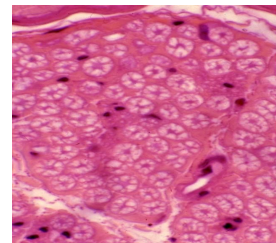
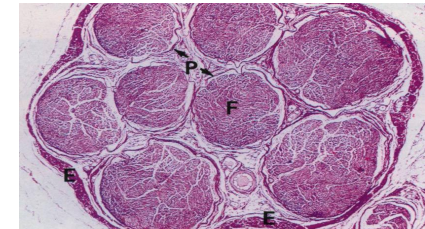
Перинеуријум

- Сваки фасцикулус унутар периферног нерва поседује сопствени омотач-перинеуријум

Састоји се од **епитела** и **везивног ткива**

Епител је наставак менинготела арахноидее

Састоји се од 3-15 слојева **пљоснатих ћелија** распоређених у виду **концентричних ламела**.

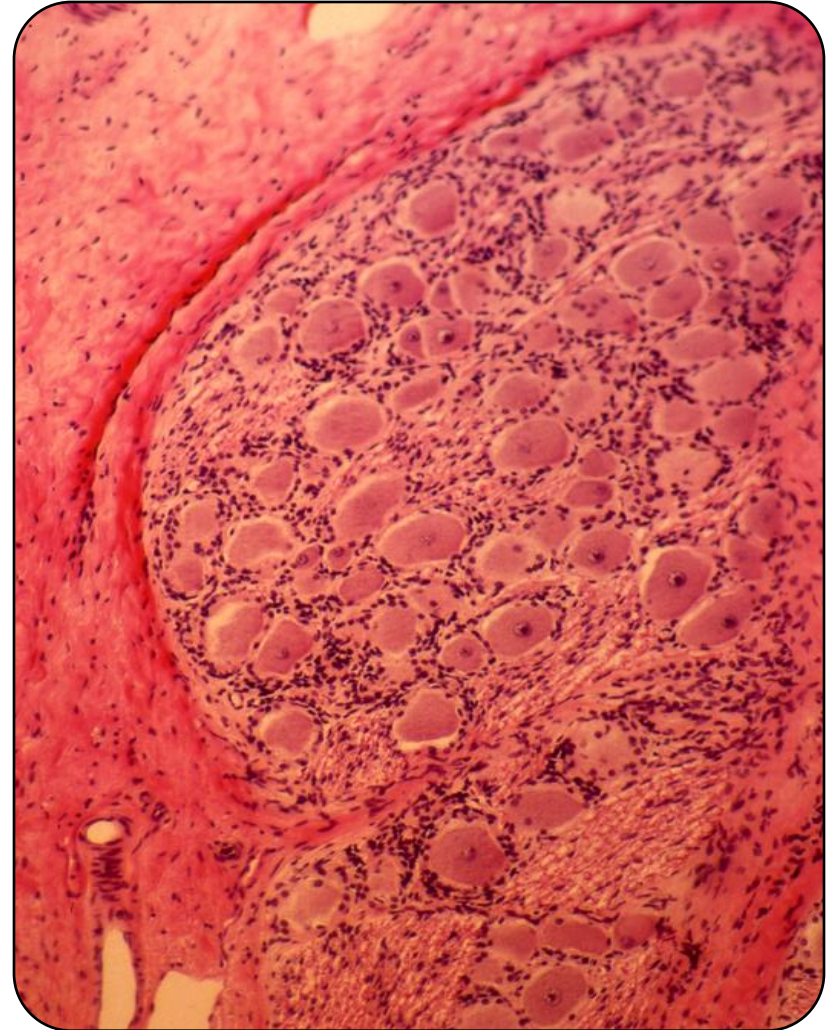


Ендонеуријум

- Танак слој растреситог везивног ткива око сваког појединачног **нервног влакна унутар фасцикулуса**. Садржи Шванове ћелије, фибробласте, мастоците....

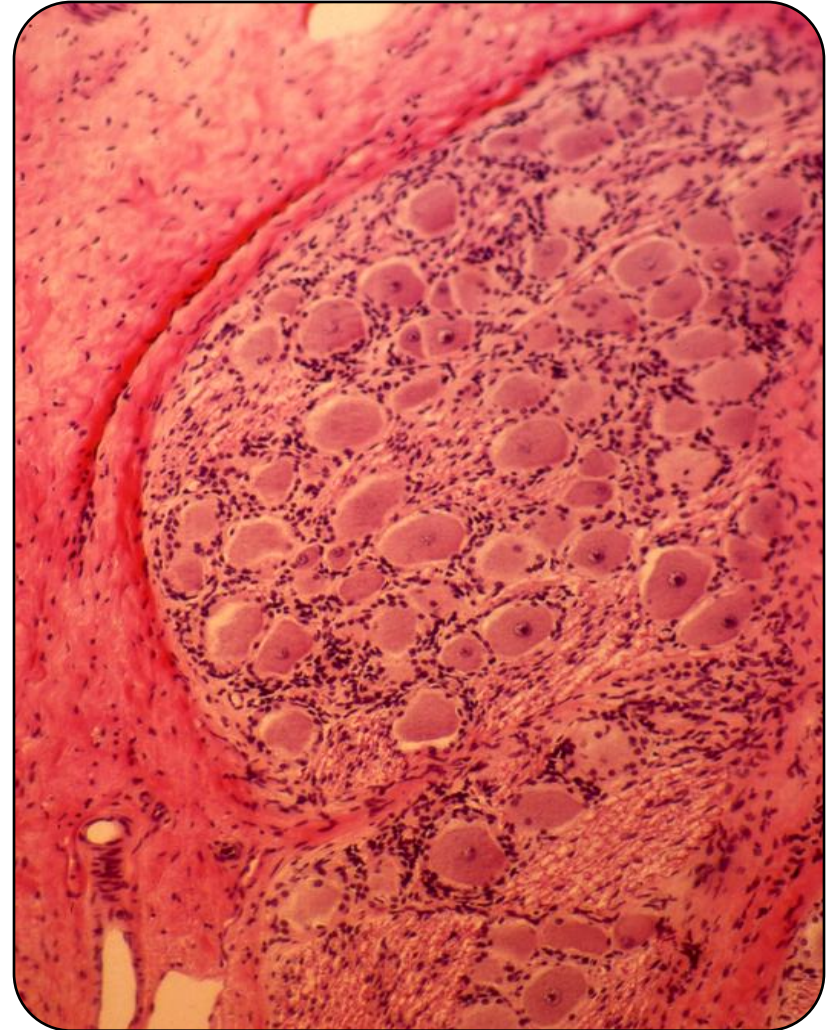
Ганглије

- Тела нервних ћелија ван ЦНС-а могу да се групишу формирајући **ганглије**
- Ганглије **стоје на путу периферних нерава**
- Према хистолошкој организацији деле се на **сензорне** и **аутономне** (вегетативне) ганглије



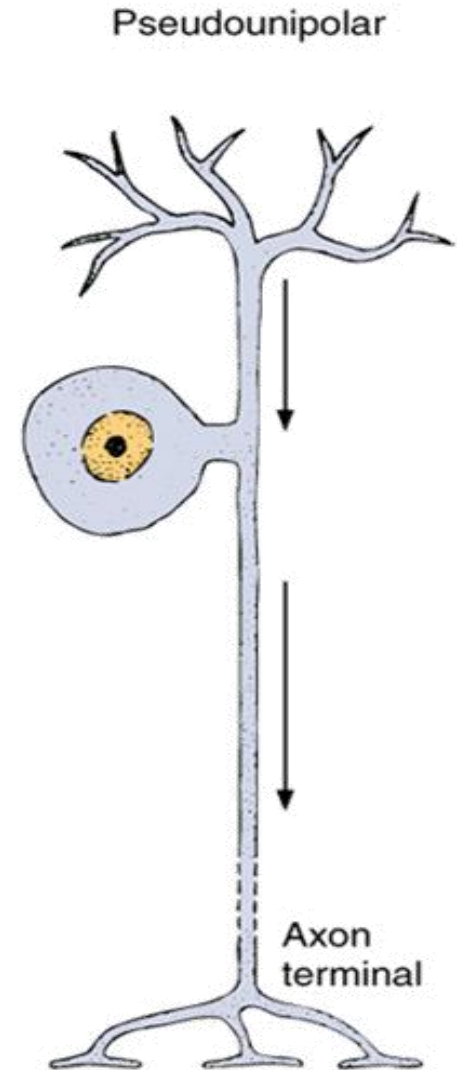
Ганглије

- Сензорним ганглијама припадају ганглије кичмених живаца (**спиналне ганглије**) и ганглије можданих живаца (**церебралне ганглије**)
- Аутономне ганглије припадају АНС-у и обухватају **симпатикусне** и **парасимпатикусне** ганглије (нема значајнијих хистолошких разлика)



Спиналне ганглије

- У спиналним ганглионима налазе се **округли псеудоуниполарни неурони** са централно постављеним једром, израженим једарцетом и органелама синтетског пута
- Од тела неурона **полази један продужетак који се рачва на две гране** у облику слова Т
- Једна грана доводи импулс са периферије – одговара дендриту
- Друга грана као аксон одводи импулс кроз задњи корен спиналног нерва до сиве масе кичмене мождине



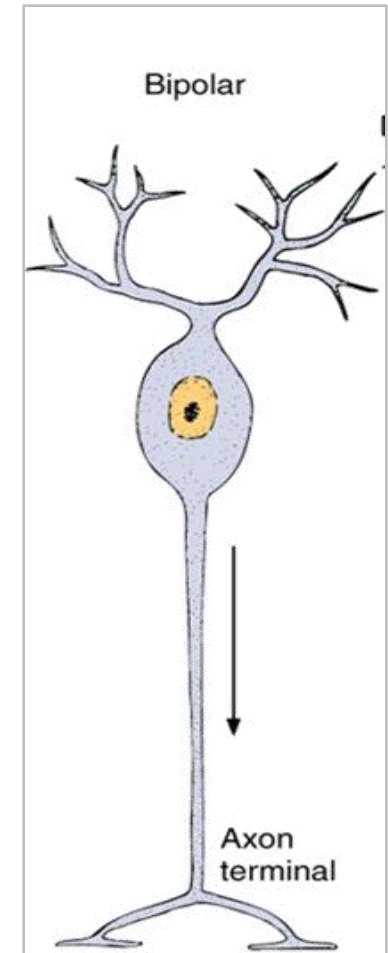
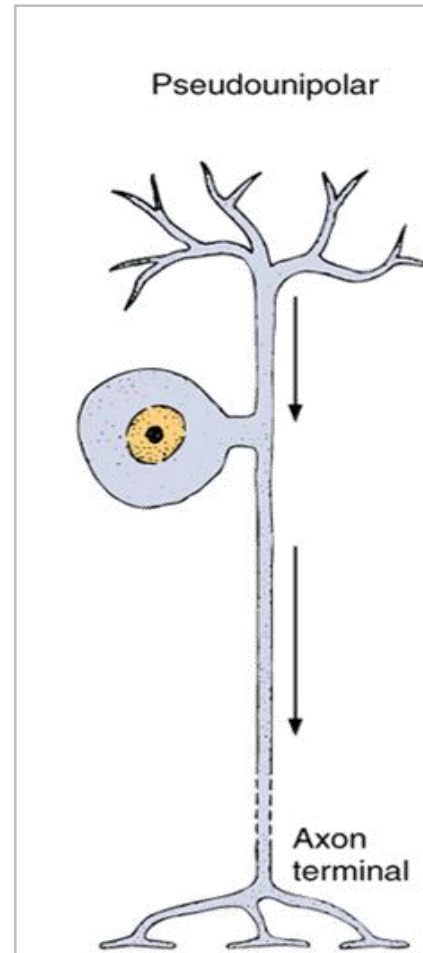
Спиналне ганглије – амфицити

- На тело ганглијских ћелија налажу **ћелије неуроглије** – **амфицити** или сателитске ћелије
- Према структури, функцији и ембрионалном пореклу (нервни гребен) амфицити су **аналогни Швановим ћелијама**
- Изолују ганглијске ћелије од околног растреситог везивног ткива



Церебралне ганглије

- Укључене су у ток појединих кранијалних нерава (V, VII, VIII, IX, X).
- Према хистолошкој грађи **сличне** су спиналним ганглијама.
- Изузетак су ганглије **вестибулокохлеариса** које садрже биполарне неуроне.



Аутономне ганглије

- Припадају **АНС-у**
- Обухватају **симпатикусне** и **парасимпатикусне** ганглије
- Оба типа су сличне хистолошке грађе
- За разлику од спиналних ганглија садрже **мултиполарне ганглијске ћелије** – знатно ситније од псеудоуниполарних код спиналних ганглиона
- Мултиполарне ћелије формирају мање групице (остају раздвојене ћелијским продужецима)
- Једро је округло и ексцентрично постављено, изражено је једно или два једарцета и развијене су синтетске органеле.
- Осим мултиполарних неурона, присутни су и **интернеурони** са амијелинским аксонима.

