A dental model of a tooth with a cross-section showing the pulp chamber and root canal. The pulp chamber is filled with red material, and the root canal is filled with blue material. The model is placed on a blue surface. In the foreground, there are several dental instruments, including a dental mirror, a dental explorer, and a dental scaler.

# РЕАКЦИЈА ПУЛПЕ НА ФИЗИОЛОШКЕ И ПАТОЛОШКЕ НАДРАЖКАЈЕ

# САДРЖАЈ ПРЕДАВАЊА

- Ендодонција – дефиниција и циљ
- Грађа зуба и унутрашња морфологија
- Пулпо-дентински комплекс
- Реакција пулпе на неструктивне надражаје
- Реакција на деструктивне надражаје

## Клиничка ендодонција

### Модул 1

#### 1. недеља

### **Реакција пулпе на физиолошке и патолошке надражаје**

Доц. др Милош Папић

Катедра за стоматологију  
Факултет медицинских наука

20.09.2023.



# ЕНДОДОНЦИЈА

– дефиниција и циљ

# Ендодонција



Грана стоматологије која се проучава морфологију, физиологију и патологију људске зубне пулпе и **перирадикуларних** ткива.

Истраживања и пракса у оквирима ендодонције обухватају основна и клиничка испитивања:

- **биологије** пулпе и перирадикуларних ткива:
  - грађу и састав
  - понашање у физиолошким и патолошким условима
- етиологије, дијагнозе, превенције и лечења **болести и повреда** пулпе и повезаних перирадикуларних стања.

*Америчко удружење ендодонтиста  
(American Association of Endodontists)*



# Ендодонтска терапија

Обухвата, али није ограничена на:

- Диференцијалну **дијагнозу** и **терапију** орофацијелног бола порекла пулпе или перирадикуларног ткива
- **Превенцију** обољења пулпе и **виталну терапију пулпе** (нпр. директно прекривање и пулпотомија)
- **Пулпектомију** и третман канала корена
- **Не-хируршки третман** канала корена у случају постојања **апикалног пародонтитиса**
- **Ретретман** (поновни третман) канала корена
- **Хируршки** ендодонтски третман
- **Регернеративни** ендодонтски третман
- **Избељивање** ендодонтски лечених зуба
- **Рестаурација** ендодонтски лечених зуба (применом коренски/круничних надоградњи)

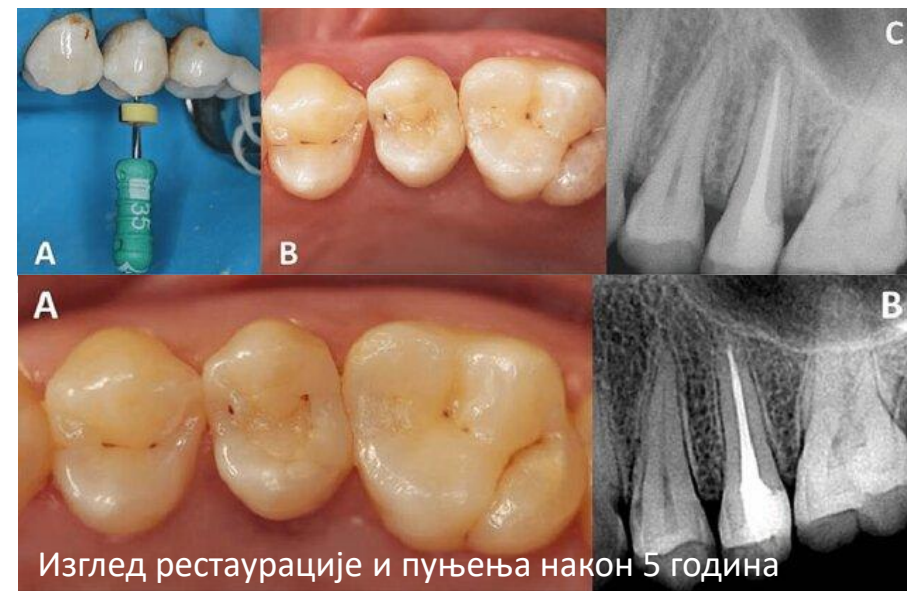
*Европско друштво за ендодонтологију*  
(The European Society of Endodontology)



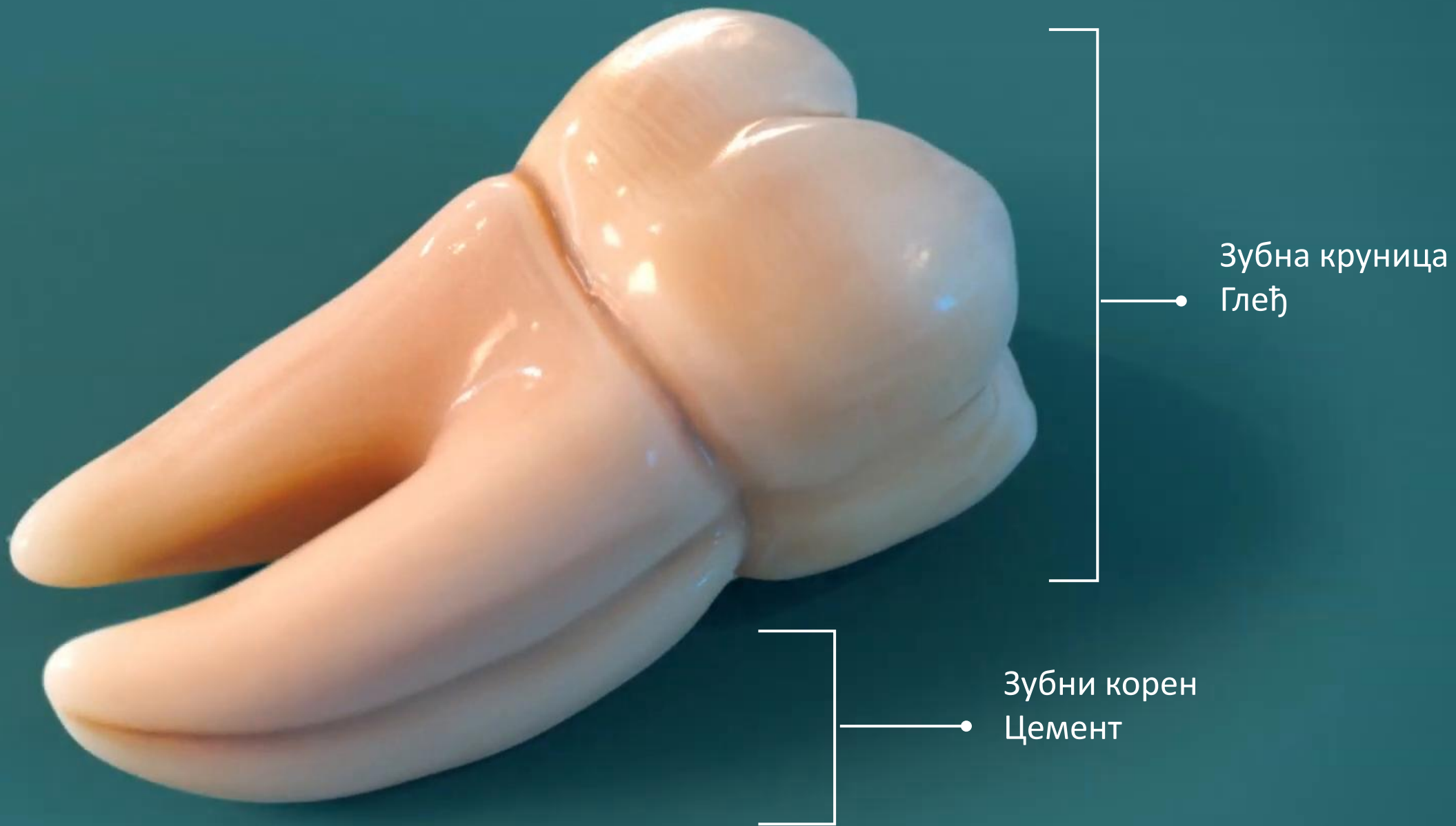


# ЦИЉ

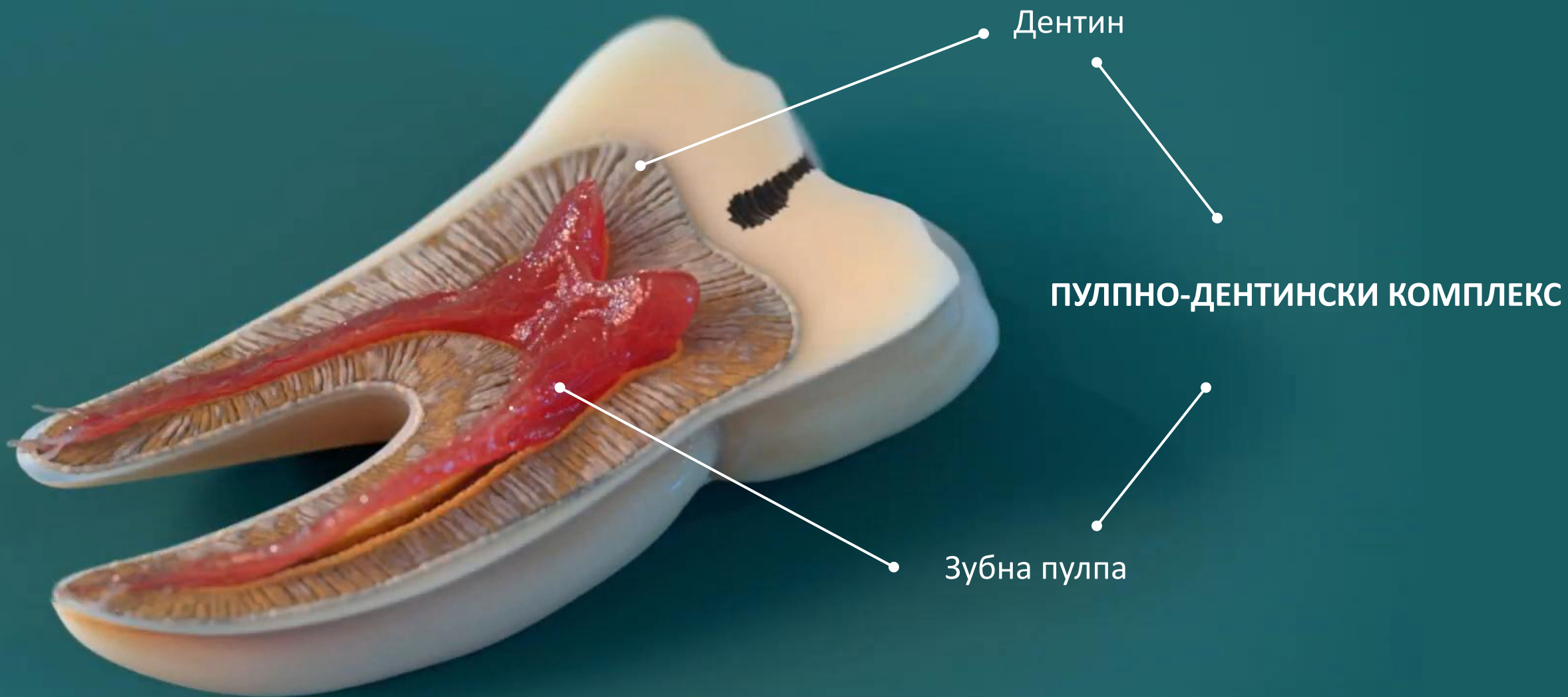
- **Циљ** ендодонтске терапије је да сачува оболели зуб или корен, а затим да му одговарајућим рестауративним техникама **врати анатомски, функционални и естетски изглед**
- Тако се оболели зуб техникама рестауративне или протетске рехабилитације **враћа у функцију**, одржава волумен **коштане масе**, и преко потпорног апарата, цемента и пародонцијума, наставља свој **метаболизам**



# Грађа зуба и унутрашња морфологија зуба







# *Cavum dentis*



Крунична комора  
пулпе

Канал/и корена  
(коренска комора)



# Cavum dentis



## ПРОМЕНЕ ДИМЕНЗИЈА

Унутрашње морфологије калума подлеже променама током живота. Различити иритативни фактори могу да доведу до промена у димензији и величини кавума, а те промене могу бити физиолошке или патолошке.

### ФИЗИОЛОШКЕ:

Физиолошке промене настају када стимулацијом одонтобласта дође до продукције секундарног дентина, који апозицијом на одређеним местима доводи до промена унутрашње морфологије кавума. Та места су: **кров и под круничене коморе пулпе, врхови квржица, улази у канале корена, унутрашњи бочни зидови корена и врхови корена зуба.**

**Крунична комора пулпе** смањује се у **оклузо** – апексном смеру и код старијих може бити сведена на узани прорез; Секундарни дентин таложи се и на **зидовима канала корена** сужавајући га и преграђујући, доводећи до **облитерације**.

# Cavum dentis



## ПРОМЕНЕ ДИМЕНЗИЈА

### ПАТОЛОШКЕ:

Патолошки промене димензије кавума зуба настају услед деловања хроничних иритативних фактора.

**Смањење кавума** зуба настаје дуготрајним хроничним деловањем иритација као што су: каријес, клинасте ерозије, абразија, пародонтопатија и др., таложењем ирегуларног **терцијарног дентина**. Поред тога уочава се **појачана цементогенеза** која је праћења бржим сужавањем апексног форамена.

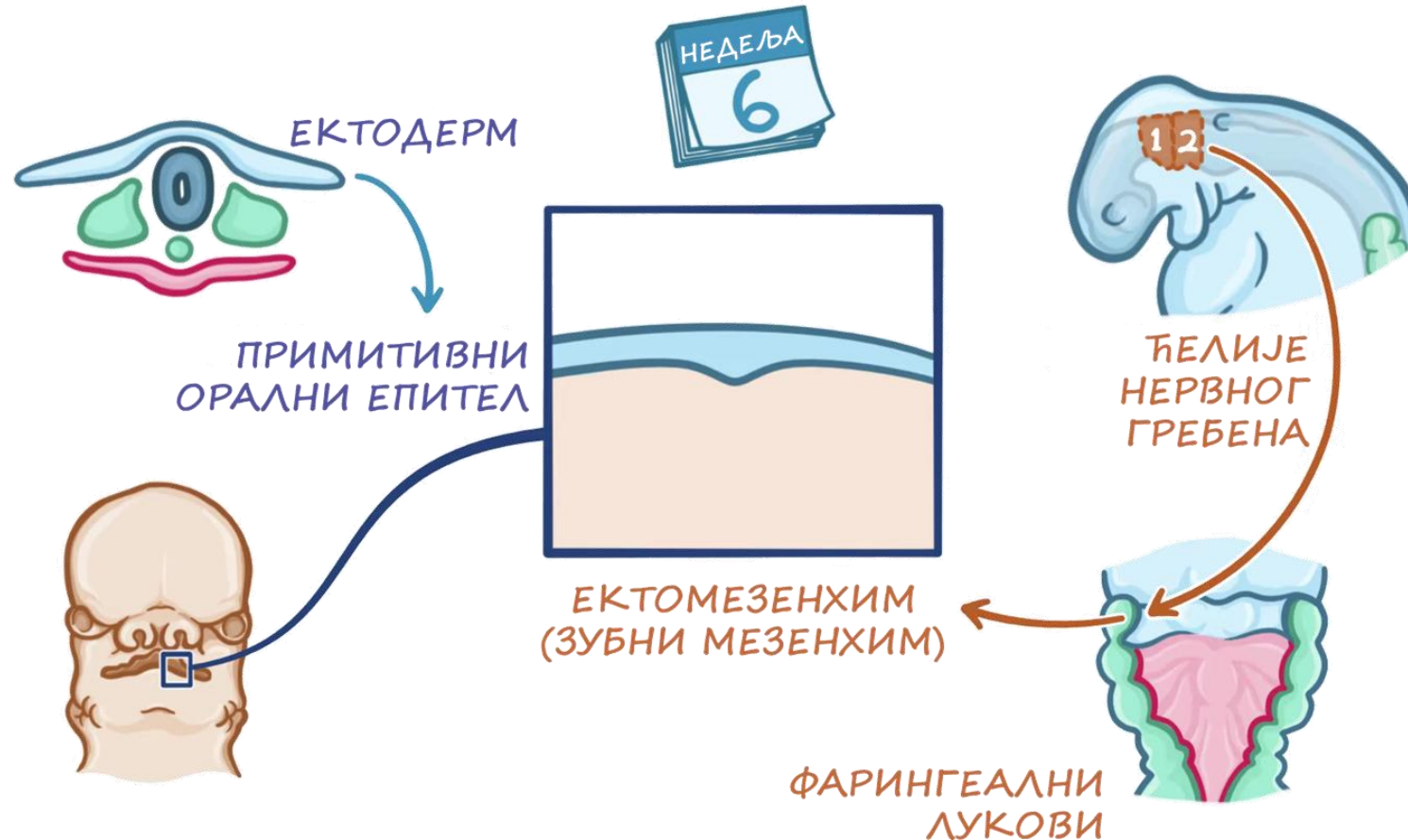
**Увећање кавума** уочава се на зубима са **хроничним** током напредовања **обољења пулпе и пародонцијума**. Неки облици асимптоматског запаљења пулпе услед присуства ћелија дентинокласта праћени су ресорпцијом бочних зидова. Хронични ток развоја обољења апексног пародонцијума могу да изазову **ресорпцију цемента**, а у подмаклом стадијуму и ресорпцију дентина и да доведу до повећања апексног форамена.

**Пулпо-дентински комплекс**



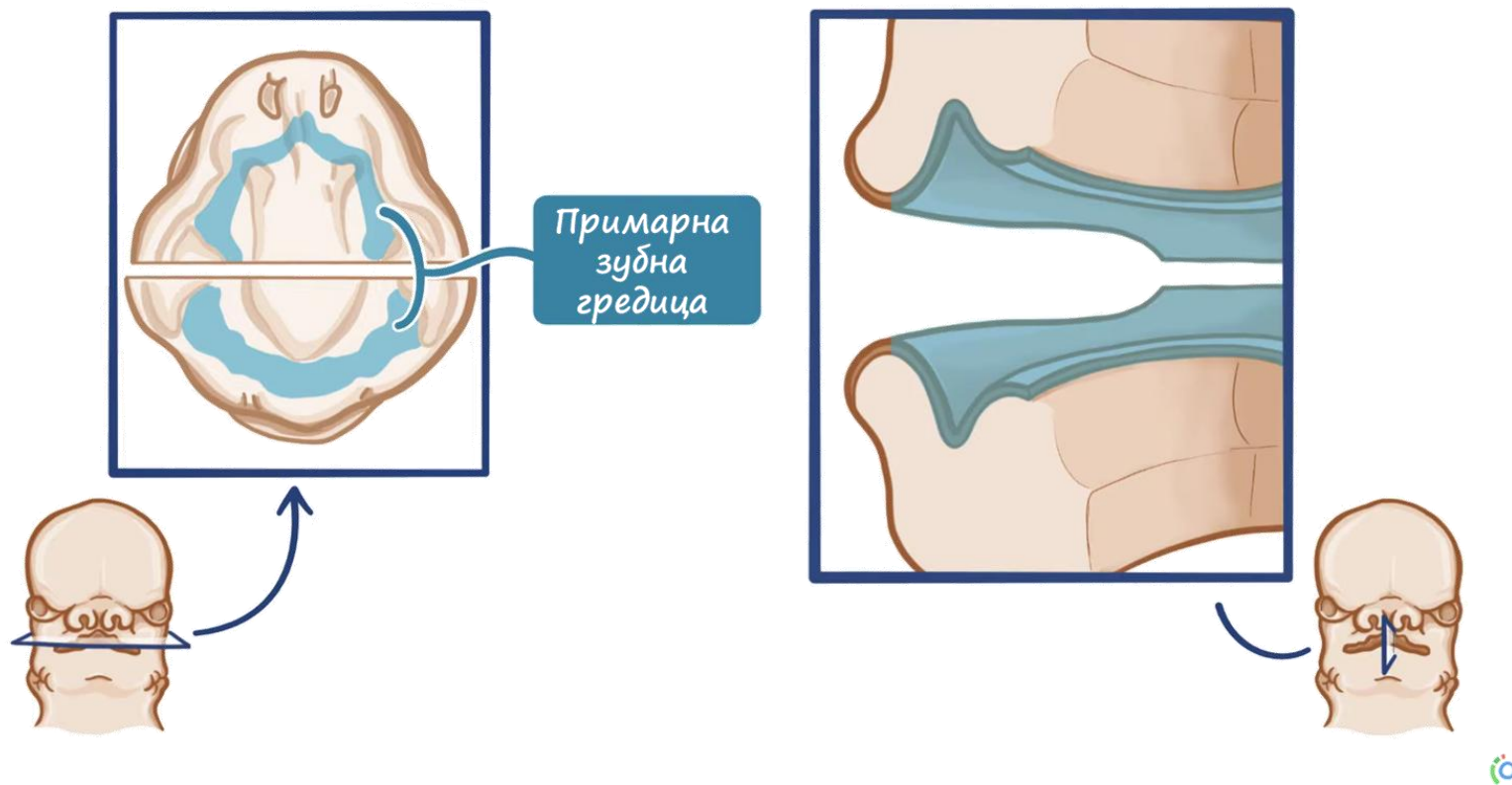
# Развој пулпо-дентинског комплекса

Развој зуба дешава се истоветно са почетним стадијумима краниофацијалног развоја и регулисан је интеракцијом примитивног оралног епитела и мезенхима (**епително-мезенхимна интеракција**). Зубна ткива воде порекло од два ембрионална клицина листа, **ектодерма** и **мезенхима првог фарингеалног лука**. Мезенхим првог фарингеалног лука назива се **ектомезенхим** јер ћелија нервног гребена (неуралне кресте)



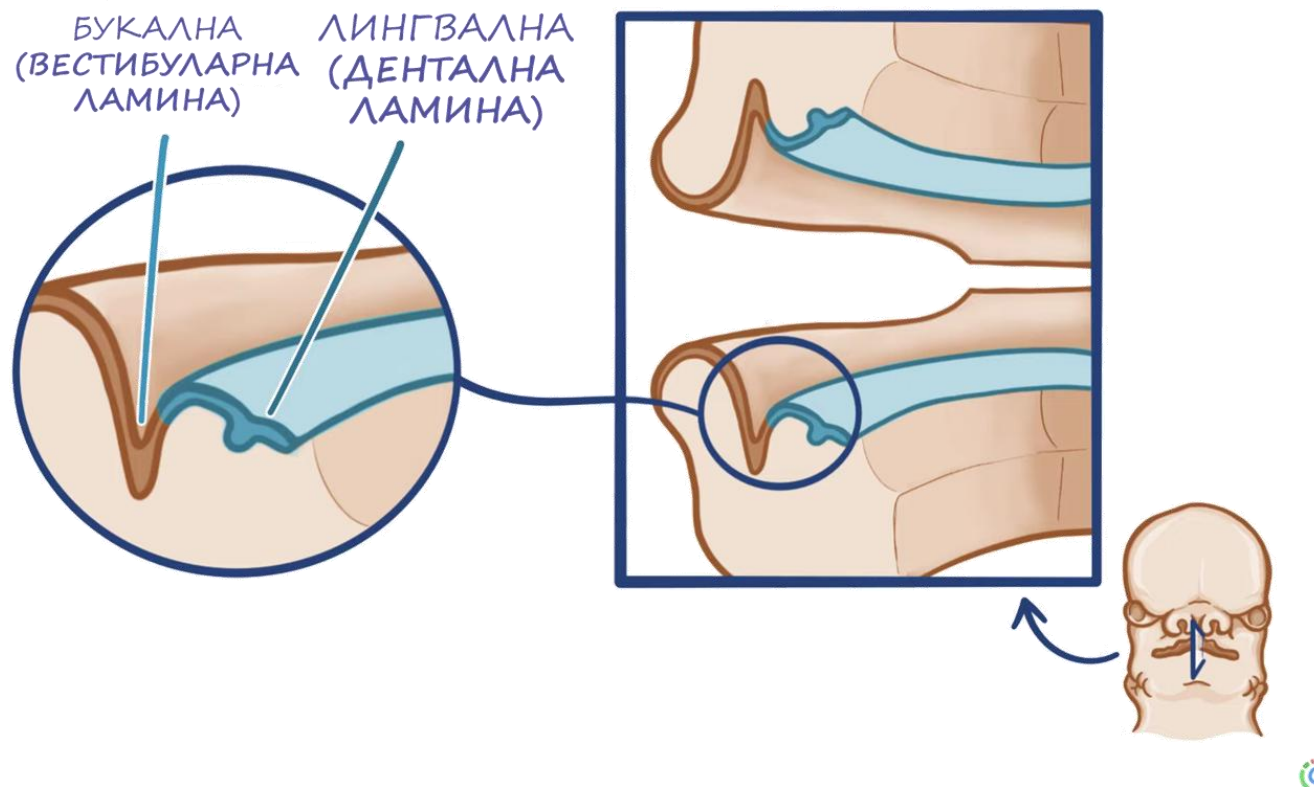
# Развој пулпо-дентинског комплекса

У **шестој недељи** ембрионалног развоја, ћелије базалног слоја оралног епитела пролиферишу формирајући траку – **примарну зубну гредицу**, која је облика потковице и прекрива мандибуларни и максиларни наставак.



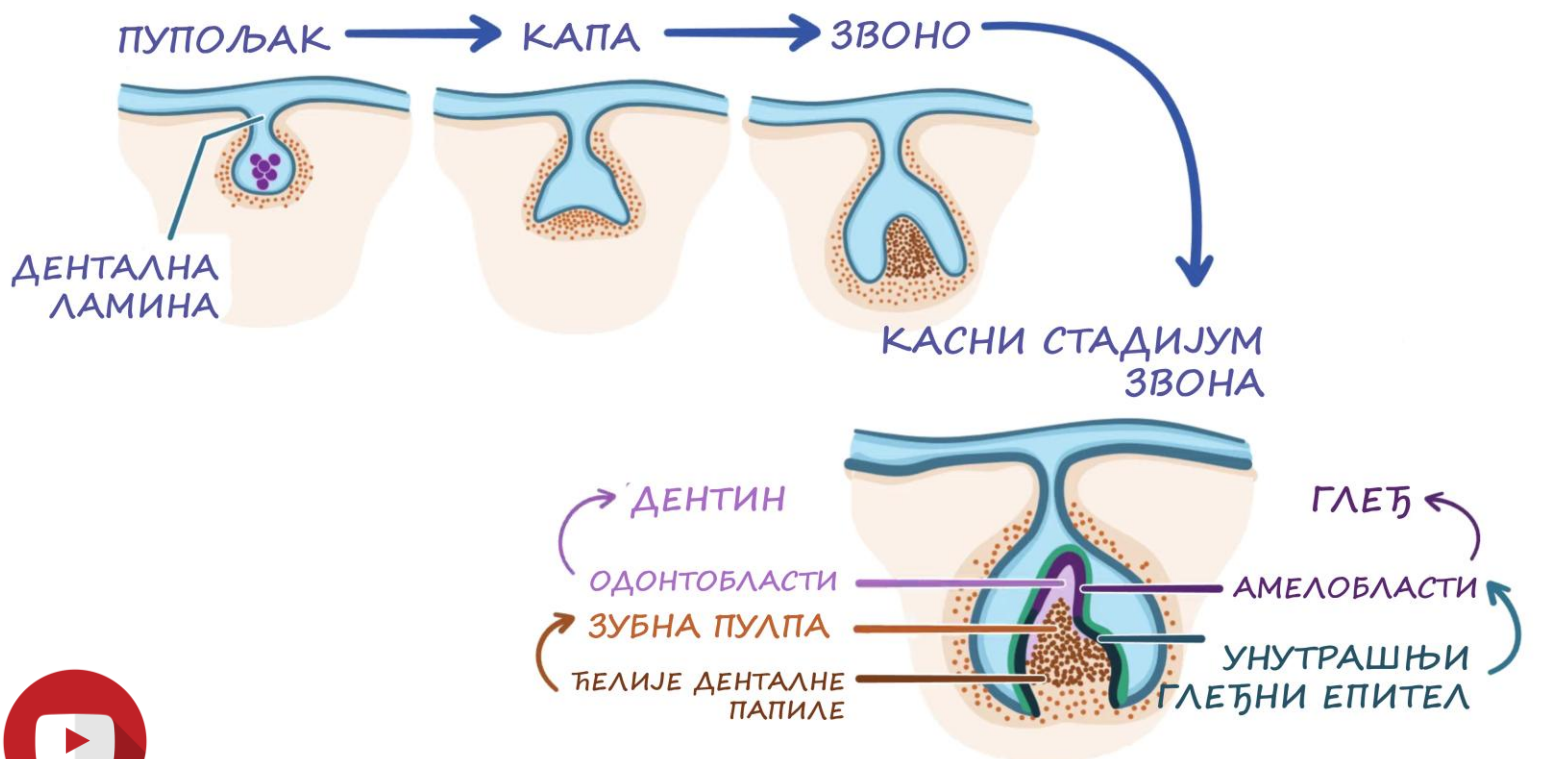
# Развој пулпо-дентинског комплекса

Примарна епителна трака се дели на унутрашњу (лингвалну) траку названу **дентална ламина** и спољашњу траку названу **вестибуларна ламина**. Дентална ламина представља основу за формирање прво млечних, а затим и сталних зуба у човека.



# Развој пулпо-дентинског комплекса

Убрзаном пролиферацијом ћелија денталне ламине и њиховом инвагинацијом према мезенхиму виличних наставка, ствара се **зубни пупољак**. Ова структура денталне ламине, порекла оралног епитела, представља почетак формирања глеђног органа. Даљом пролиферацијом ћелија и њиховим растом према ектомезенхиму, глеђни орган мења свој облик и поприма различите хистолошке облике, према којима је развој зуба подељен у више стадијума (**стадијум пупољка, капе и звона**)

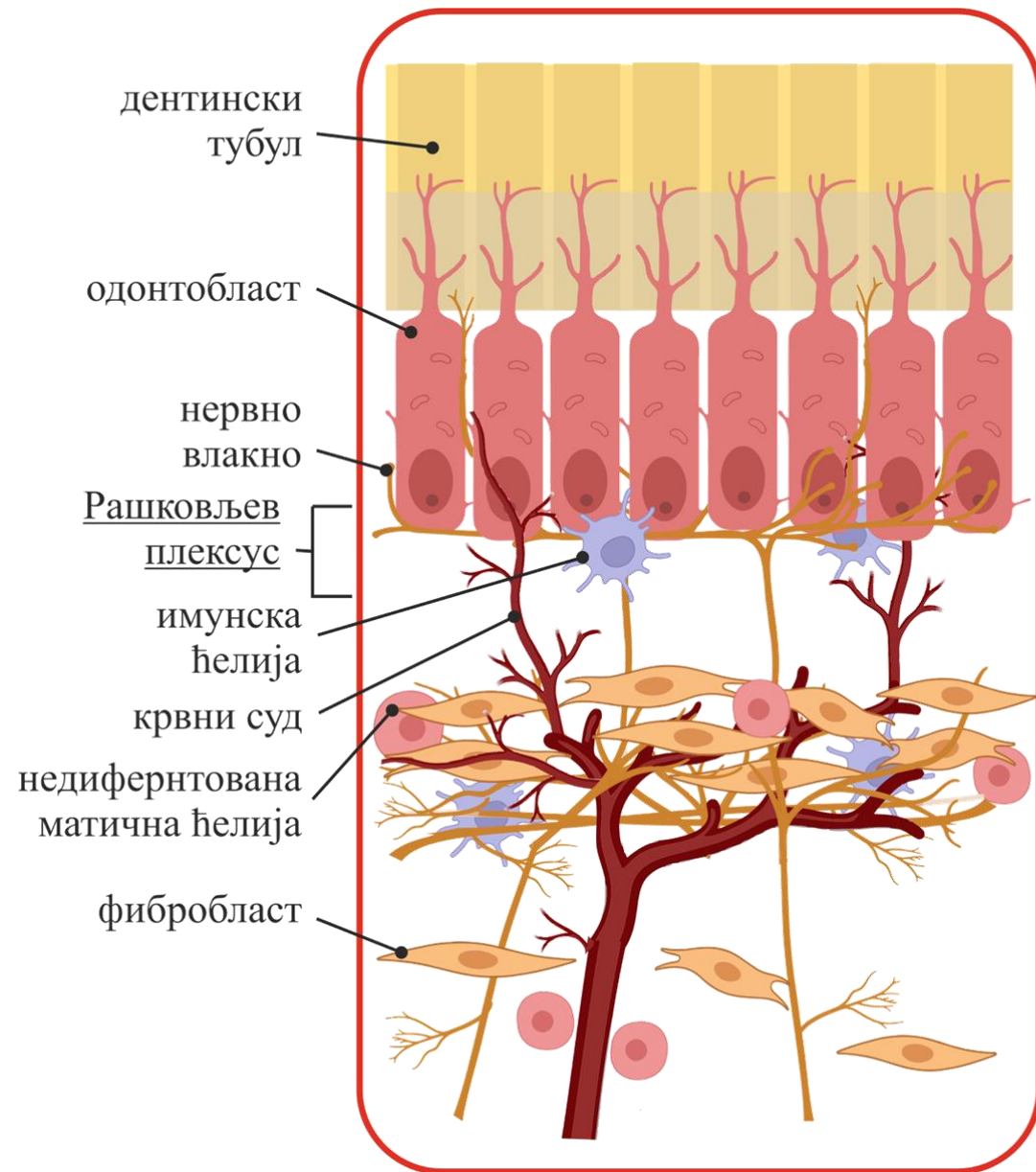


У стадијуму капе долази до задебљања глеђног органа, његове инвагинације и јасног разграничавања спољашњег и унутрашњег глеђног епитела. Део ектомезенхима који се налази одмах испод глеђног органа од унутрашњег глеђног епитела - чини **зубну (денталну) папилу**.

Од периферних ћелија зубне папиле диферентују **одонтобласти** који синтетишу органску компоненту дентина – **предентин**. Новоформирани дентин „инкапсулира“ ткиво зубне папиле чиме она постаје **зубна пулпа**. Упоредо, из ћелија унутрашњег глеђног епитела диферентују **амелобласти**, ћелије које синтетишу органску компоненту глеђи.  
(епително-мезенхимна интеракција)



# ПУЛПНО-ДЕНТИНСКИ КОМПЛЕКС



ДЕНТИН

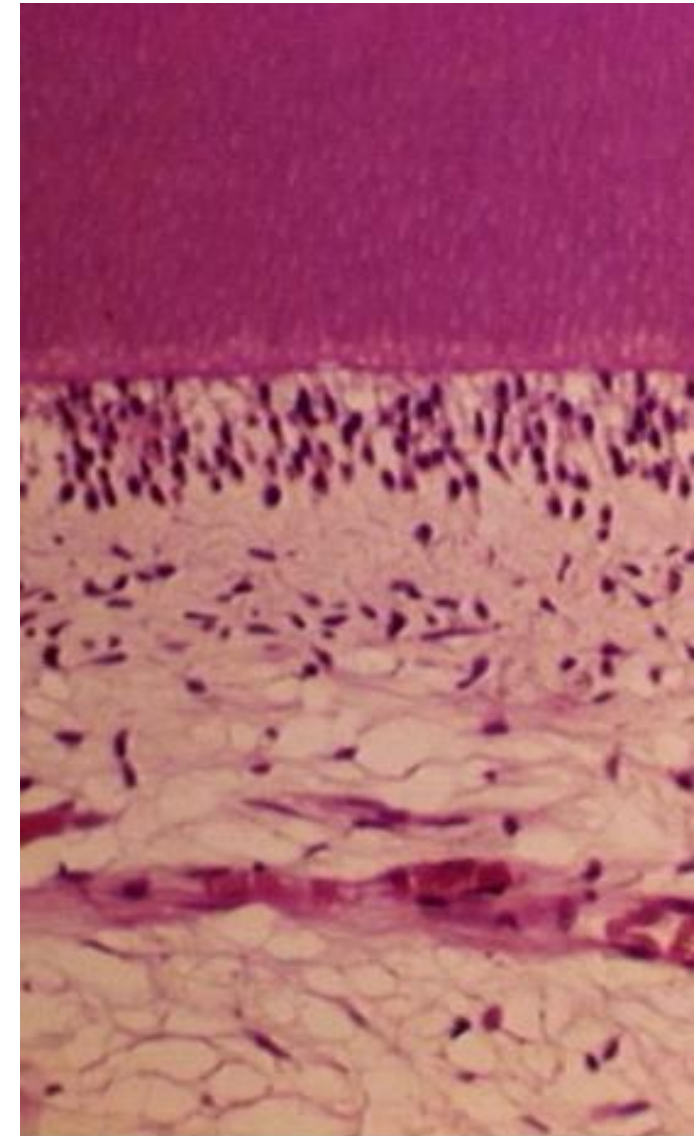
ПРЕДЕНТИН

а) ОДОНТОБЛАСТНИ СЛОЈ

б) ЗОНА СИРОМАШНА ЋЕЛ.

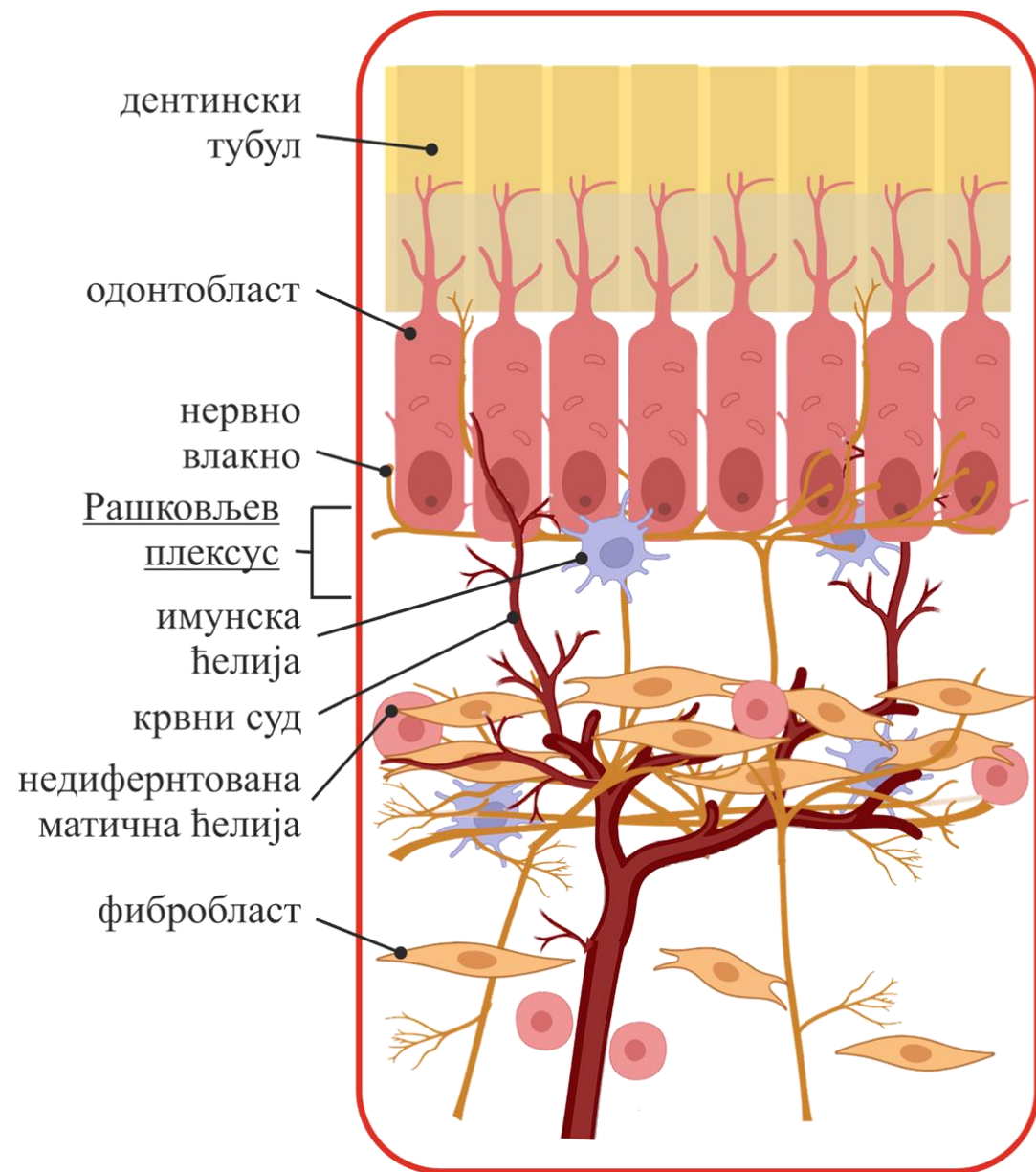
в) ЗОНА БОГАТА ЋЕЛИЈАМА

г) СРЖ ПУЛПЕ





# ПУЛПНО-ДЕНТИНСКИ КОМПЛЕКС / ДЕНТИН



ДЕНТИН

ПРЕДЕНТИН

а) ОДОНТОБЛАСТНИ СЛОЈ

б) ЗОНА СИРОМАШНА ЋЕЛ.

в) ЗОНА БОГАТА ЋЕЛИЈАМА

г) СРЖ ПУЛПЕ

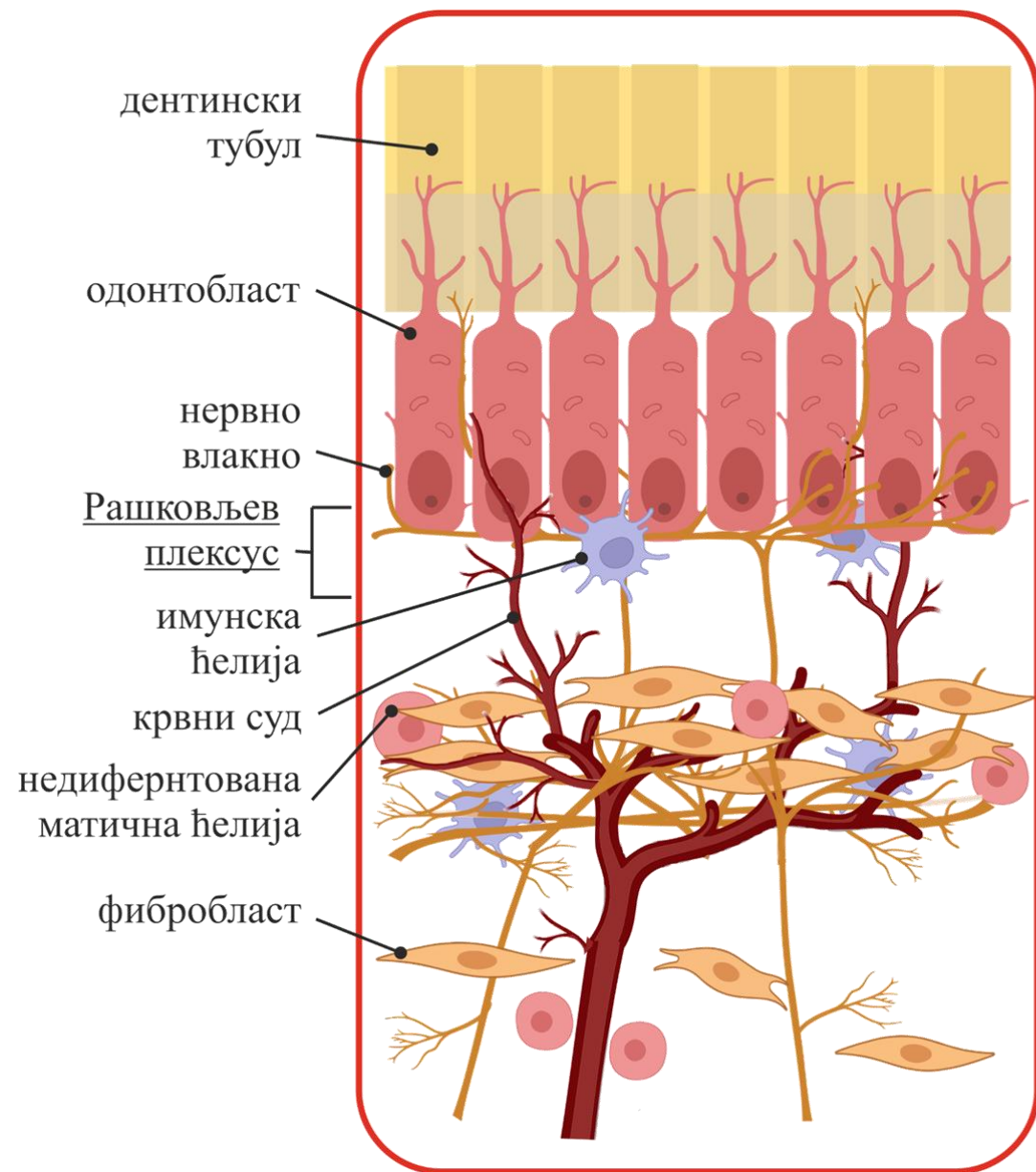
**Дентин** обезбеђује еластичност и чврстоћу зуба који му омогућава да се одупре силама мастикаторних оптерећење и траумама.

Обезбеђује важне одбрамбене функције у циљу очувања интегритета путног ткива.

У условима здравог зуба, када је дентин покривен глеђи и цементом, течност у дентинским каналићима може да се скупља и шири и утиче на ћелије пулпе као одговор на **термичке надражаје**.

Сензорни спроводници подстакнути еластичним деформацијом такође имају функцију да открију **преоптерећење** које изазива рефлексно смањење крвотока и оштар пролазни бол.

# ПУЛПНО-ДЕНТИНСКИ КОМПЛЕКС / ДЕНТИН



ДЕНТИН

ПРЕДЕНТИН

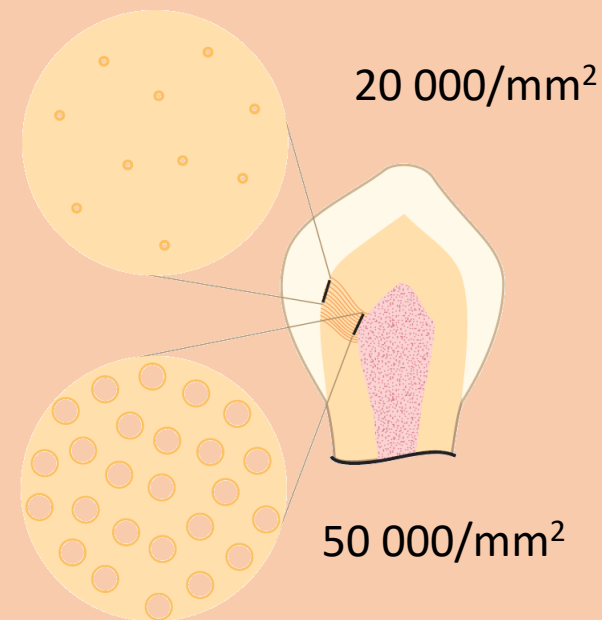
а) ОДОНТОБЛАСТНИ СЛОЈ

б) ЗОНА СИРОМАШНА ЋЕЛ.

в) ЗОНА БОГАТА ЋЕЛИЈАМА

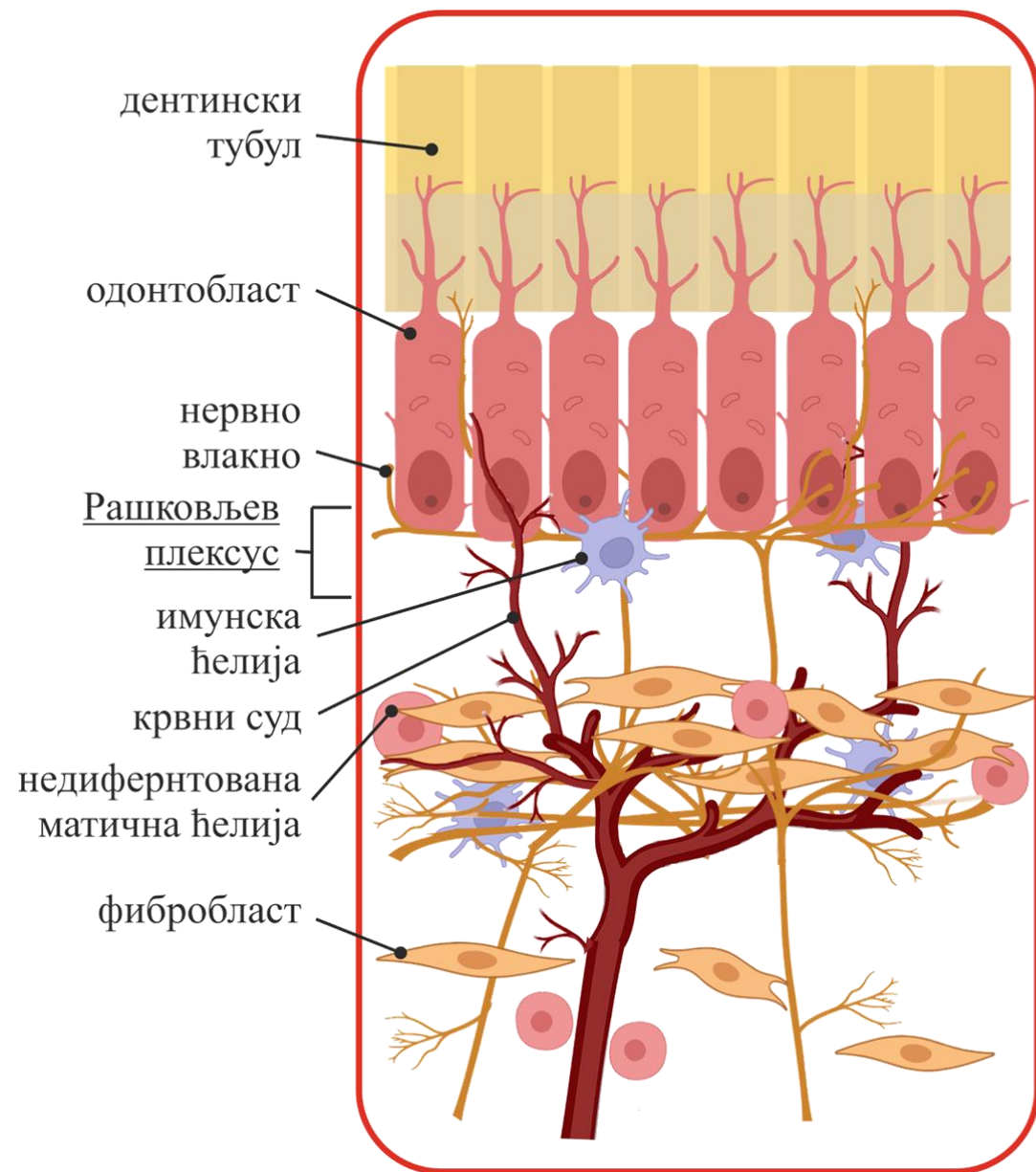
г) СРЖ ПУЛПЕ

## ДЕНТИНСКИ ТУБУЛИ



Када су отворени представљају пут за спољашње ноксе. Број и дијаметар се повећавају према пулпи.

# ПУЛПНО-ДЕНТИНСКИ КОМПЛЕКС / ДЕНТИН



ДЕНТИН

ПРЕДЕНТИН

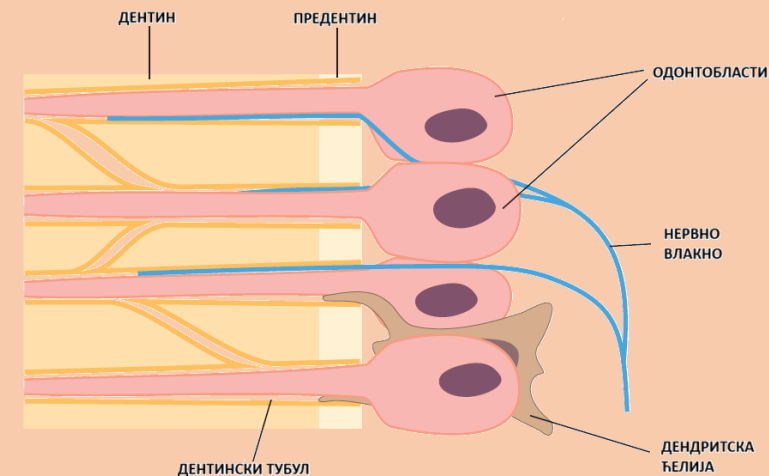
а) ОДОНТОБЛАСТНИ СЛОЈ

б) ЗОНА СИРОМАШНА ЋЕЛ.

в) ЗОНА БОГАТА ЋЕЛИЈАМА

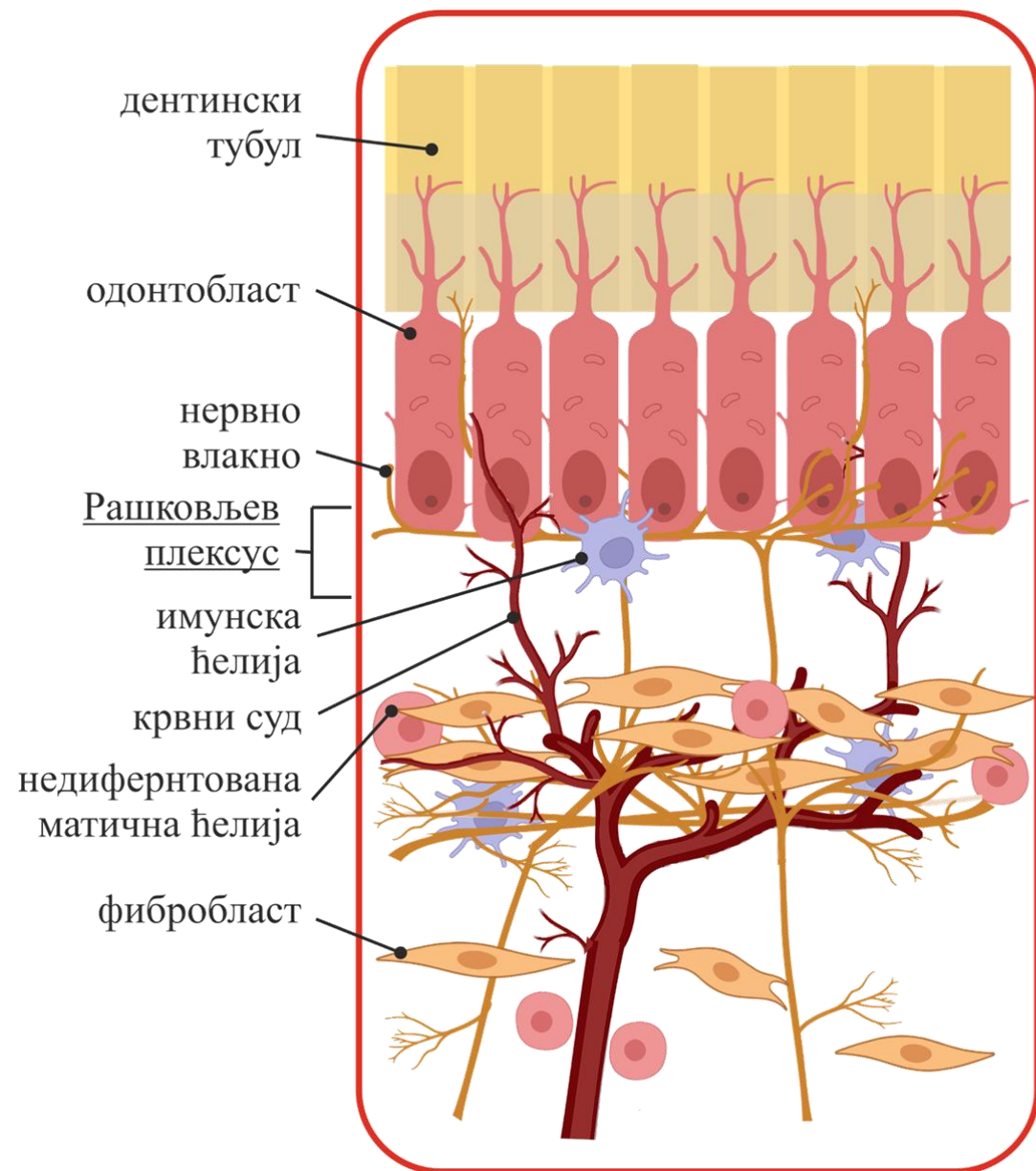
г) СРЖ ПУЛПЕ

## ДЕНТИНСКИ ТУБУЛИ



Садрже **дентинску течност**, **одонтобластни продужетак** (до 1/3), **нервна влакна** (на улазу), па чак и **продужетке имунских ћелија**.

# ПУЛПНО-ДЕНТИНСКИ КОМПЛЕКС / ОДОНТОБЛАСТИ СЛОЈ



ДЕНТИН

ПРЕДЕНТИН

а)

ОДОНТОБЛАСТНИ СЛОЈ

б)

ЗОНА СИРОМАШНА ЋЕЛ.

в)

ЗОНА БОГАТА ЋЕЛИЈАМА

г)

СРЖ ПУЛПЕ

Одонтобластни слој сачињен је од четири до пет редова палисадно распоређених одонтобласта карактеристичног издуженог облика са цитоплазматским продужецима (Томесова влакна) који улазе у тубуле дентина.

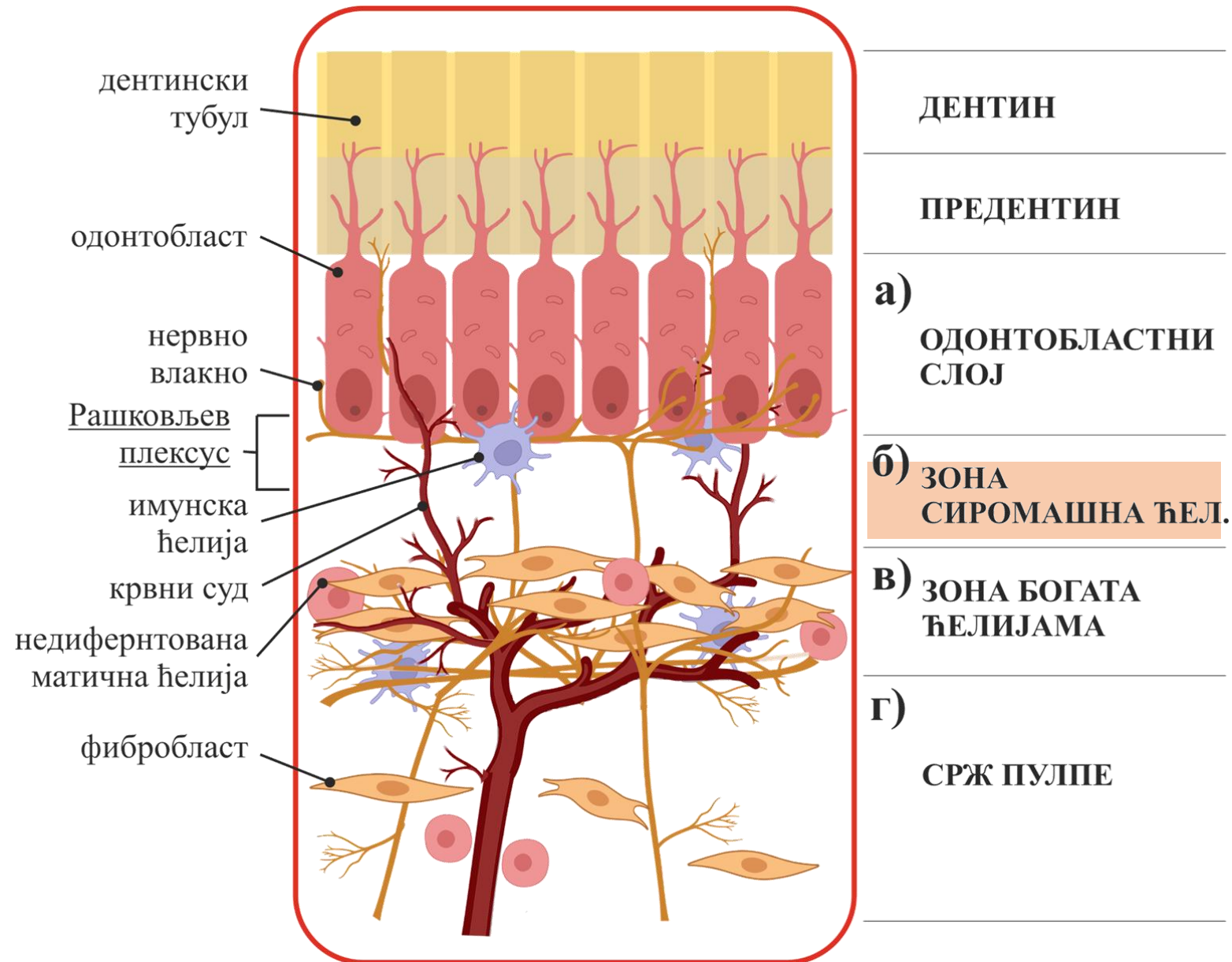
Како су ове ћелије у непосредном контакту са минерализованим чврстим ткивом дентина, имају важне улоге у одбрани, те им се приписују и функције ноцицептора и антиген-презентујућих ћелија.

Међутим, њихова главна улога је продукција дентина у току развоја зуба, али и током живота као одговор на различите стимулусе.

Они су **дугоживеће пост-митотске ћелије** те се не могу умножавати деобом.



# ПУЛПНО-ДЕНТИНСКИ КОМПЛЕКС / ЗОНА СИРОМАШНА ЋЕЛИЈАМА

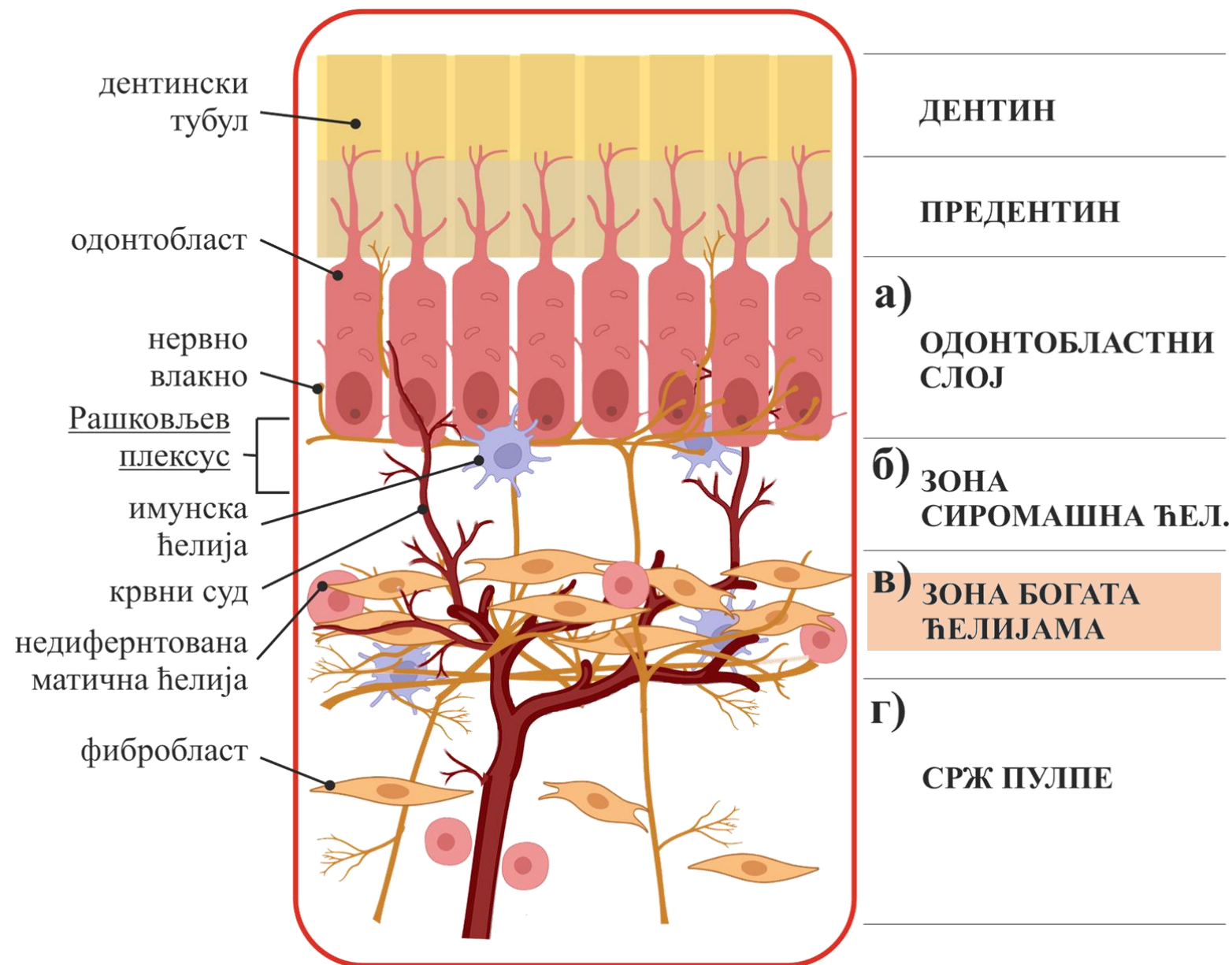


Другачије названа **Вејлова (Weil)**, зона сиромашна ћелијама налази се између зоне богате ћелијама и одонтобластног слоја и карактерише је присуство малог броја ћелија.

у овој зони налазе се субодонтобластни сплет **немијелизованих** нервних влакна, крвни капилари и продужеци фибробласта.



# ПУЛПНО-ДЕНТИНСКИ КОМПЛЕКС / ЗОНА БОГАТА ЋЕЛИЈАМА



Садржи **фибробласте**, **имунске ћелије** и **недиферентоване матичне ћелије** зубне пулпе.

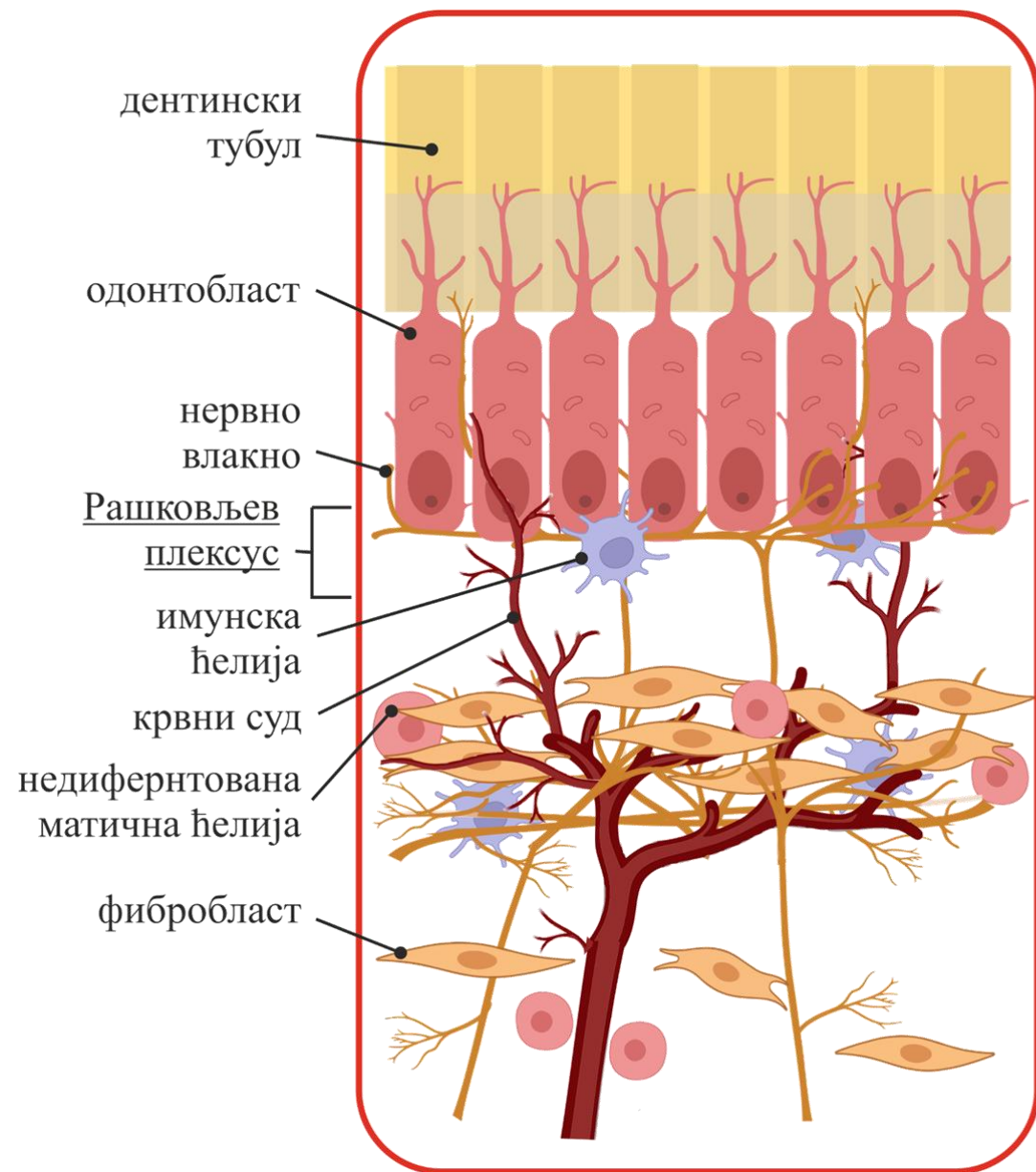
У случајевима антигенских изазова, ова зона бива насељена већим бројем имунокомпетентних ћелија. Митотска активност у овој зони је ниска, осим у случајевима губитка одонтобластног слоја.

б) ЗОНА СИРОМАШНА ЋЕЛ.

в) ЗОНА БОГАТА ЋЕЛИЈАМА

г) СРЖ ПУЛПЕ

# ПУЛПНО-ДЕНТИНСКИ КОМПЛЕКС / СРЖ ПУЛПЕ



ДЕНТИН

ПРЕДЕНТИН

а)

ОДОНТОБЛАСТНИ СЛОЈ

б)

ЗОНА СИРОМАШНА ЋЕЛ.

в)

ЗОНА БОГАТА ЋЕЛИЈАМА

г)

СРЖ ПУЛПЕ

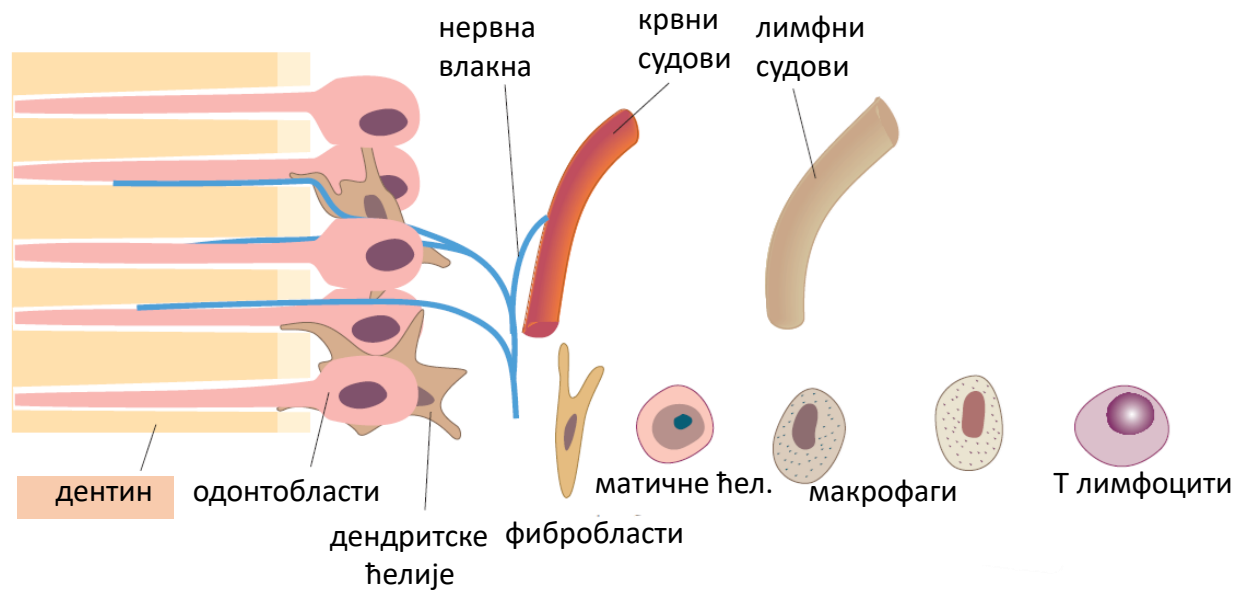
Срж пулпе сачињавају основна супстанца са влакнима, крвни и лимфни судови, нервна влакна и ћелије од којих су најбројнији фибробласти.

Крвни судови величине артериола и венула улазе/напуштају пулпну комору кроз апикални отвор, а праћени су сензитивним и симпатичким нервним влакнима.

Слично као и крвни судови, већа нервна влакна изразито се гранају идући ка периферији пулпног ткива стварајући богату инервациону мрежу у регији зоне сиромашне ћелијама назван **Рашковљев (Rashkow) плексус**.

**Чиниоци пулпних реакција**

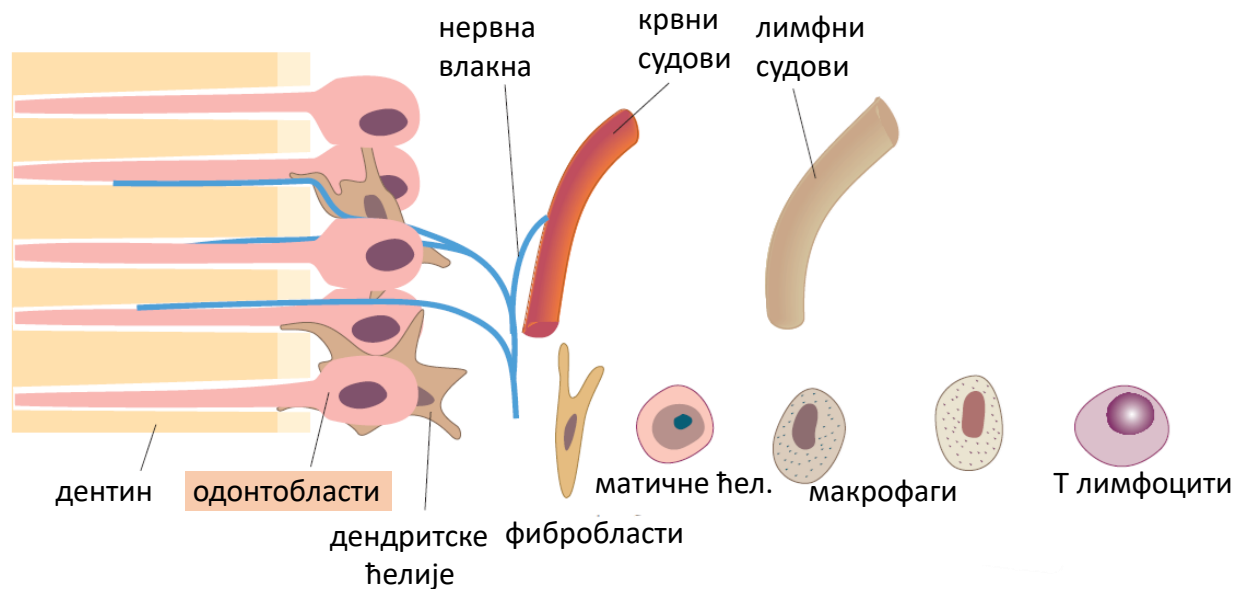
# ПОСРЕДНИЦИ РЕАКЦИЈА ПУЛПЕ



## ДЕНТИН

- Тубуларна грађа
- Кретање дентинског флуида
- Склероза тубула
- Амортизација максиларних сила

# ПОСРЕДНИЦИ РЕАКЦИЈА ПУЛПЕ

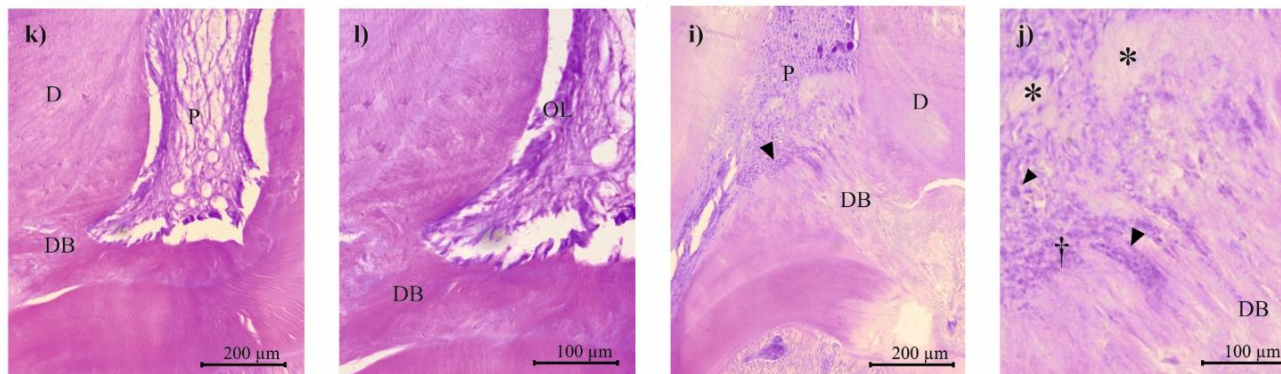
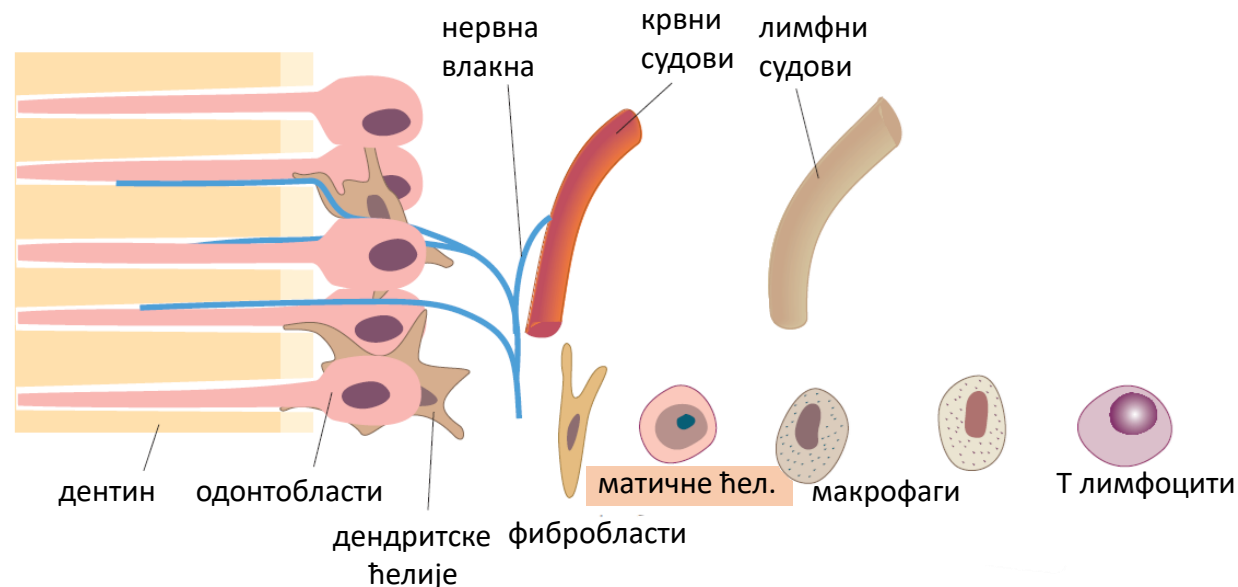


## ОДОНТОБЛАСТИ

- Антиген презентујућа својства (на себи поседују рецепторе за препознавање патогена, а услед активације могу да луче различите хемокине који привлаче имунске ћелије)
- Лучење антимикробних пептида (дефензина) који су способни да оштете ћелијски зид бактерија
- Формирање секундарног и терцијарног дентина



# ПОСРЕДНИЦИ РЕАКЦИЈА ПУЛПЕ

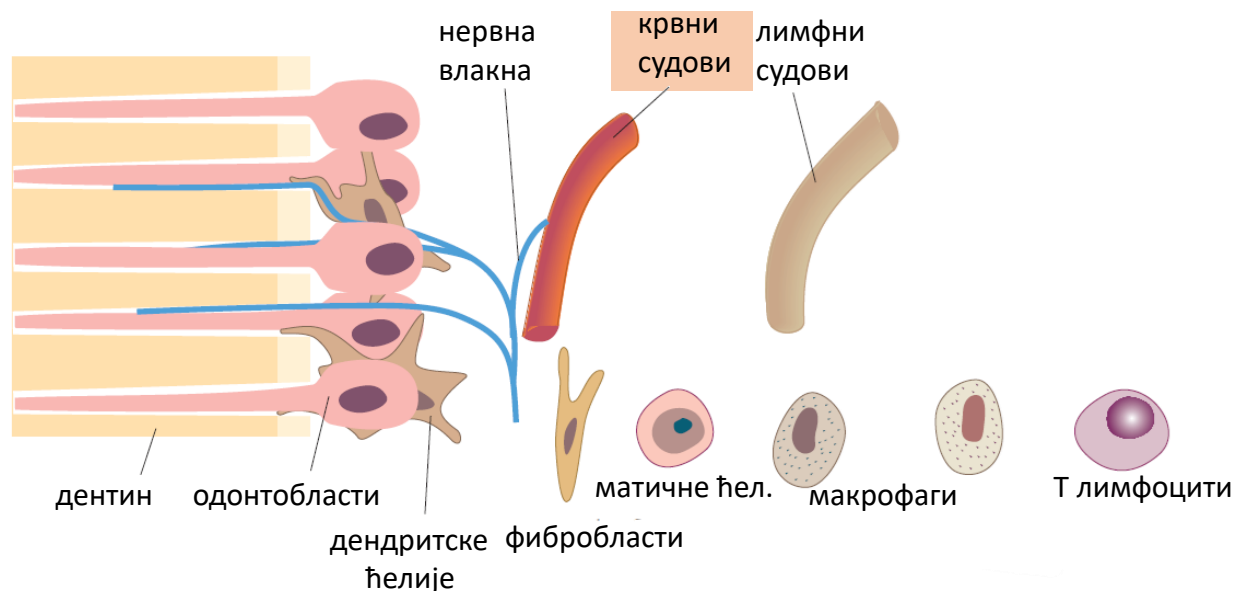


## СЕКУНДАРНИ ОДОНТОБЛАСТИ

Секундарни одонтобласти стварају дентин у количини која зависи од величине и трајања повреде. Развој овог тврдог ткива води у компензаторно повећање дебљине дентина. Дентин кога стварају секундарни одонтобласти је **ирегуларан** и **аморфан** и **садржи мање дентинских каналића**. Ови се тубули не настављају увек директно на тубуле примарног дентина. Због тога комплекс примарног и репарационог дентина постаје **мање пропусљив за спољашње материје**. Такође, такав дентин је **мање осетљив** на термичке и осмотске надражај који доводе до наглог испаравања течности.

Квалитет новог често ткива није увек тако добар када се ствара брзо (нпр. после исхемија услед трауме). Може да буде **веома порозан** и да **садржи подручја испуњена меким ткивом**. Ова подручја су довољно велика да **омогуће простор за раст и размножавање** бактерија у случају изложености инфекцији.

# ПОСРЕДНИЦИ РЕАКЦИЈА ПУЛПЕ



- Порекла су **грана максиларне артерије**
- Циркулације се одвија **под контролом нервних импулса** симпатичког и парасимпатичког система и хуморалних агенаса.
- **Крунична пулпа је боље васкуларизована** него коренска.
- **Нема колатералног крвотока**, али постоје **анастомозе** код вишекорених зуба.
- Улоге су: **исхрана, уклањање отпадних материја, одржавање хомеостазе, имунска заштита и неуроваскуларна реакција**

## КРВИ СУДОВИ

Пулпа је добро васкуларизовано ткиво.

Артеријски крвни судови улазе у пулпу кроз апикални отвор или делту, а на истим местима из пулпе излазе венски судови.

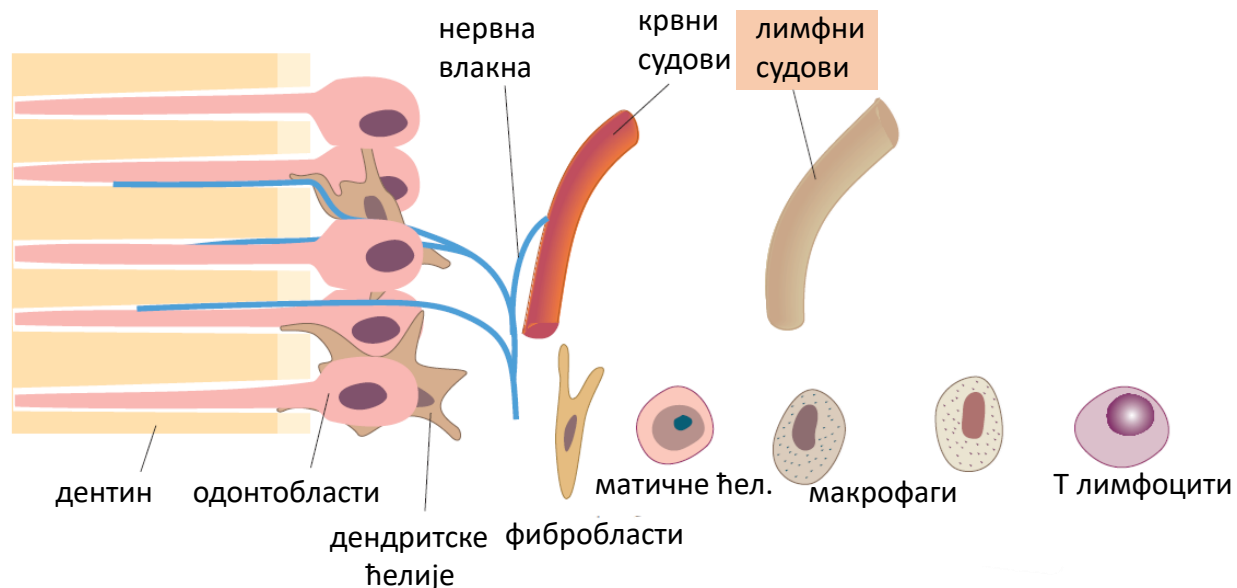
Идући од форамена апикале према круничном делу зуба, артерије се гранају на свим нивоима пулпе у артериоле, метартериоле, прекапиларе и капиларе.

Артерије пулпе имају дебљи зиду односу на зид вена, а у средњем слоју зида артерија налази се слој глатких мишићних ћелија које су инервисане симпатичким нервним завршецима који одржавају њихов вазоконстрикторни тонус.

Завршна капиларна мрежа у субодонтобластној и одонтобластној зони – **одонтобластни капиларни плексус** - одговоран за исхрану одонтобласта и ћелија које се налазе у зони богатој ћелијама.

Оптимални притисак у пулпи износи 1,3kPa, благо повећање се јавља код почетних инфламација иреверзибилног карактера, док притисак од 4,7kPa прати иреверзибилне промене у пулпи.

# ПОСРЕДНИЦИ РЕАКЦИЈА ПУЛПЕ



## ЛИМФНИ СУДОВИ

Дуго је постојала дилема о постојању лимфних судова у пулпи.

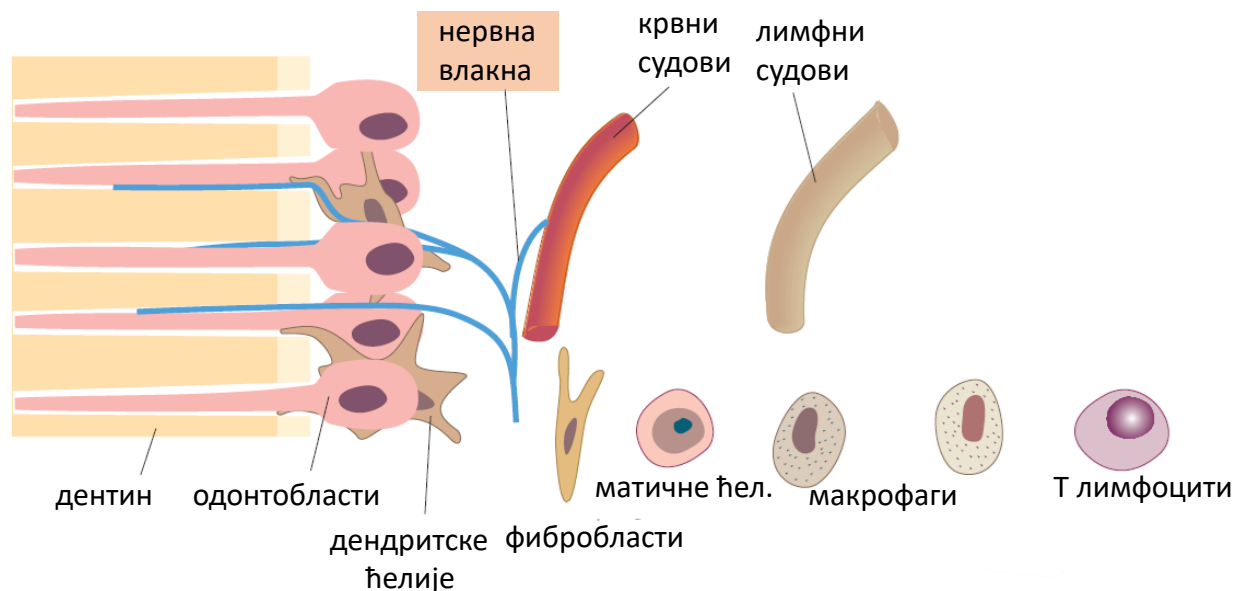
Сличног су изгледа као венски судови.

Почињу као слепи отвори у **Вејловој зони** и **одонтобластном слоју**, пружају се кроз пулпу напуштајући је кроз апикални отвор и завршавају се у већим лимфним судовима или регионалним лимфним жлездама.

Улога им је **регулација повећања колоид-осмотског притиска** који је настао екстрацелуларном акумулацијом протеина и макромолекула у зонама запаљења (смањују интрапулпни притисак)

Такође, **пут су за антиген-презентујуће ћелије** до регионалних лимфних чворова.

# ПОСРЕДНИЦИ РЕАКЦИЈА ПУЛПЕ



## МИЈЕЛИЗОВАНА А – ВЛАКНА

Спроводе сензорне импулсе **брз, оштар, локализован** бол, улазе у дентинске тубуле налазе се уз одонтобласте.

Одговарају на хидродинамичке стимулансе који делују на дентин – бушење, сондирање исушивање, хипертонични раствори

Одговорни су за **осетљивост дентина** и дају први знак упозорења кад је дентин експониран

## НЕМИЈЕЛИЗОВАНА Ц – ВЛАКНА

Спроводе **спор и туп** бол који **није локализован**

Имају висок праг надражаја и активирају их термички (топли, хладни), механички надражаји, медијатори запаљења

Активирају се у патолошким условима одговорна су за **пулпитичне болове** и инфламаторне реакције што указује на **иреверзибилне промене у пулпи**

## НЕРВНА ВЛАКНА

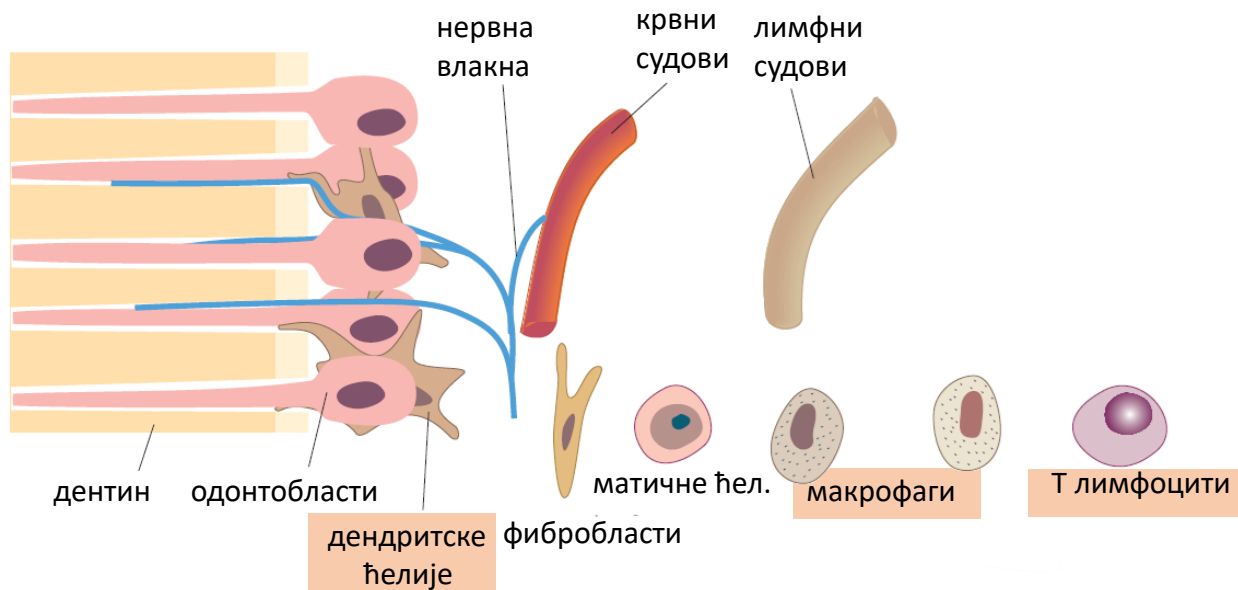
Пулпа је богато инервисана сензитивним и аутономним нервним влакнима.

**Мијелизована** и **немијелизована** нервна влакна улазе заједно са крвним судовима кроз апикални форамен гранају се у одонтобластно – субодонтобластном слоју формирајући **Рашковљев (Raschkow) плексус**.

- И сензорна и симпатичка нервна влакна **инервишу крвне судове** и тиме утичу на **вазомоторну контролу протока крви**
- Представљају **заштитни одговор** на иритацију вазодилатацијом и повећањем пропустљивости крвних судова
- **Неурореактивни пептиди** утичу на одговор пулпе на иритацију као што су **неурокинини, супстанца П и пептиде срдоне калцитонин гену** (eng. Calcitonin Gene Related Peptide, CGRP).
- **Делују на одонтобласте и дентиногенезу**



# ПОСРЕДНИЦИ РЕАКЦИЈА ПУЛПЕ



## Дендритске ћелије

Су најзначајније антиген-презентујуће ћелије. Карактеришу их дендритични цитоплазматски продужеци. Најчешће се налазе на периферији пулпе **у зони одонтобласти**. Ефикасне су у откривању микроба, хватању и процесуирању страних антигена. Представљају **кључни иницијатор** стеченог имунског одговора.

## Макрофаги

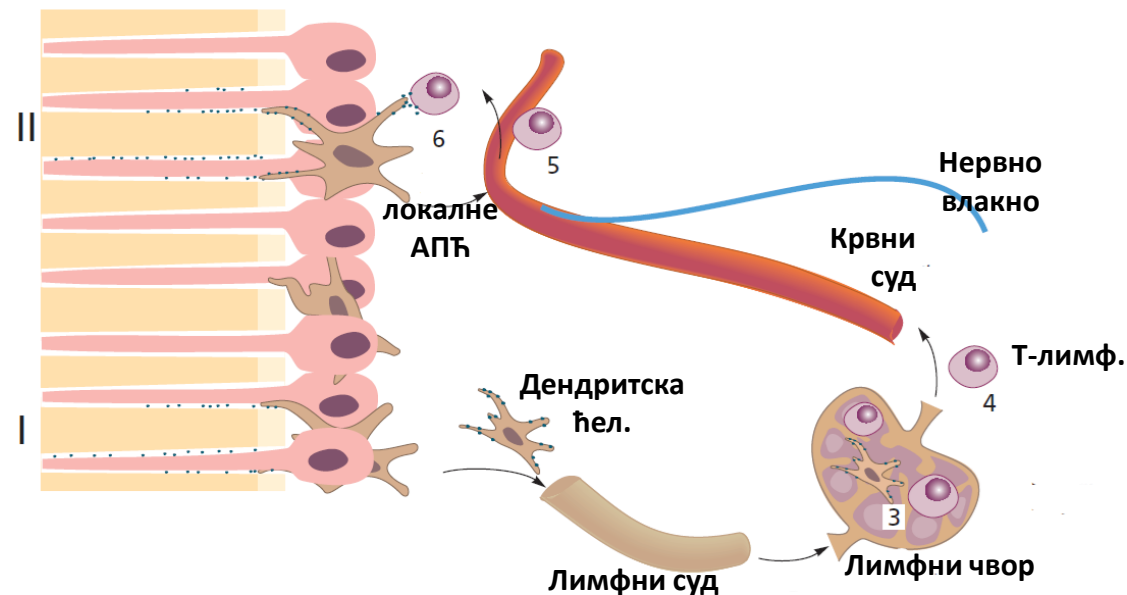
Прве и најефикасније ћелије у борби против штетних агенаса. Представљају **прву линију одбране** против инфекције (лизозимима и протеолитичким ензимима уништавају фагоцитоване бактерије) Учествују и у **чишћењу ткива** (разлажу некротично ткиво, одумреле имунске ћелије) Делују као **антиген-презентујуће ћелије** Постоје М1 и М2 макрофаге

## ИМУНСКЕ ЋЕЛИЈЕ

Имунске ћелије пулпе ограничене су на:

- **Антиген-презентујуће ћелије:** дендритске ћелије и макрофаге
- **Т-лимфоците**

Б-лимфоцита уобичајено нема у здравој пулпи.



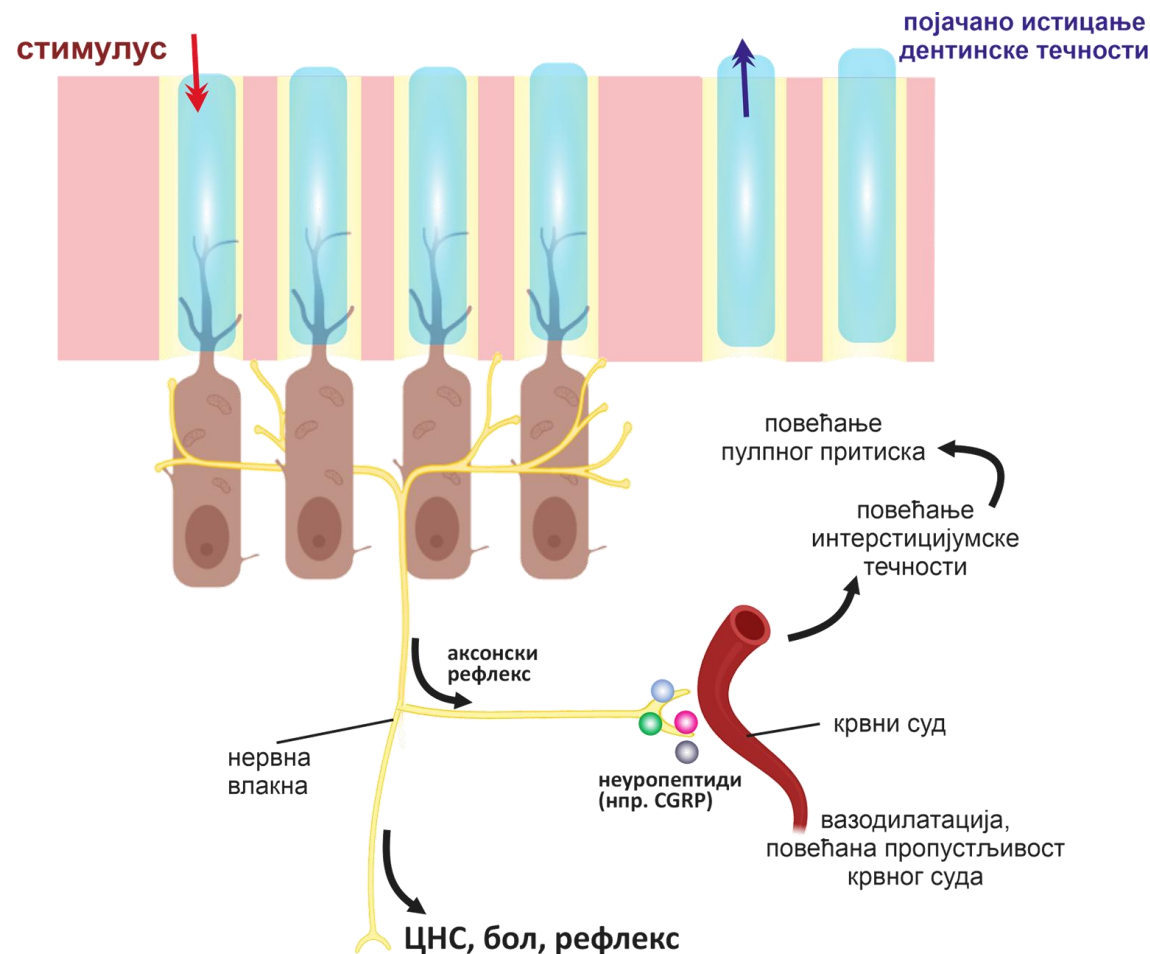
# РЕАКЦИЈА ПУЛПЕ НА НЕДЕСТРУКТИВНЕ НАДРАЖАЈЕ

# ФИЗИОЛОШКИ НАДРАЖАЈИ

Функционално јединствен пулпо-дентински комплекс делује као спроводник различитих спољашњих надражаја, који су умереног интензитета.

У интактном здравом зубу умерено хладан надражај или еластичне деформације дентина под дејством наглог јаког оптерећења на зуб, преноси се моменталним и брзим кретањем дентин флуида. Ове кретње надаржују околне нерве, изазивајући брзо реакцију „**рефлексног повлачења**“ што је одмах праћено краткотрајним **оштрим болом**, убрзавајући особу на даље смањење оптерећења (пример, прекомерно оптерећење током акта жвакања).

Упоредо са овим постоји **пролазни пораст крвотока** кроз пулу. Ово је део тренутне локалне одбрамбене реакције. Настаје захваљујући финим терминалним границама сензорних нерава који се налазе и у слоју одонтобласта и у близини доводних артериола, смештене дубље у ткиву пулпе. Екситација терминални граница у периферној пулпи изазива рефлексно преношење импулса на околне нерве завршетке који припадају истом нерву (**аксонски рефлекс**), а пошто ови нерви садрже вазодилатационе неуропептиде (доминантан је CGRP), потребно је само неколико секунди за краткотрајни пораст протока крви у пулпи. Као резултат пролазног пораста локалне запремине крви расте и ткивни притисак у пулпи.



# РЕАКЦИЈА ПУЛПЕ НА ДЕСТРУКТИВНЕ НАДРАЖАЈЕ



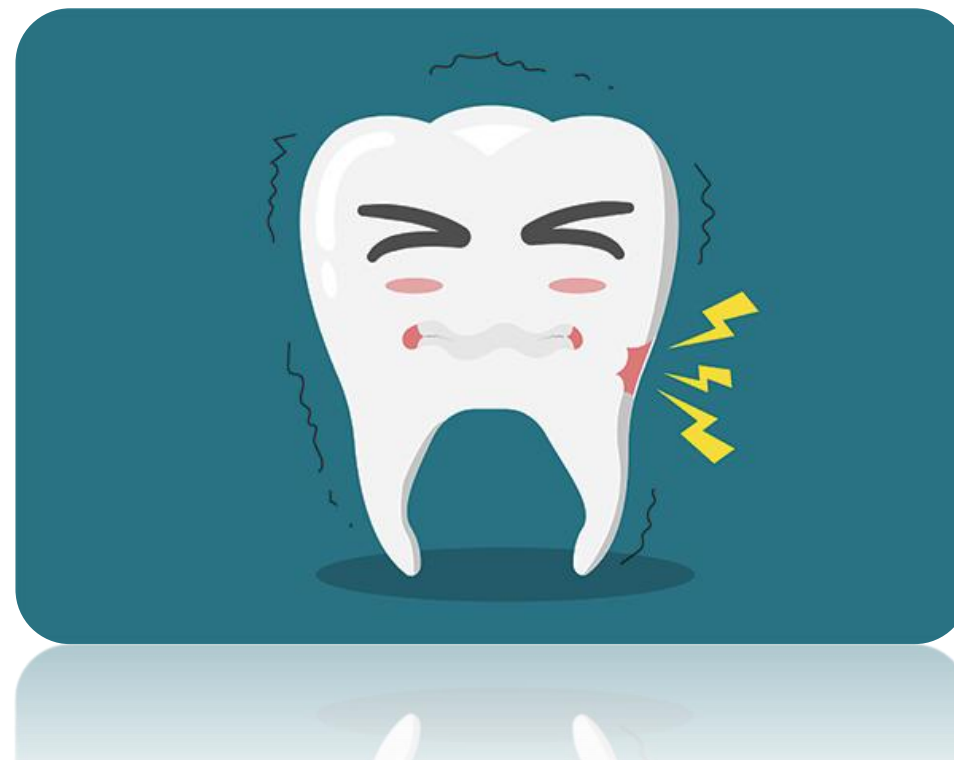
# ПАТОЛОШКИ НАДРАЖАЈИ

Пулпа као сва везивна ткива на надражај реагује запаљењем, али има специфичности које јој стварају проблеме код едема и онемогућавају опоравак:

- ❖ Специфична анатомска локализација

- ❖ Недостатак колатералног крвотока

- ❖ Узак апексни отвор



# РЕСТАУРАТИВНА ПРОЦЕДУРА

Реакција пулпе и дентина на препарацију је комбиновани одговор ових ткива на препарацију (брушење)  
Код препарације кавитета ствара се топлота која доводи до дехидратације дентина ①

② Долази до моменталне **неуроваскуларне реакције** (повећање протока крви, вазодилатација и повећана пропустљивост крвних судова)

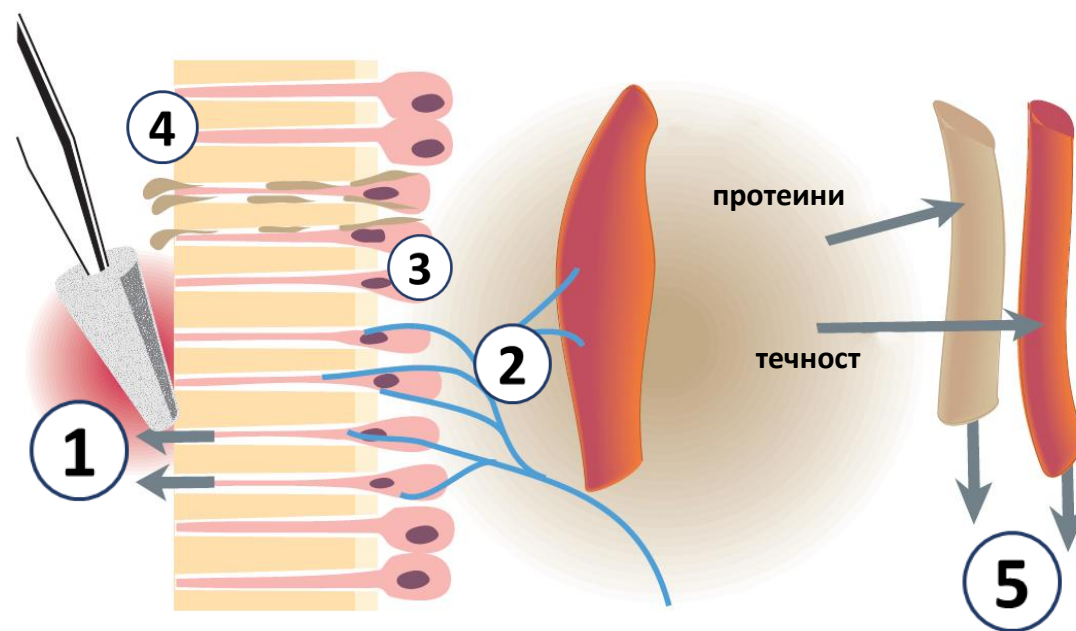
③ Због пораста крвног притиска и дехидратације може доћи и до **аспирације одонтобласта и оштећења**

④ Пораст крвног притиска **интензивира ток дентиског флуида** према споља ограничавајући инвазију спољашњих нокси

- Због екстравазације **протеина плазме** они улазе у састав дентинског флуида и преко њега бивају **пренесени** на периферију дентина (имуноглобулини и други антибактеријски молекули) – такође, **повећава се вискозност** флуида

Ове реакције су **реверзибилне** и служе да омогуће ткиву да превазиђе опасност. Вишак интерстицијалне течности и протеини плазме елиминишу се лимфним и венским судовима ⑤

**Касне реакције** – склероза тубула и формирање терцијарног дентина

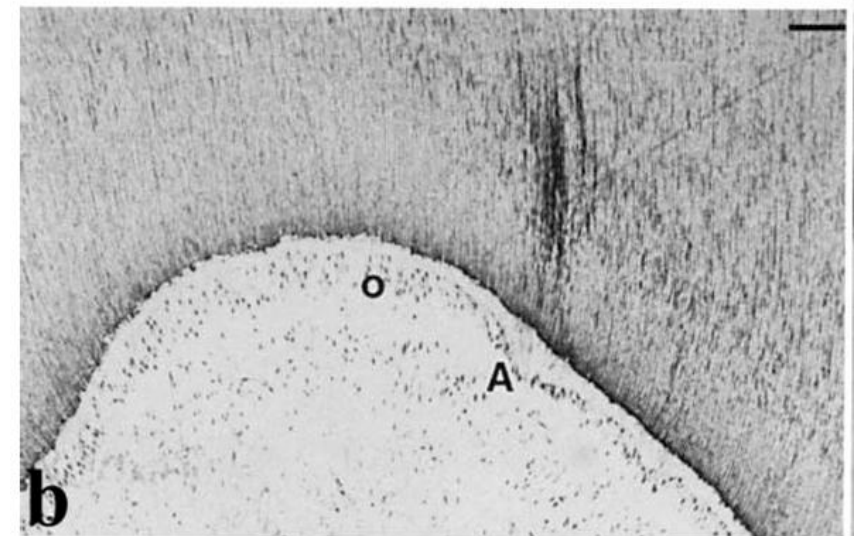
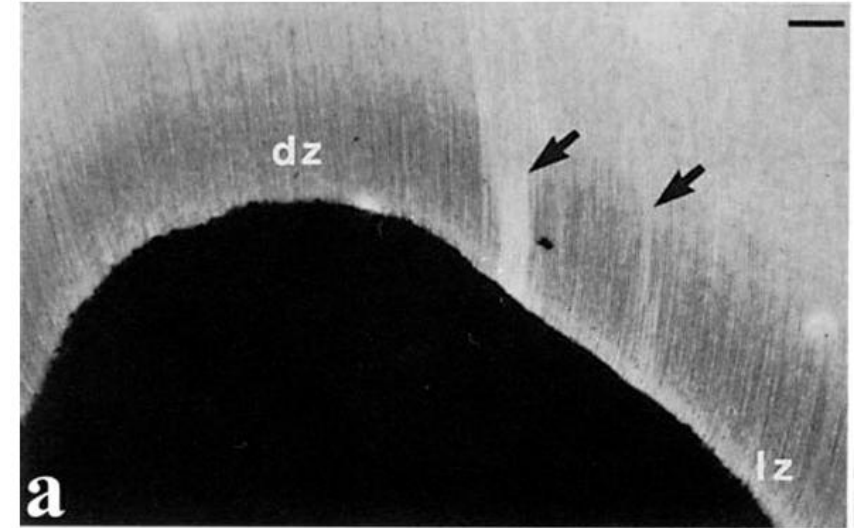


Ове реакције може да прати и локални пораст имунских ћелија на местима оштећења (неутрофили, моноцити, Т и Б лимфоцити)

Ако уопште нема или је инвазија микроорганизмима мала (уобичајено после препарације), инфилтрација неутрофилима је ограничена и реверзибилна.

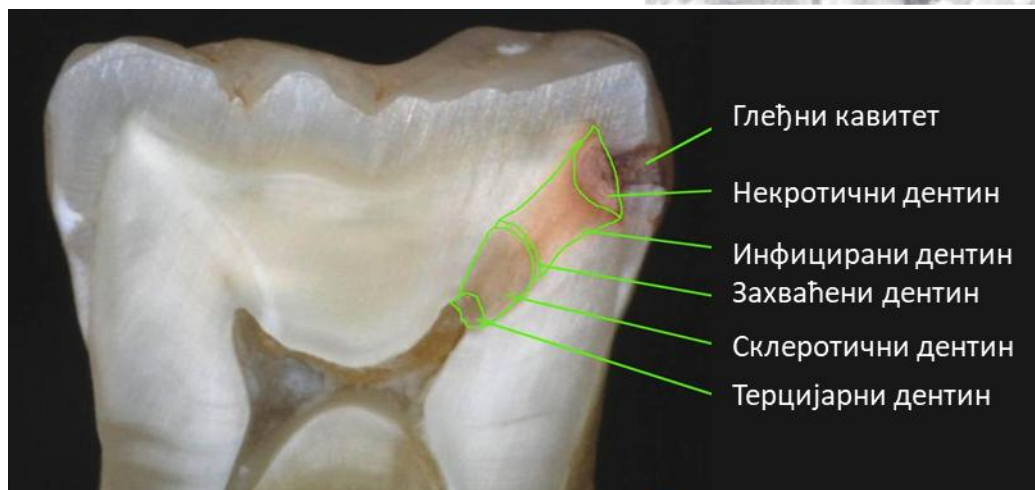
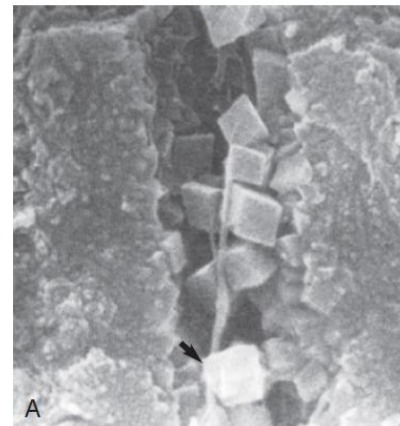
# КАРИЈЕС

- Ткивна реакција се јавља већ код иницијалног каријеса где још не постоји кавитација – видљива деструкција глеђи
- И бактеријски нуспроизводи и производи растварања органских и неорганских састојака дентина посредују у ефектима каријеса на пулпу. Три су основне реакције које имају тенденцију да заштите пулпу од каријеса:
  - ❖ смањење пермеабилности дентина,
  - ❖ формирање терцијарног дентина и
  - ❖ запаљенске и имунске реакције.
- Ови одговори се јављају истовремено, а обзиром да се напредовање каријеса смењује са периодима **брже** деструкције и периодима заустављеног **спорог** напредовања, карактер каријесне лезије утиче на јачину и тип одговора пулпе.



# КАРИЈЕС

- ▶ **Склероза** дентина чини захваћене тубуле **непропустљивим**
- ▶ Долази до појачаног стварања перитубуларног дентина који постаје високо минерализован и до репреципитације кристала минерала који су били разграђени киселинама из каријесне лезије
- ▶ Преципитација се одиграва испод каријесног процеса
- ▶ Склеротичан дентин је **траспарентан**, стакластог изгледа



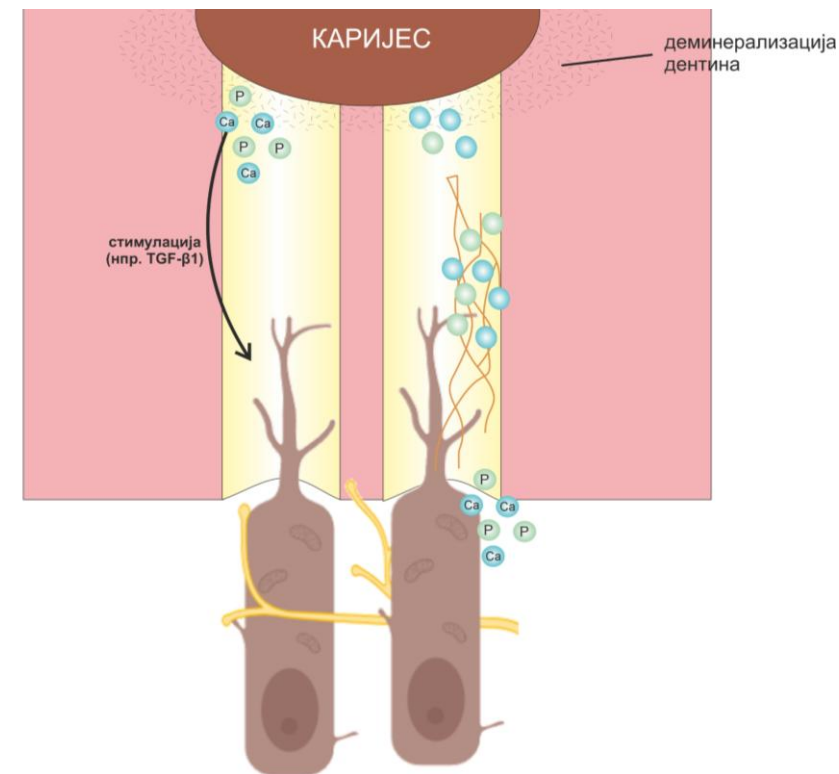


## ► Склероза дентина

Стимулисани одонтобласти формирају матрикс интра (пери)тубулног дентина – надражаји: кретање флуида, бактеријски продукти или отпуштени фактори из деминерализованог дентина

Калцијумови и фосфатни јони преципитирају и таложе се у новоформираној матрици – порекло јона: дентин флуид/интерстицијумска течности и/или деминерализовани дентин

- Даљим напредовањем каријесног процеса долази до деминерализације у тубулима према пулпи и настаје нова склероза дентина



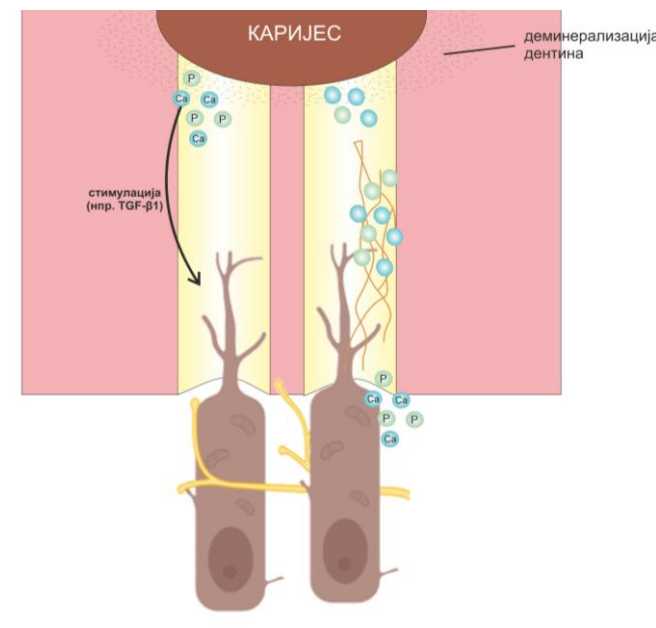
Сматра се да трансформишући фактор раста бета 1 (енг. Transforming Growth Factor – beta 1, **TGF-β1**) отпуштен из деминерализованог дентина представља главни стимулус активности одонтобласта

## ► Репаративна дентиногенеза

У напредујућој инфекцији испред каријесне лезије, ослобађају се више унутрашњих и спољашњих фактора који стимулишу оближње пулно ткиво. Сматра се да бактеријски протеолитички ензими, токсини и метаболички нуспроизводи иницирају пулпне реакције, али пуферски капацитет дентина и дентинске течности вероватно ублажава ове штетне ефекте.

У почетним до умереним лезијама, кисели нуспроизводи каријесног процеса делују индиректно тако што разграђују дентински матрикс и на тај начин ослобађају биоактивне молекуле претходно уграђене у дентин током дентиногенезе.

Када се једном ослободе, ови молекули поново преузимају своју улогу у формирању дентина, овога пута стимулишући **терцијарну дентиногенезу**.



## ► Репаративна дентиногенеза

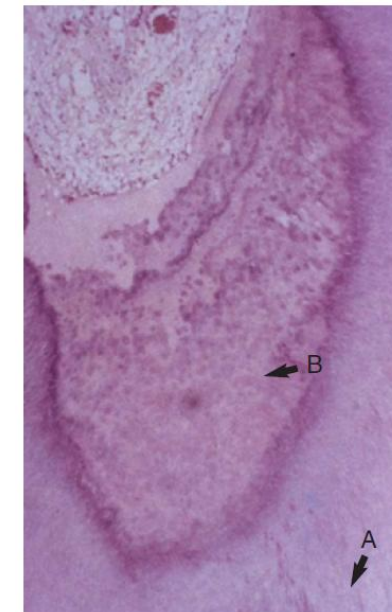
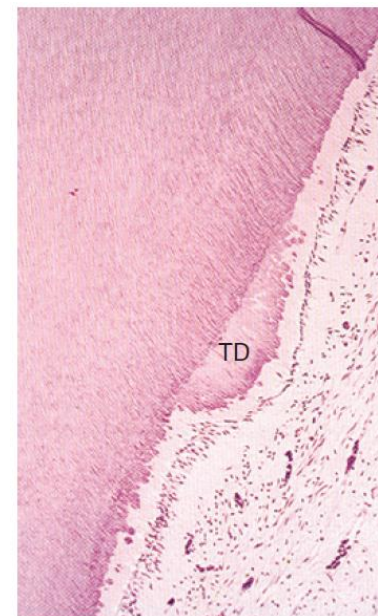
Формирање терцијалног дентина се дешава током дужег периода него склероза дентина, а његов квалитет зависи од стимулуса.

**Благи стимуланси** (каријес gleђи пре кавитације, споронапредујући каријес, препарација плитких кавитета) активирају резидентне одонтобласте на формирање дентинског матрикса – **реактивни терцијарни дентин**

Овако формирани дентин је по морфологији сличан физиолошком дентину и може се уочити само на основу промене смера нових дентиналних тубула.

**Јаки стимуланси**, код агресивних каријесних лезија могу деловати цитоцидно према суседним одонтобластима што захтева репопулацију оштећених одонтобласта диференцијацијом матичних ћелија пулпе (секундарни одонтобласти).

Организација и састав резултујућег дентинског матрикса су директан одраз стања диференцијације ћелија. Ово објашњава хетерогеност **репаративног дентина**, где морфологија може да варира од организованог тубуларног дентина до више неорганизованог неправилног фибродентина.



# ПОЧЕТНИ И СРЕДЊИ КАРИЈЕС

## ► Запаљенска реакција

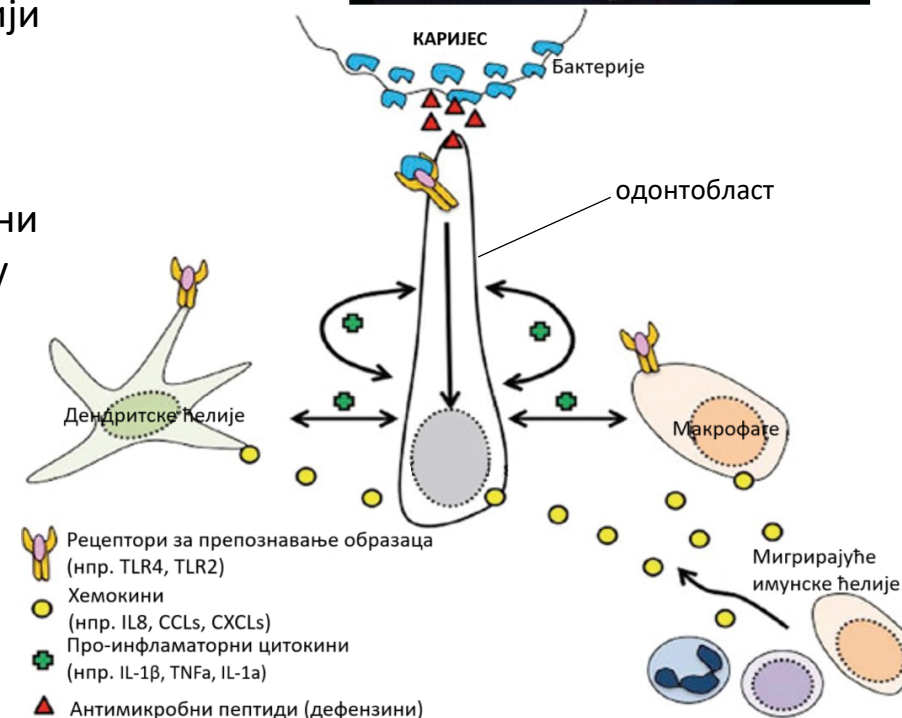
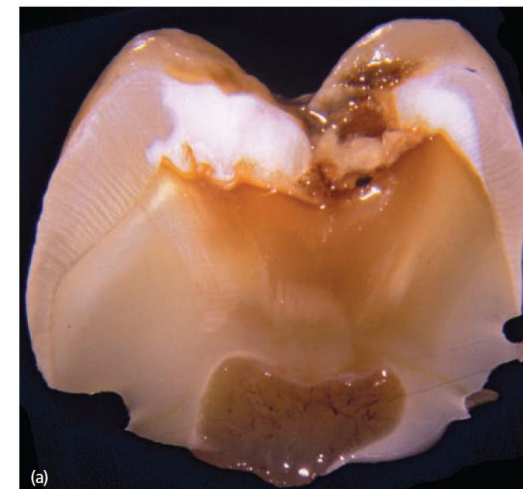
Инфламаторни одговор пулпе се може видети већ испод некавитираних лезија.

Већ у самом почетку продора кроз дентин каријес **изазива инфламаторни одговор пре него што бактерије допру до пулпе.**

За време раста и изумирања ћелија микроорганизама у почетној каријесној лезији ослобађају се елементи који могу започети запаљенски одговор пулпе различитим механизмима.

Прве ћелије које су захваћене бактеријским деловањем су периферно постављени одонтобласти и дендритске ћелије, где су и једне и друге способне да активирају разне ефекторске ћелије урођене и стечене имуности.

Неутрофили (полиморфонуклеарне ћелије) уобичајно не инфилтрирају пулпно ткиво током почетних каријеса дентина, инфилтрат у овој фази каријесне лезије је уобичајено **мононуклеарног типа - макрофаги, плазма ћелије, Т и В лимфоцити** (хронични инфламаторни инфилтрат)





# ДУБОКИ КАРИЈЕС

## ► Запаљенска реакција

Када каријесна лезија, са својим бактеријским фронтом, продре кроз примарни и почне да напредује према репараторном дентину и/или пулпном ткиву, одиграва се снажна инфламаторна реакција.

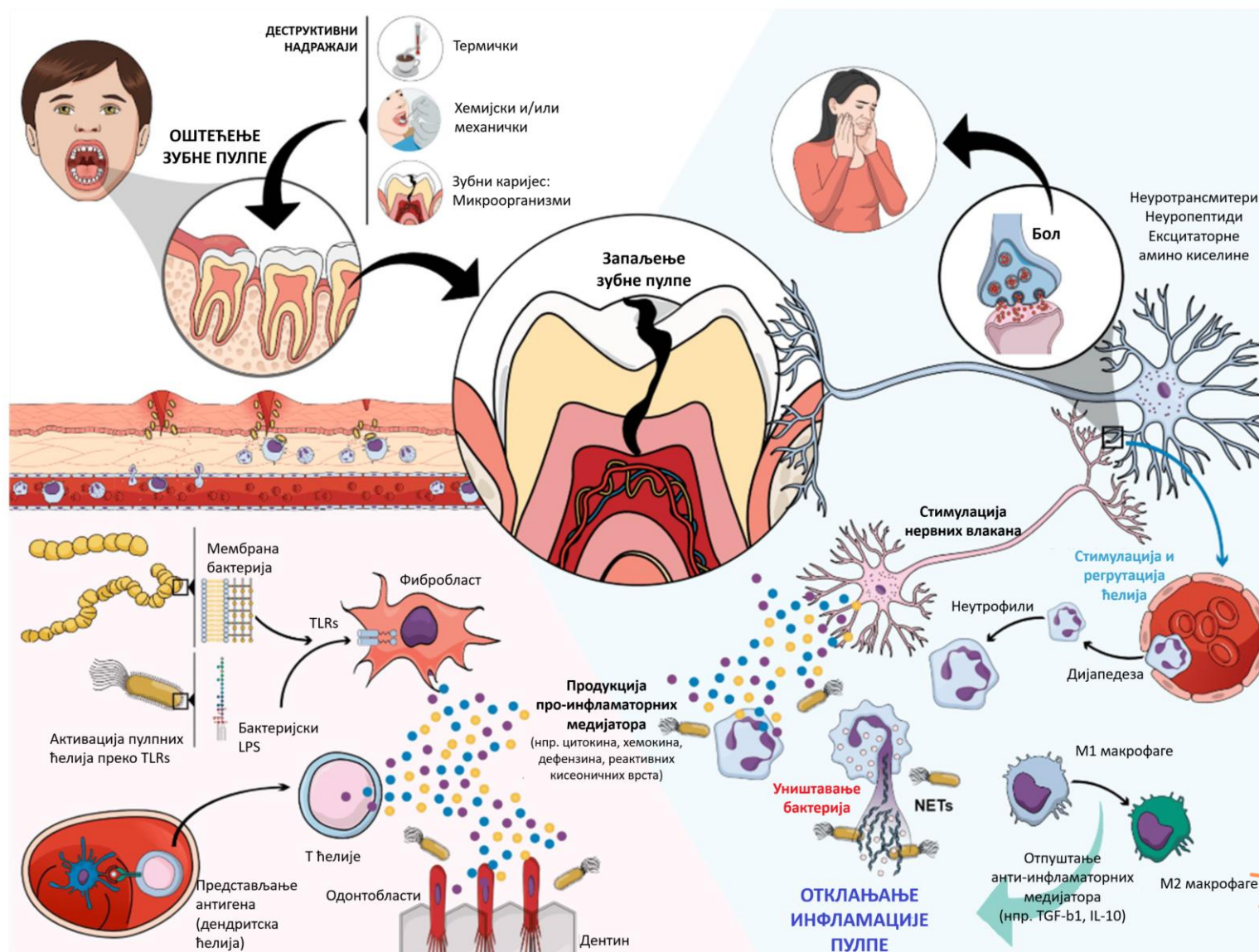
Најупадљивија је – **агрегација неутрофила (полиморфонуклеара)**. Често се формира и локални апсцес.

**Неутрофили** се боре **уништавајући** бактеријске елементе, али у том процесу ослобађају кисеоничне радикале, лизозомалне ензиме и велике количине азот оксида, који доприносе **оштећењу околних ћелија** пулпе. Ови процеси праћени су **даљим нагомилавањем имунских ћелија**

**Гранање нервних влакана** која садрже неуропептиде  
Интензивна неуроваскуларна активност, локално повишен ткивни притисак, повећана пропустљивост крвних судова, излазак плазме, оштар бол

Упркос овоме, пулпа може да задржи своје виталне функције дуго времена. Уклањањем узрока и контролом инфламације, могућ је опаравак, у супротном крајњи резултат је најчешће некроза ткива.





Клици на слику за више информација

# МОДУЛ 1

- **Реакција пулпе на физиолошке и патолошке надражаје**
- Етиологија обољења пулпе, дијагноза, класификација
- Симптоматски (акутни) пулпитиси
- Асимптоматски (хронични) пулпитиси; старосне и дегенеративне промене; промене пулпе изазване траумом
- Некроза и гангренозно распадање пулпе



**За више информација:**

**Америчко удружење ендодонтиста:**

<https://www.aae.org/>

**Европско друштво за ендодонтологију:**

<https://www.e-s-e.eu/>

**Удружење ендодонтиста Србије:**

<https://www.facebook.com/endoserbia/>

<https://www.instagram.com/endoserbia/>

**Препоручена литература:**

