



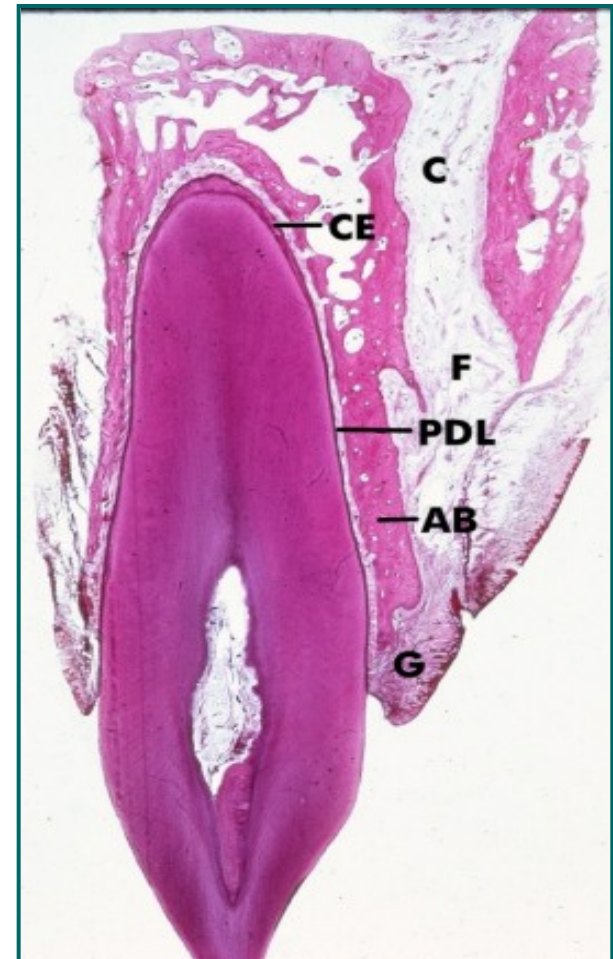
Универзитет у Крагујевцу
Факултет медицинских наука
Интегрисане академске студије стоматологије
Катедра за Хистологију и ембриологију

ПАРОДОНЦИЈУМ

четрнаеста недеља наставе

Пародонцијум

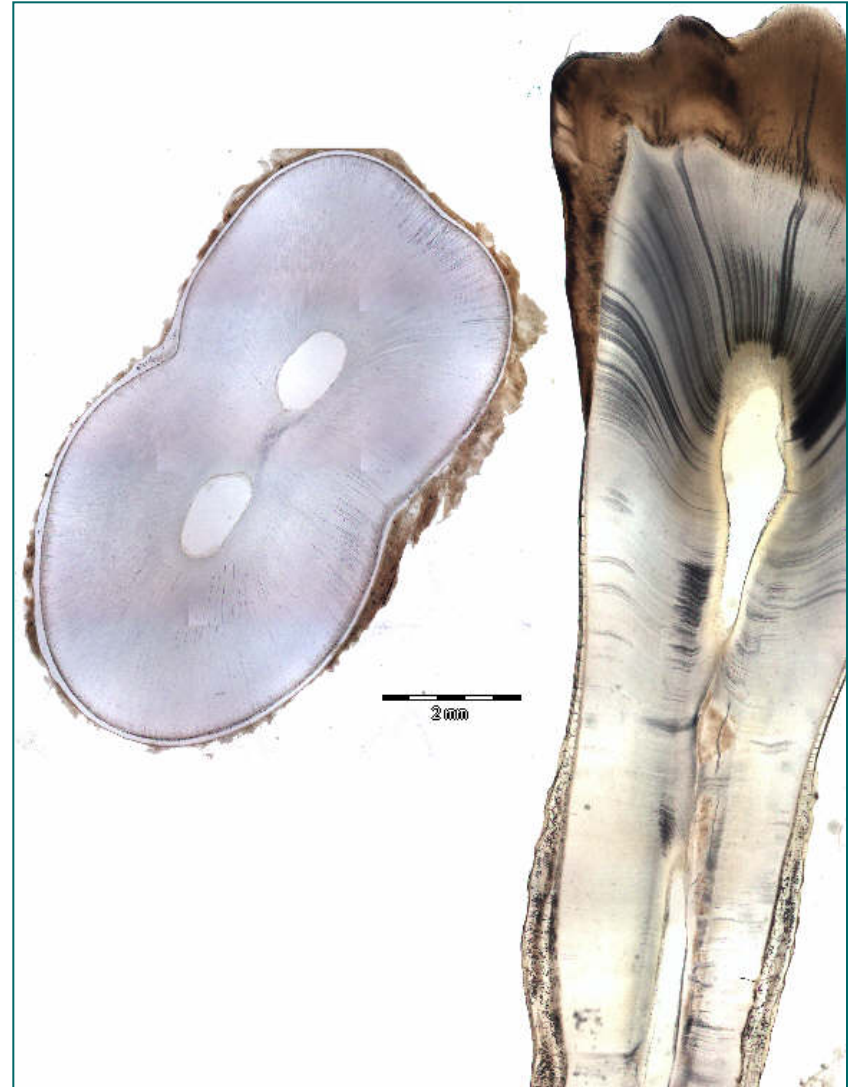
- **Пародонцијум** је термин који означава више ткива која окружују зуб пружајући му потпору и омогућавајући његову функцију:
 - **Цемент**
 - **Периодонцијум**
 - **Унутрашњи зид зубне алвеоле (алвеоларна кост)**
 - **Гингива (дентогингивални спој)**



Цемент

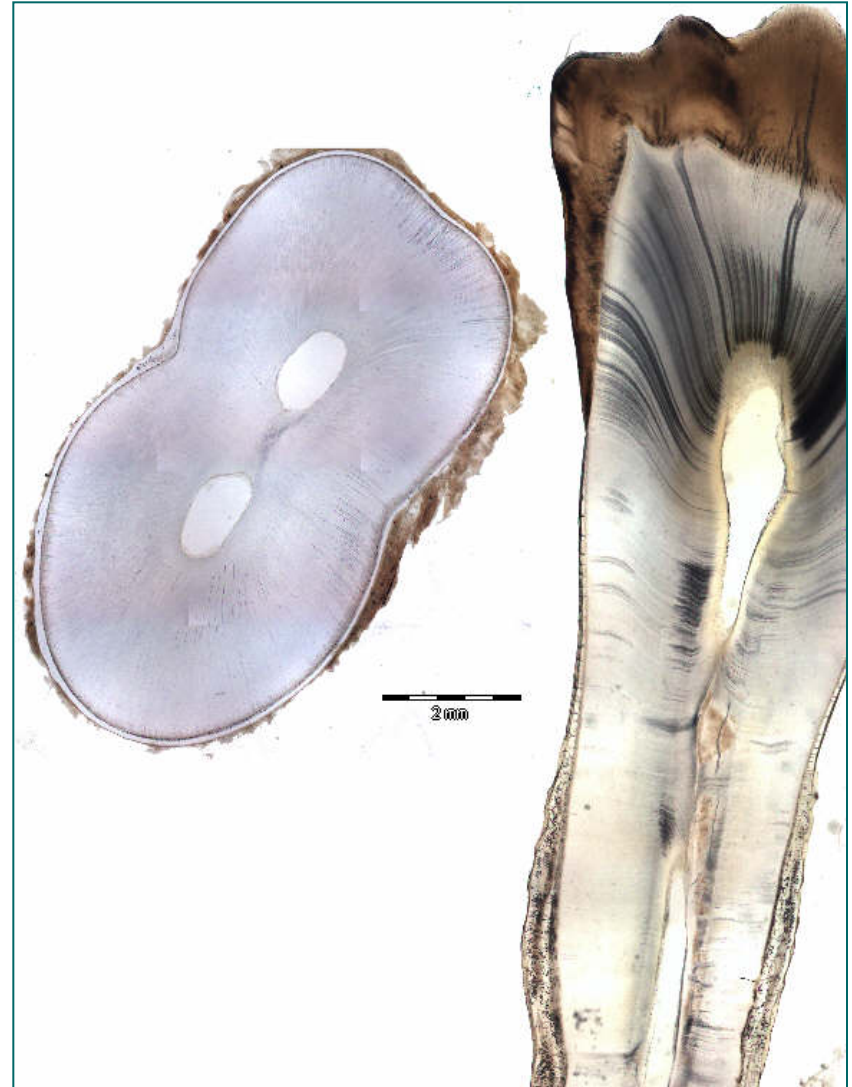
Цемент (substantia ossea)

- **Минерализовано везивно ткиво** које покрива дентин од врата до врха корена зуба.
- **Улога:** припој колагених влакана периодонцијума за корен зуба.
- Цемент **није васкуларизован** (за разлику од кости), **нема** способност **ремоделације** и **мање је подложен ресорпцији**.
- Захваљујући томе, могућа је **примена ортодонтских техника**.



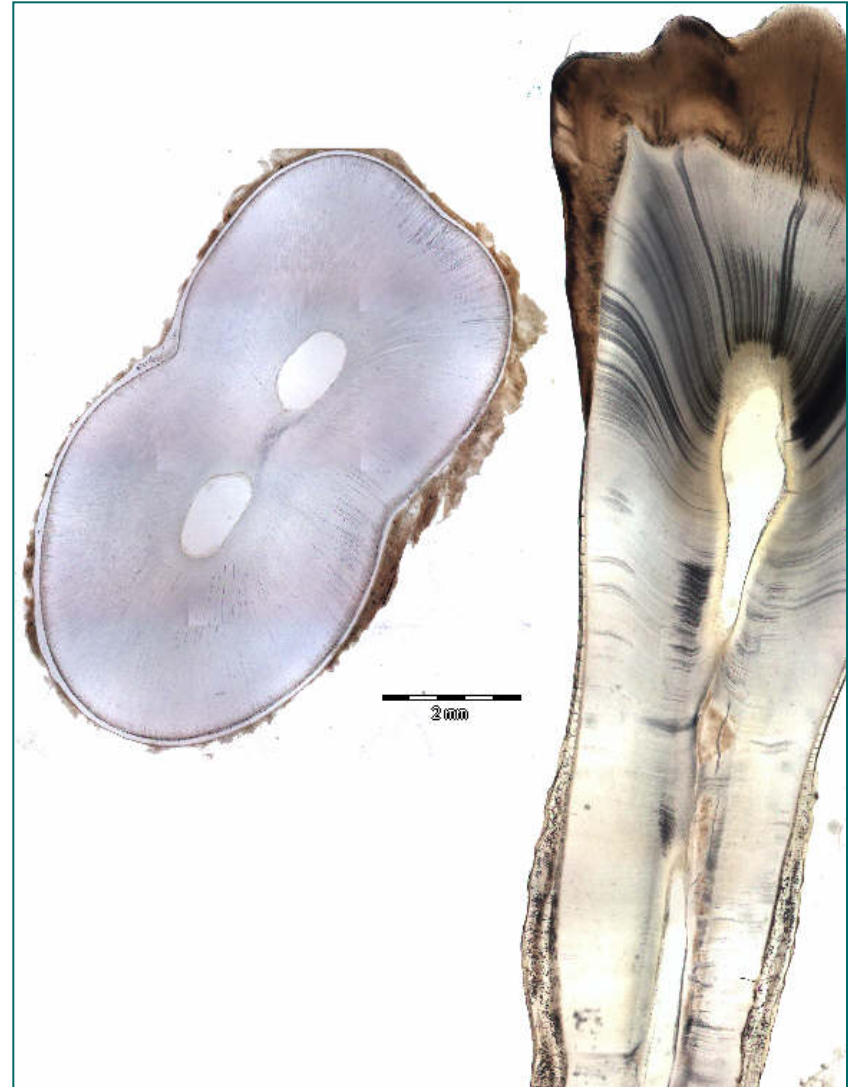
Цемент (substantia ossea)

- Састоји се од **органског, неорганског дела и воде**.
- Структуре сличне као кост, али је мекши.
- Мање тврдоће од глеђи и дентина.
- Потпуно формиран цемент садржи **45-50% неорганске и 50-55% органске супстанце** и воде.
- **Органски део** - колагена влакна и међућелијска супстанца.
- **Неоргански део** – соли калцијума (хидроксиапатит).



Цемент (substantia ossea)

- У врату зуба у 60% случајева **цемент прекрива глеђ** (преклапају се), у 30% случајева **се додирују**, у 10% случајева дентин је **огољен** (повећана осетљивост дентина).
- **Дебљина** цемента **расте** према корену.
- У нивоу **глеђно-цементне границе** веома мала (20-50 μ m).
- У нивоу врха корена 150-200 μ m.



Класификација цемента

- Цемент се класификује на **три начина**.
- Прва класификација:
- **Примарни цемент**
 - Формира се током цементогенезе.
 - Ацелуларан је.
 - Садржи гликопротеине, протеогликане и спољашња колагена влакна периодонцијума.
 - Захвата коронарне две трећине корена зуба.
- **Секундарни цемент**
 - Формира се тек када је формирање примарног завршено.
 - Покрива примарни цемент.
 - Може да буде ацелуларан и целуларан.
 - Садржи унутрашња и спољашња колагена влакна и основну супстанцу.
 - Захвата апикалне две трећине корена.

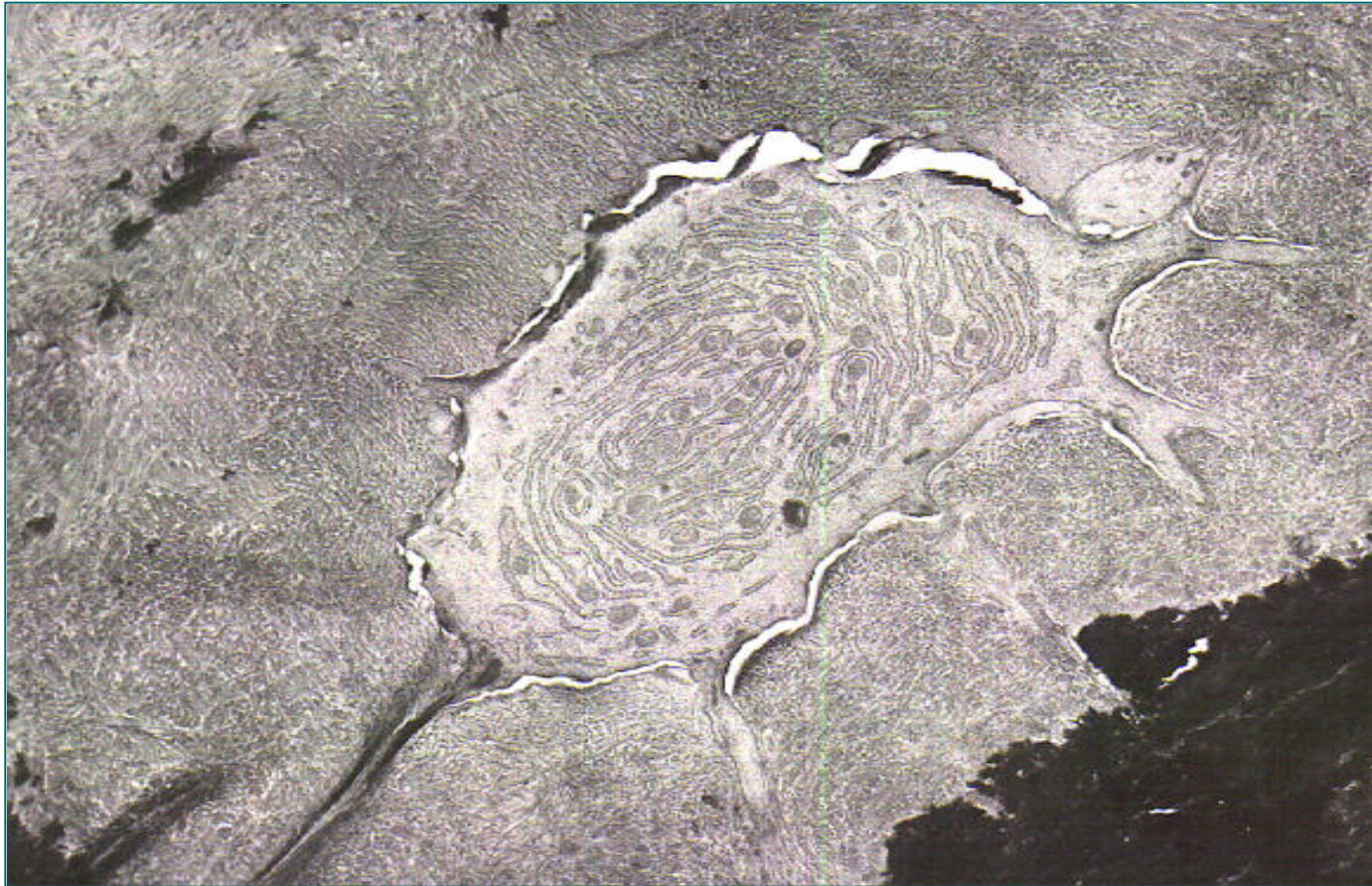
Класификација цемента

- Друга класификација је **морфолошке природе**, јер у функционалном смислу не постоји разлика:
- **Ацелуларни цемент**
 - Не садржи ћелије.
 - Састоји се од калцификованог органског матрикса.
 - Захвата коронарне две трећине корена зуба.
- **Целуларни цемент**
 - Садржи ћелије.
 - Покрива ацелуларни у апикалној трећини корена зуба.

Ћелије цемента - цементобласти

- Ћелије цемента су **цементобласти** и **цементоцити**.
- **Цементобласти** су младе, синтетски активне ћелије смештене на површини цемента, између влакана периодонцијума.
- Постоје два типа **цементобласта**, први тип формира **примарни**, други тип **секундарни цемент**.
- Цементобласти синтетишу матрикс цемента и учествују у ремоделацији **периодонцијума**.
- Када излуче **ацелуларни цемент**, повлаче се на његову површину.
- Код формирања целуларног цемента, цементобласти остају заробљени у лакунама калцификованог матрикса и прелазе у фазу мировања – **цементоците**.

Цементобласти

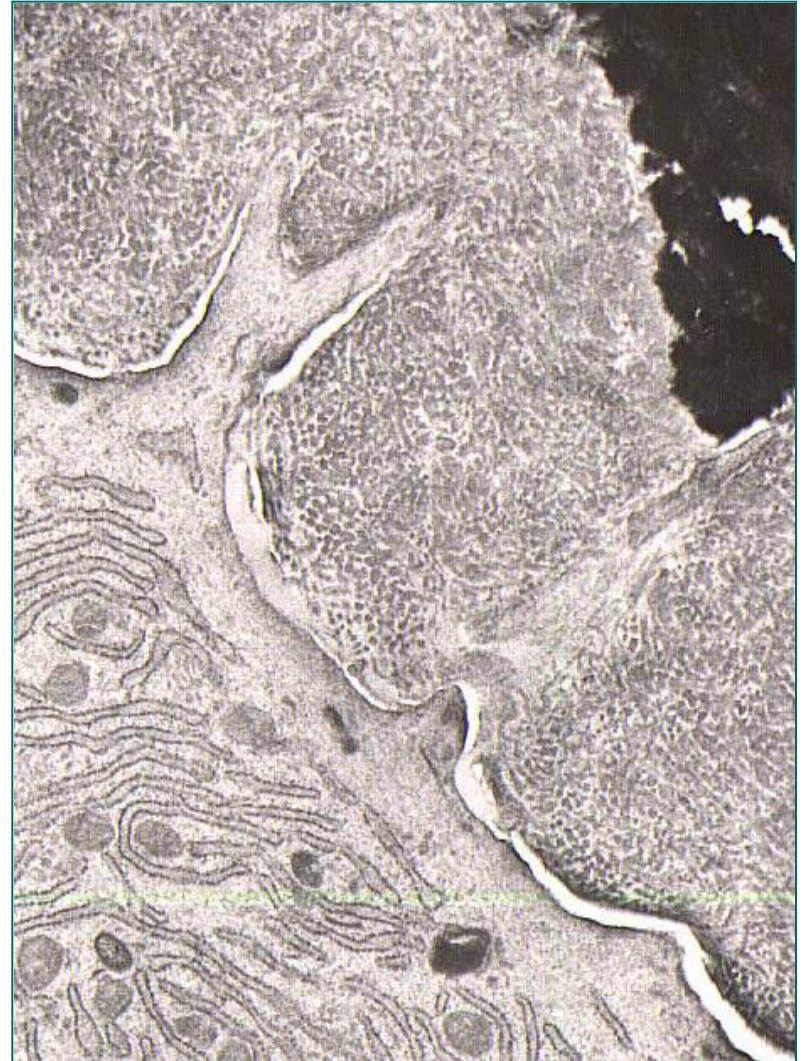


- Органски део цемента синтетишу ћелије - **цементобласти**. Цементобласти су крупне, кубичне ћелије мехурастог једра са израженим органелама синтетског пута.

Цементобласти

Дакле...

- У зависности од присуства ћелија разликују се **ацелуларни** (примарни) и **целуларни** (секундарни) цемент.
- **Ацелуларни цемент** обухвата горње 2/3 корена зуба, **целуларни** доњу трећину корена.
- **Иницијално** се формира **ацелуларни цемент** (слојевито) док су **цементобласти** на његовој површини.
- При ерупцији зуба ствара се **целуларни цемент** заробљавањем цементобласта у матриксу.
- Цементобласти прелазе у фазу мировања - **цементоците**.



Ћелије цемента - цементоцити

- **Цементоцити** представљају зрелу форму цементобласта.
- Садрже малу количину цитоплазме и органела.
- Поседују бројне **цитоплазматске продужетке** (слично остеоцитима).
- Заробљени су у **лакунама** целуларног цемента.
- **Највећи број продужетака** цементоцита усмерен је према **периодонцијуму** (цемент је **аваскуларан**, исхрањују се **дифузијом** из **периодонцијума**).
- Како се цемент континуирано таложи током живота, **исхрана цементоцита у дубљим слојевима је угрожена** – они изумиру, лакуне остају празне.

Цементоцити



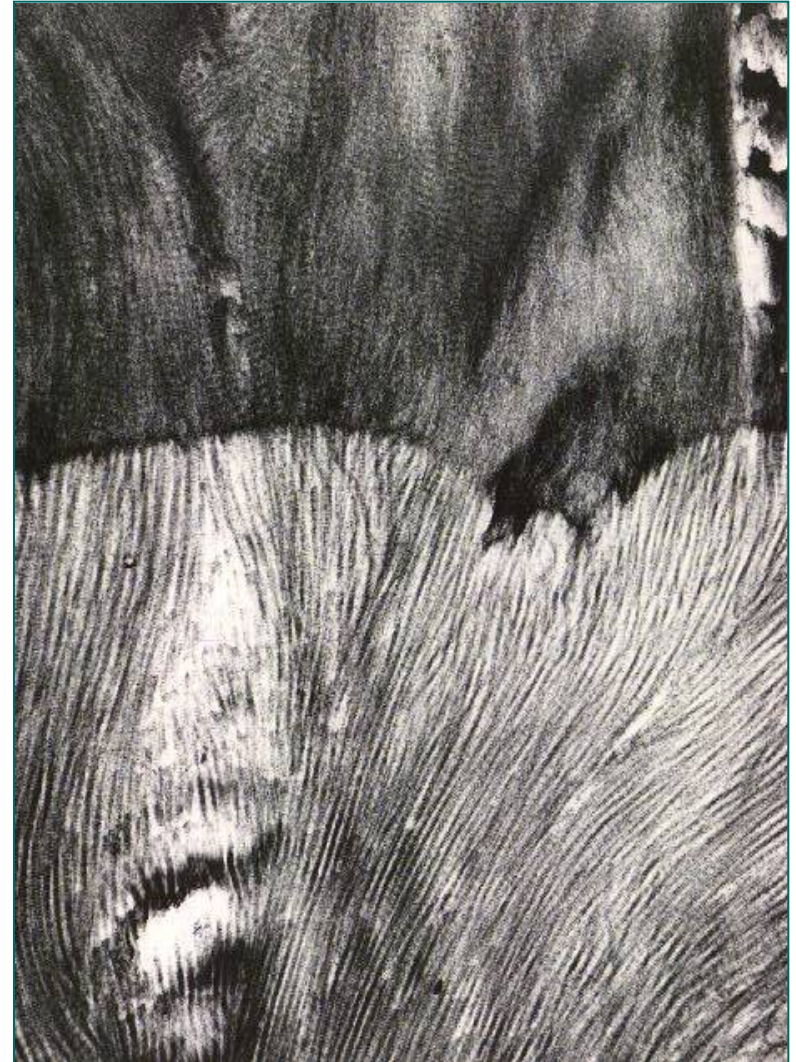
- Цементоцити остају заробљени у лакунама. Продужеци се пружају према **периодонцијуму**.

Класификација цемента

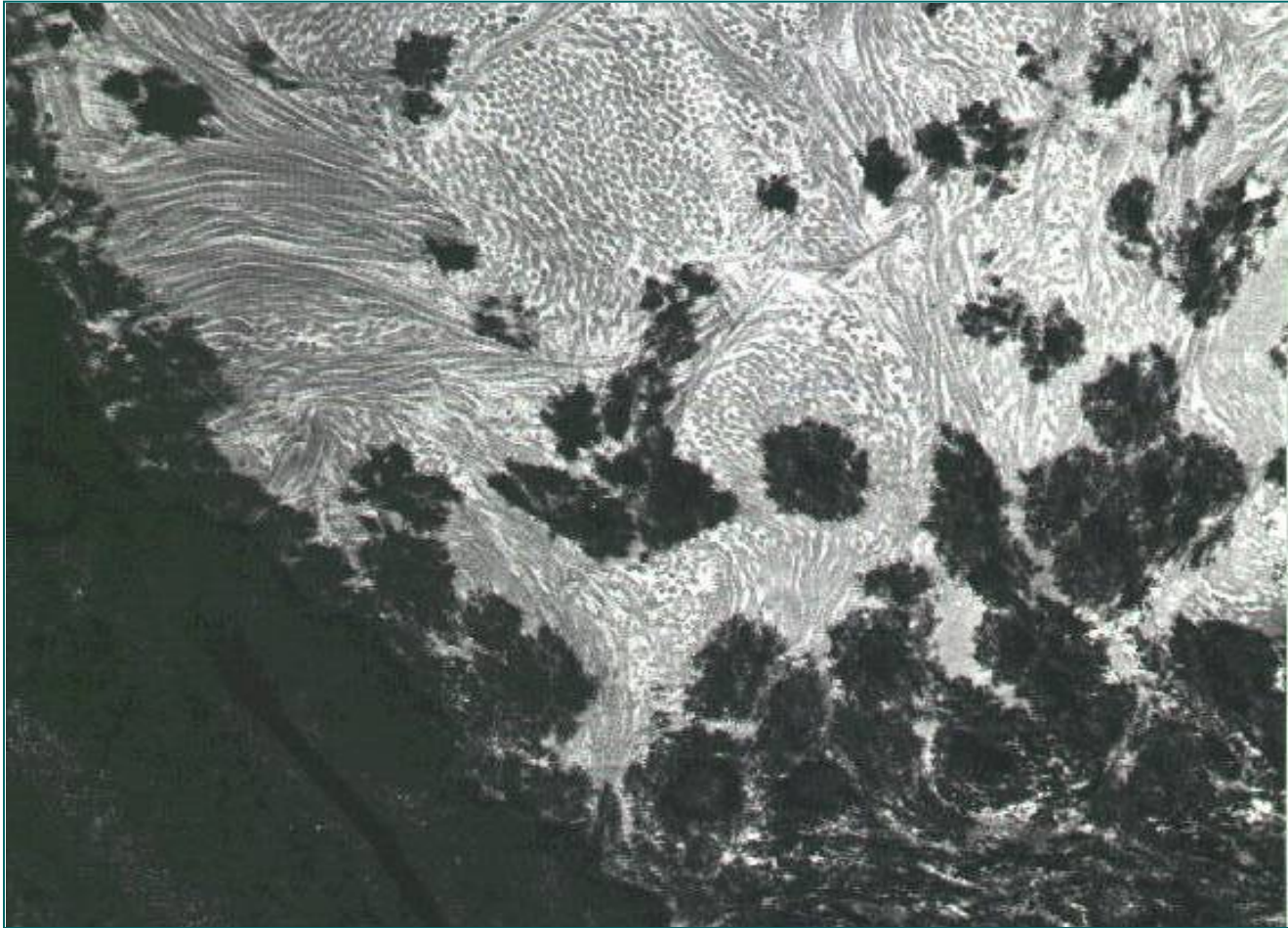
- **Трећи начин класификације** цемента односи се на **колагена влакна** која се деле на **спољашња** и **унутрашња**.
- Разлика је у **структури** и **пореклу**.
- **Унутрашња влакна**
 - Продукт синтезе цементобласта.
 - Део органског матрикса цемента.
- **Спољашња влакна**
 - Продукт синтезе фибробласта.
 - Крајеви колагених влакана периодонцијума (Шарпејевих влакана) који су инкорпорисани у минерализовани матрикс цемента.
 - Пружају се под правим углом у односу на уздужну осовину зуба.
 - У ацелуларном цемену, спољашња влакна су минерализована.
 - У целуларном цементу влакна су минерализована само у свом периферном делу.

Колагена влакна у цементу

- Два типа колагених влакана – **спољашња и унутрашња**.
- **Спољашња влакна – Шарпејева**, продукт су синтезе фибробласта.
- Доминирају у **ацелуларном цементу**.
- Фиксирају зуб за **алвеоларну кост**
Пружају се **од алвеоларне кости, преко периодонцијума**, заривајући се **у цемент** под правим углом у односу на уздужну осовину зуба.
- **Унутрашња влакна – цементобласти**.
- Танка, паралелана са површином цемента.



Минерализација цемента

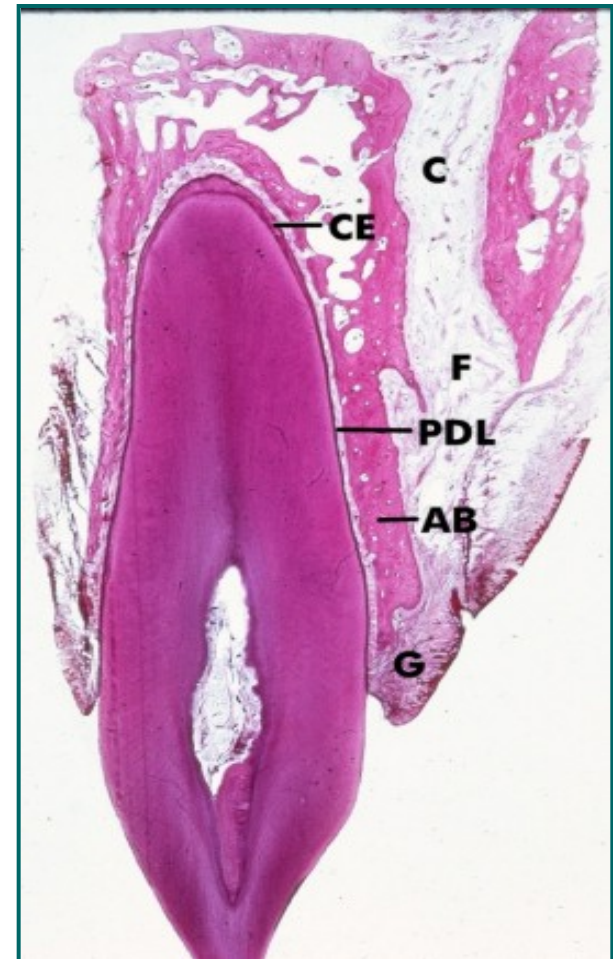


- Минерализација представља таложење соли **хидроксиапатита** у колагеним влакнима.

Периодонцијум

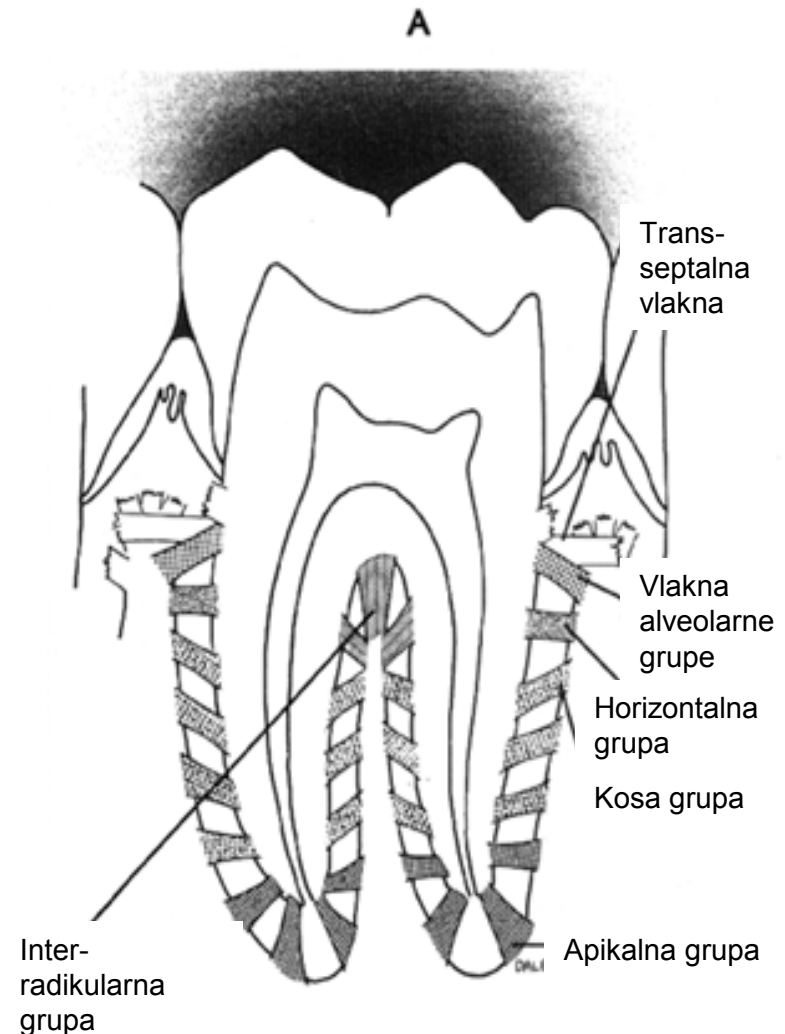
Периодонцијум

- **Периодонцијум** представља **густо везивно ткиво** између **цемента** и **зида алвеоларне кости** (унутрашњег зида зубне алвеоле).
- Дијаметар се шири према апексу зуба.
- Главни садржај представљају периодонцијума представљају основна супстанца и више типова колагених влакана.
- Осим колагених присутна су и **окситаланска влакна**, као и **фибробласти**, **остеобласти** и **цементобласти**, крвни судови и нерви.



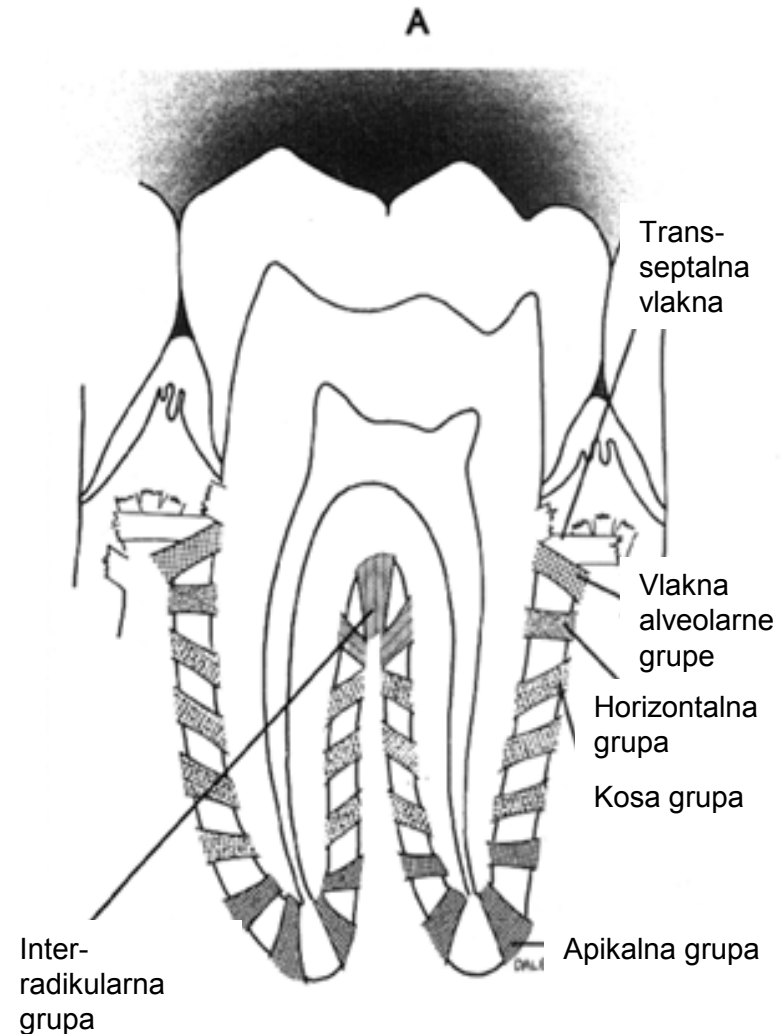
Влакна периодонцијума

- У периодонцијуму су заступљена **колагена влакна типа I и III**.
- Влакна су организована у облику снопова, који се даље организују у групе.
- На хистолошким препаратима запажа се **пет група колагених влакана**:
- **Група алвеоларног гребена** – припојена за цемент непосредно испод глеђно цементне границе, одакле се пружају према врху алвеоле.
- **Хоризонтална група** – пружају се под правим углом у односу на уздужну осовину зуба и припајају за цемент апикално у односу на претходну групу.

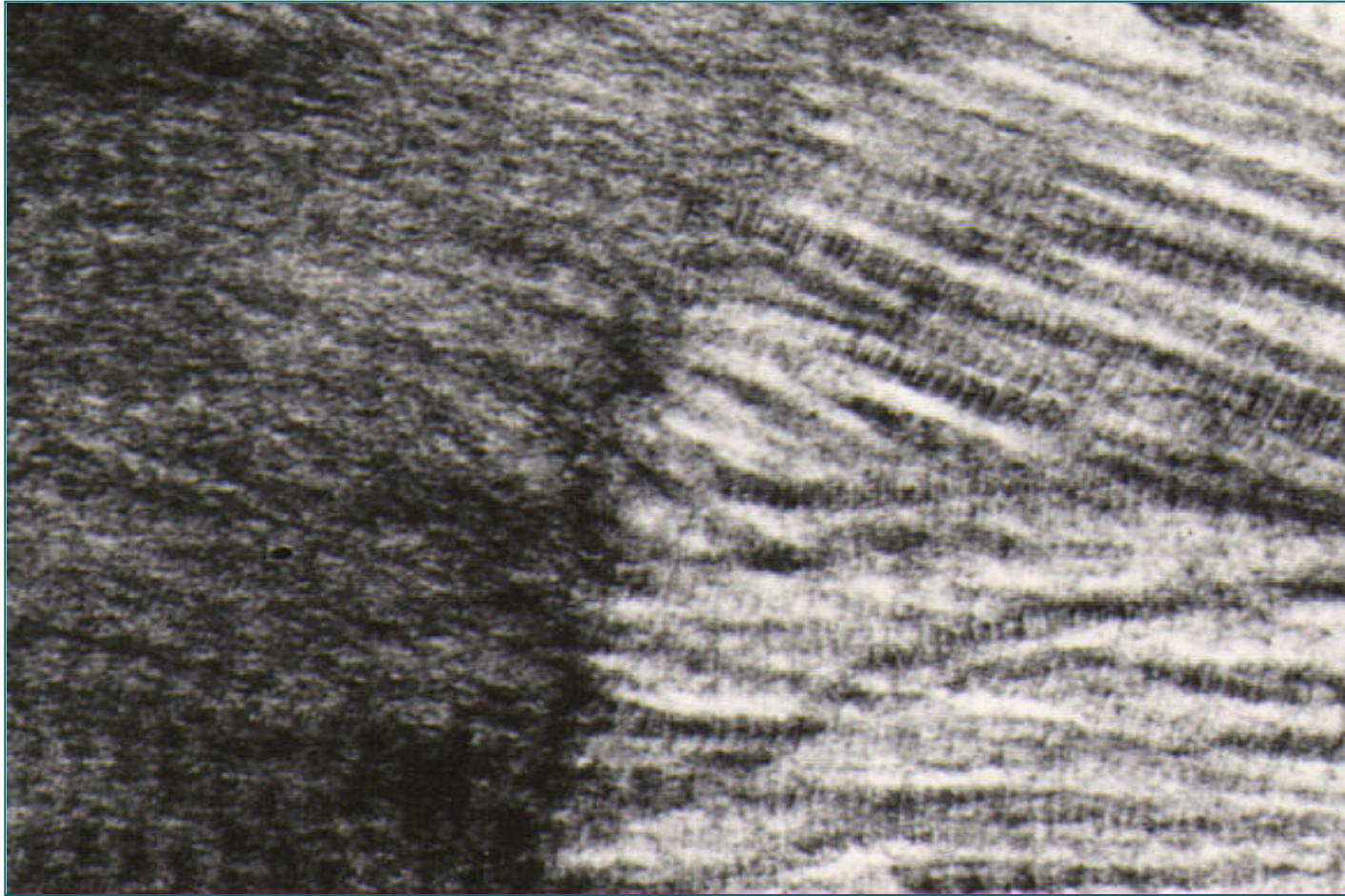


Влакна периодонцијума

- **Коса група** – најбројнија влакна, пружају се косо од цемента до алвеоларне кости.
- **Апикална група** – радијално распоређена влакна у односу на апекс зуба где формирају базу алвеоларне чашице.
- **Интеррадикуларна група** – влакна смештена близу коренова вишекорених зуба, повезују цемент и врх интеррадикуларног септума.
- Осим ових влакана, присутна су и **Шарпејева влакна** (крајеви колагених влакана инкорпорисани у цемент или алвеоларну кост), као и колагена влакна која повезују цемент и алвеоларну кост са ГИНГИВОМ – **гингивална влакна**.

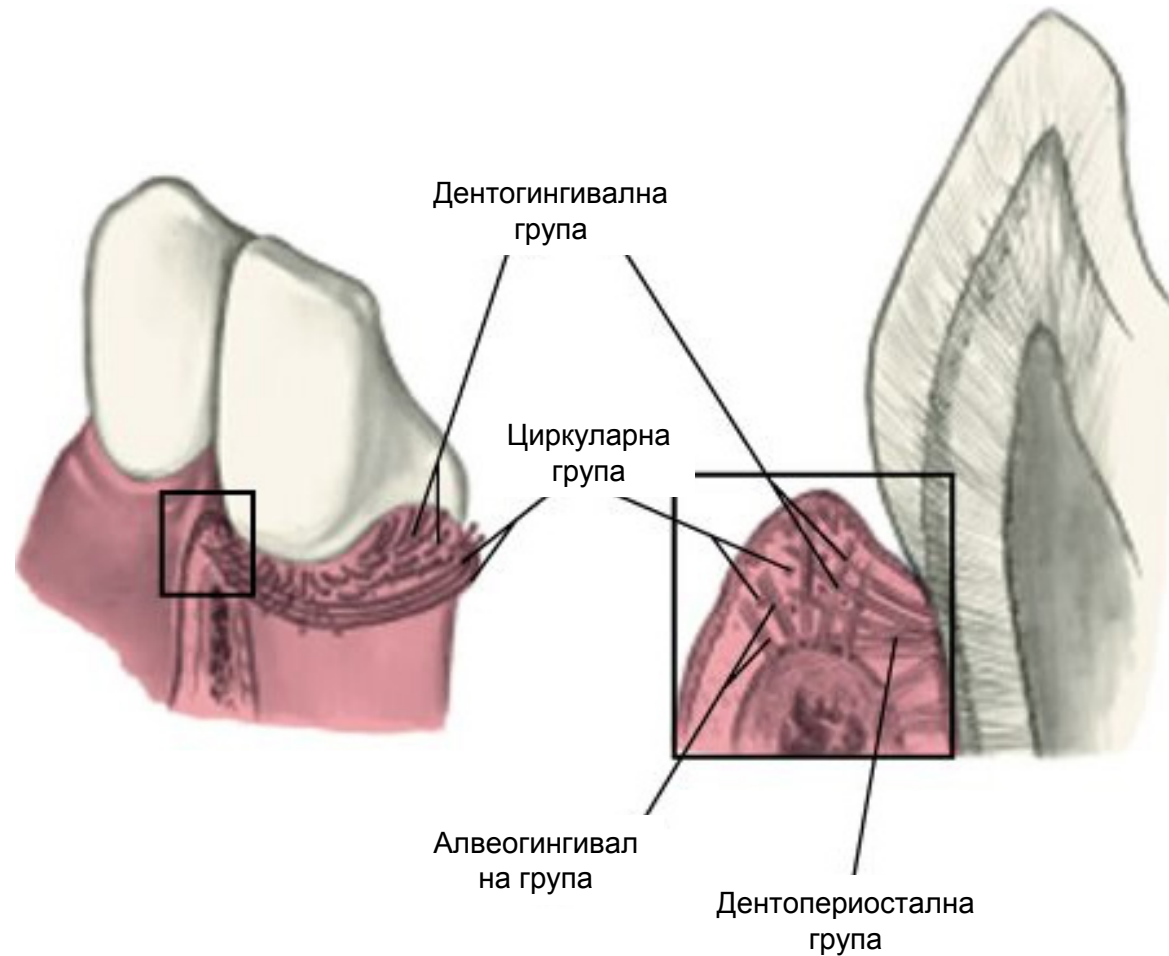


Влакна периодонцијума



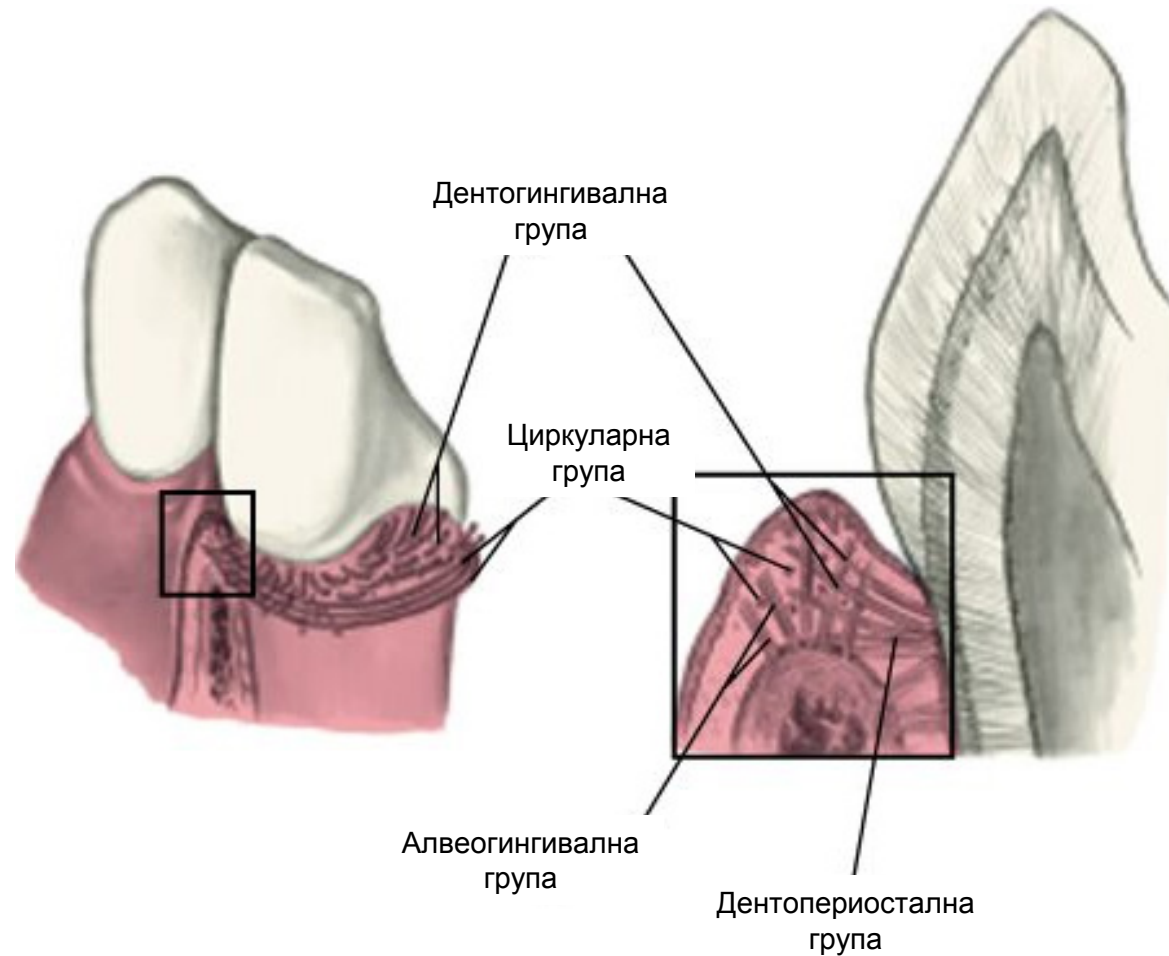
- **Шарпејева влакна** која улазе у цемент и **фиксирају зуб** за алвеоларну кост – чине основни елемент **периодонцијума**.

Влакна периодонцијума



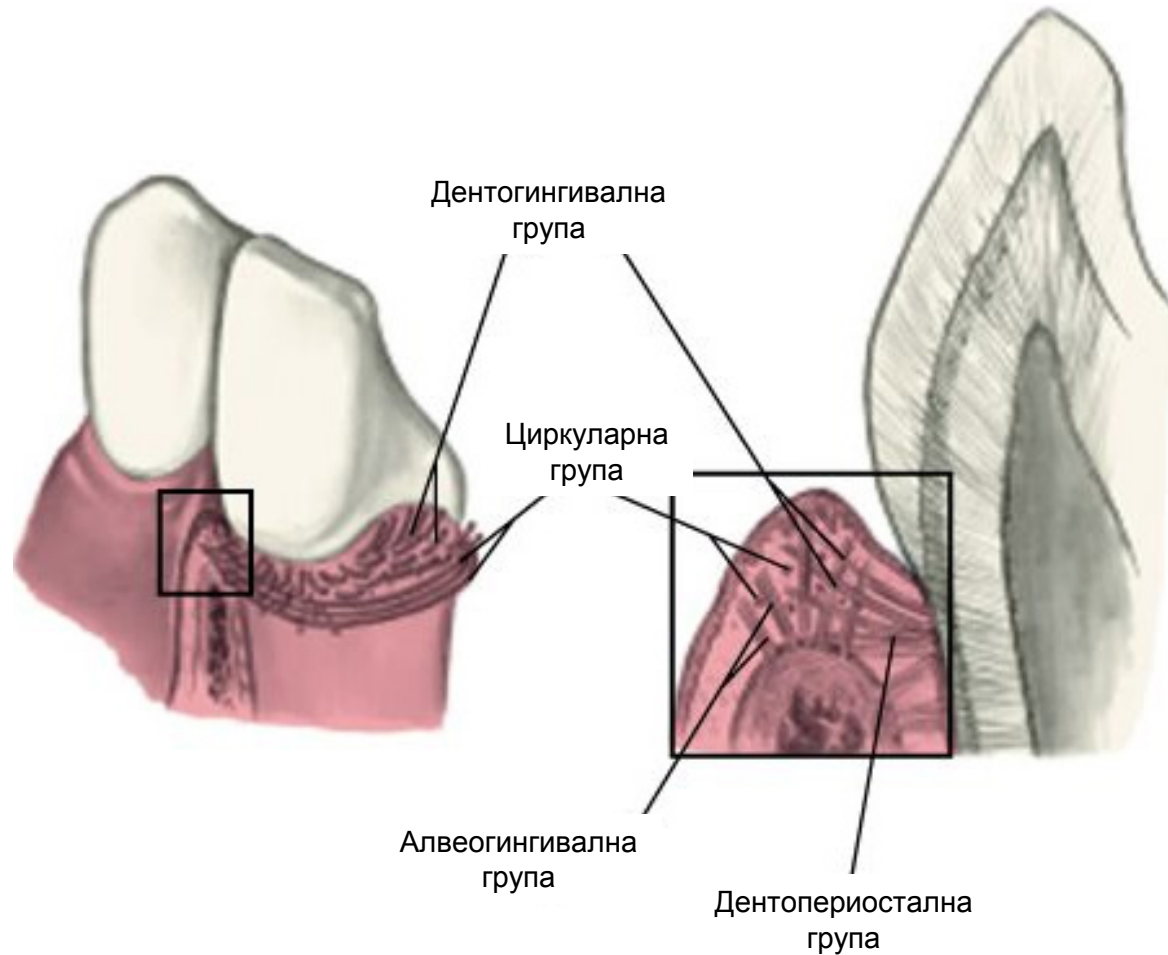
- **Гингивална влакна** нису стриктно део периодонцијума. Лоцирана су у ламини проприји гингиве и повезују цемент и алвеоларну кост са гингивом.

Влакна периодонцијума



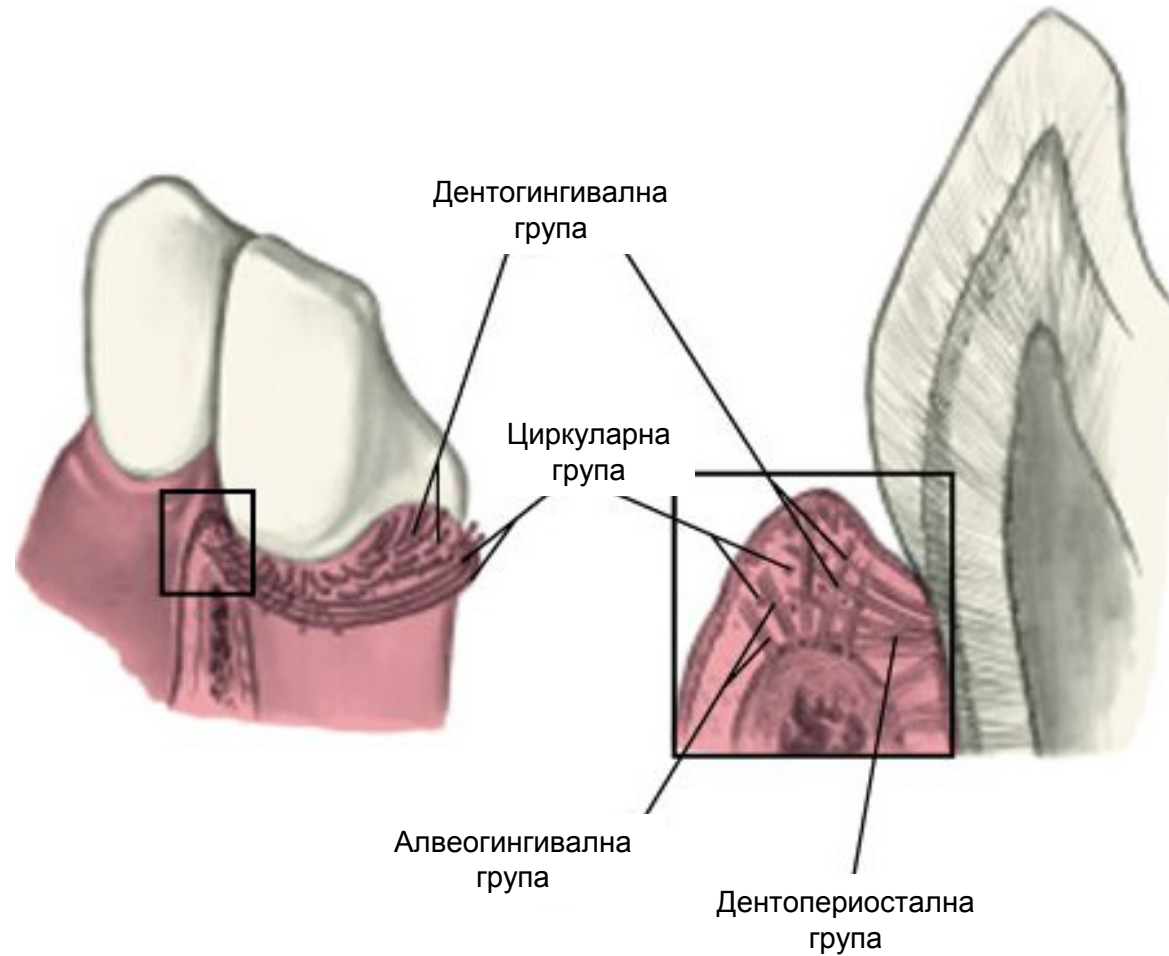
- **Дентогингивална група** влакана су најбројнија влакна. Пружају се од цервикалног дела зуба до ламине проприје слободне и припојне гингиве.

Влакна периодонцијума



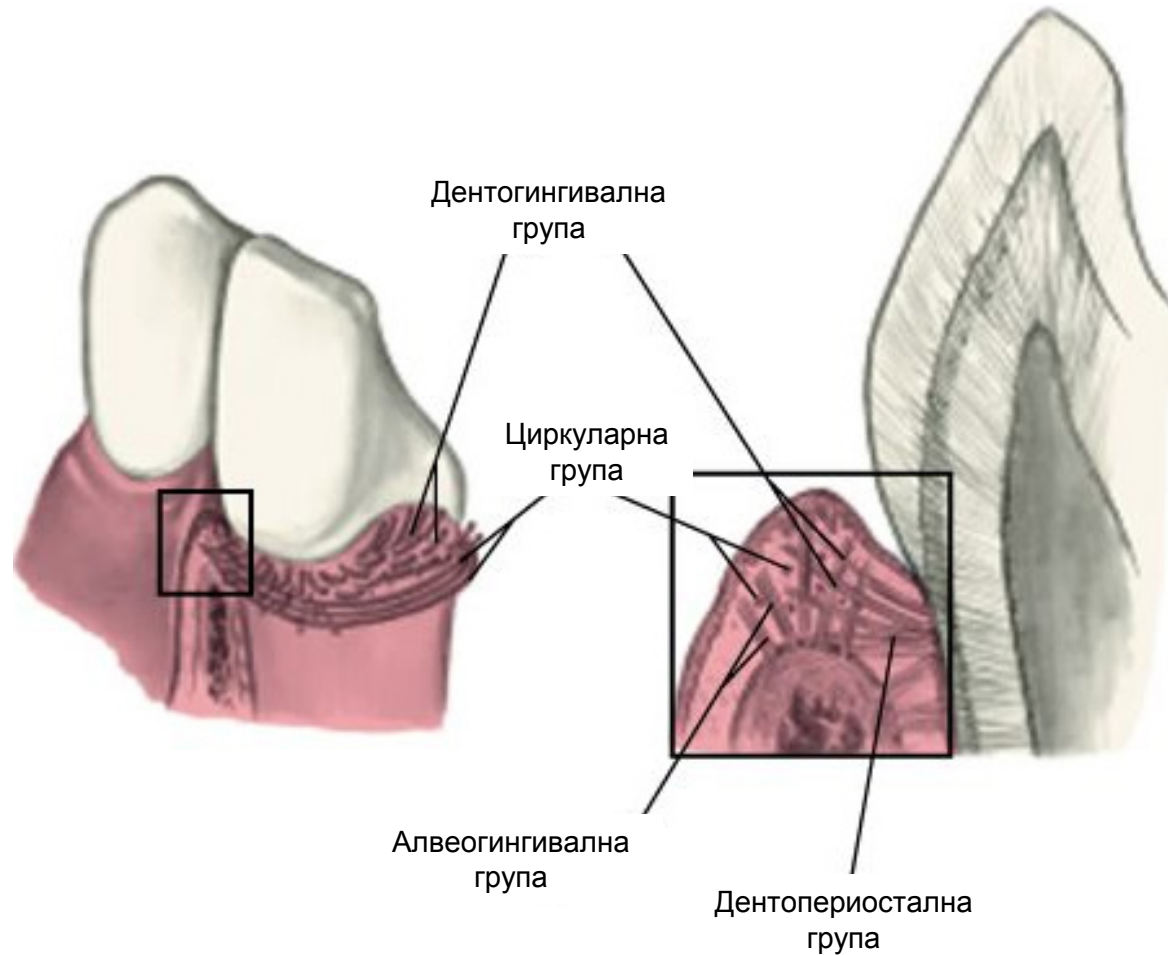
- **Алвеогингивална група** обухвата влакна која се пружају радијално од врха алвеоларне кости до ламине проприје слободне и припојне гингиве.

Влакна периодонцијума



- **Циркуларна група** обухвата малу групу влакана која су циркуларно обмотана око врата зуба.

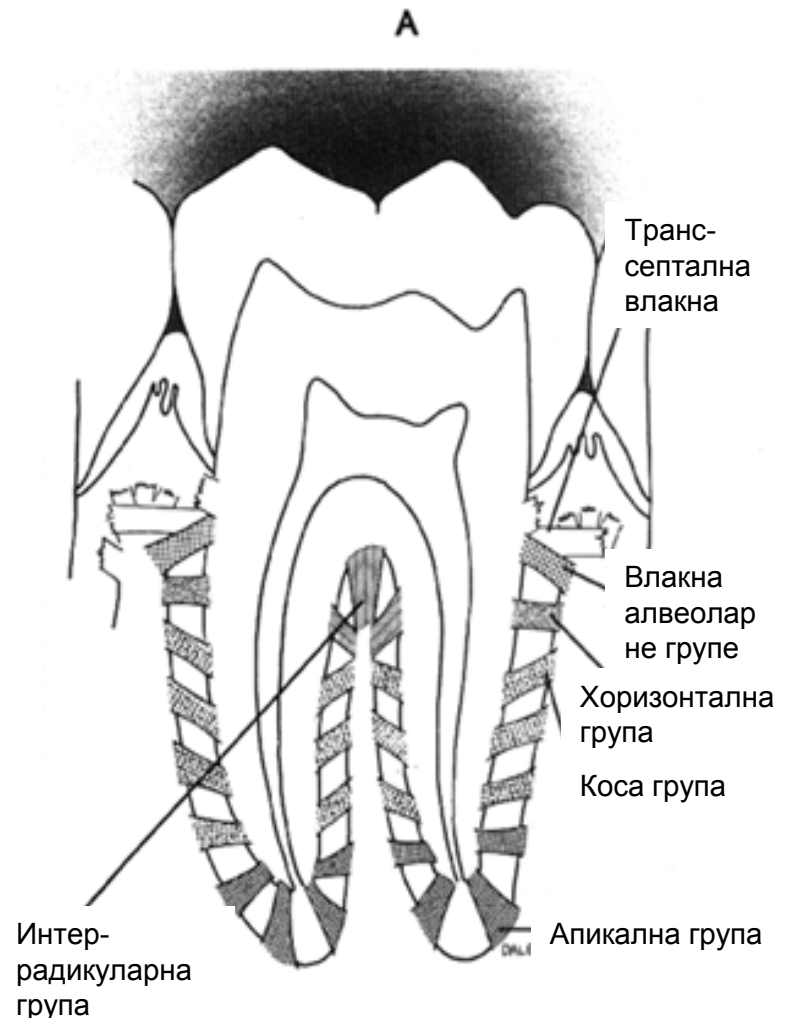
Влакна периодонцијума



- **Дентопериостална група** обухвата влакна која полазе од цемента зуба, пролазе кроз периост спољашње кортикалне плоче алвеоларног наставка и завршавају се инсерцијом у кости или мишићима.

Влакна периодонцијума

- **Транссептална влакна** пружају се од цемента једног зуба, преко алвеоларног гребена и завршавају се инсерцијом у цементу суседног зуба.
- На овај начин **сви зуби у једној вилици међусобно су повезани**, а влакна која их повезују чине тзв. **транссептални систем**.
- Ова влакна имају **ограничену могућност реорганизације**.
- Представљају значајну препреку у ширењу инфламације из гингиве у дубља пародонтална ткива.
- Имају велики клинички значај у ортодонској терапији.



Ћелије периодонцијума

- Главну ћелијску популацију периодонцијума представљају **фибробласти**.
- **Фибробласти** обезбеђују високи репаративни потенцијал периодонцијума (ремоделацију).
- Осим фибробласта, у периодонцијуму су присутне и **епителне ћелије** – остаци Хертвигове кошуљице.
- **Епителне ћелије** организоване су у форми острваца – **Маласезова острвца**.
- Није позната њихова функција, али имају клинички значај јер се током инфекције периодонцијума из њих развијају **денталне цисте**.
- У периодонцијуму су присутне и **недиферентоване мезенхимне ћелије**.
- Није познато да ли се **фибробласти, остеобласти и цементообласти** периодонцијума развијају из истог или из различитих типова прогениторних ћелија.

Међућелијска супстанца периодонцијума

- Представља основни конституент периодонцијума.
- Слична је основној супстанци у другим везивним ткивима.
- Највећи део њеног састава (70%) чини вода, која омогућава амортизацију притиска који се током мастикације преноси са зуба на алвеоларну кост.
- У међућелијској супстанци присутни су и гликозаминогликани.

Васкуларизација периодонцијума

- **Периодонцијум** је веома добро васкуларизован, претежно преко **a. alveolaris sup.** и **a. alveolaris inf.** чије **бочне гране** напуштају алвеоларну кост и улазе у периодонцијум (**aa. perforantes**).
- **Бројније** су у пределу бочних зуба, има их више у мандибули.
- Код једнокорених зуба најбоље су прокрвљене **коронарна** и **апикална трећина периодонцијума**.
- Мањим делом, васкуларизација периодонцијума остварује се преко артерија које кроз форамен апицис дентис улазе у пулпу и преко гингивалних крвних судова.

Инервација периодонцијума

- **Нерви** који улазе у периодонцијум углавном имају **блиске анатомске односе са крвним судовима**.
- Након што уђу у периодонтални простор, нерви се деле на **две основне гране**: једна се пружа **коронарно према гингиви**, док друга има **апикалну оријентацију**.
- У периодонцијуму постоји **четири типа** нервних завршетака:
- **Слободни нервни завршеци** – настају од амијелинских нервних влакана; представљају рецепторе за бол и механорецепторе.
- **Руфинијева телашца** – механорецептори лоцирани у пределу апекса корена.
- **Вишеструко изувујани нервни завршеци** – лоцирани у средишњем делу, функција није разјашњена.
- **Вретенасти завршеци** – заступљени су у најмањем броју, обавијени су фиброзном капсулом, лоцирани у пределу апекса.

Функције периодонцијума

- **Потпорна улога** – фиксација зуба за зубну алвеолу.
- **Амортизација** – ублажавање притиска који се током мастикације преноси на алвеоларну кост (vlakна се исправљају и затежу, тако да се притисак претвара у вучу, што подстиче апозицију кости).
- **Сензорна функција** – добро инервисано ткиво које садржи рецепторе за бол и механорецепторе (за додир и притисак), као и проприоцептивне завршетке задужене за функцију мастикаторних мишића (контрола снаге загрижаја, контрола положаја вилица током мастикације).
- **Нутритивна улога** – преко периодонцијума се, дифузијом, исхрањује аваскуларно ткиво цемента.
- **Формативна улога** – остварује се функцијом цементобласта и остеобласта.

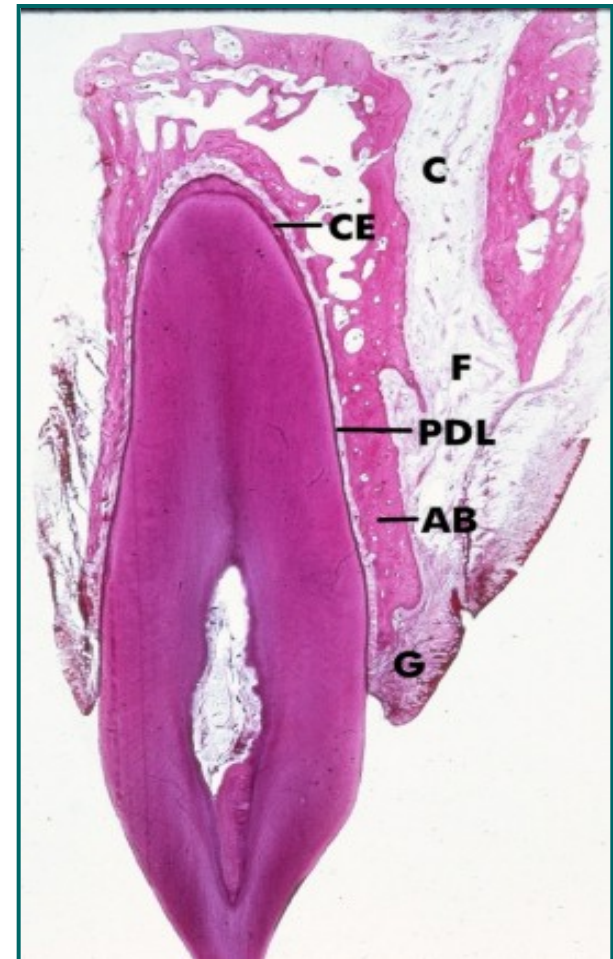
Регенеративни и репаративни потенцијал периодонцијума

- Репарација периодонцијума зависи од типа и интензитета повреде.
- Код најтежих оштећења праћених авулзијом зуба, успех репарације зависи од степена очуваности меких ткива припојених за цемент (периодонцијум и припојни епител).
- Мека ткива поседују ћелијски потенцијал за стварање новог припоја.
- Уколико је траума мањег интензитета, а губитак периодонцијума делимичан, механизам репарације зависиће од типа ћелија које попуњавају дефект.
- Уколико ћелије поседују остеогени потенцијал, доћи ће до стварања нове кости везане за цемент (анкилоза).
- Уколико дефект попуне слабодиферентоване ћелије из периодонцијума, теоријски је могућа комплетна репарација (могу да се диферентују у фибробласте, цементобласте или остеобласте).
- При репарацији периодонцијума никада се не ствара ожиљно ткиво јер влакна подлежу ремоделацији.

**Унутрашњи зид
зубне алвеоле**

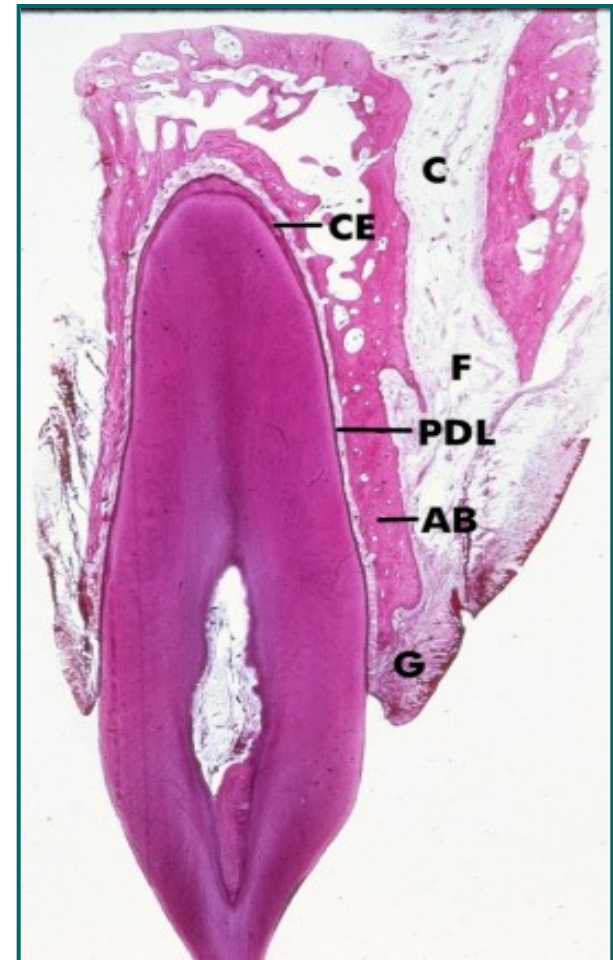
Зубне алвеоле

- **Алеволарни наставци** максиле и мандибуле садрже **зубне алвеоле** у којима су смештени и припојени зуби.
- Морфолошко и функционално стање **алвеоларних наставака** условљено је **стањем зуба** – развијају се упоредо са зубима и ресорбују након њиховог губитка.
- Сваки алвеоларни наставак састоји се од **оралне и вестибуларне кортикалне плоче** између којих се налази **спонгиозна кост**.



Унутрашњи зид алвеоле

- **Унутрашњи зид алвеоле** чини **компактна кост** са бројним отворима кроз које пролазе крвни судови и нерви.
- Танак унутрашњи зид алвеоле може да поднесе велики притисак током мастикације захваљујући **амортизујућој функцији периодонцијума**.
- На радиографским снимцима, унутрашњи зид алвеоле види се као јасна танка линија и означава се као **ламина дура**.
- Зид алвеоле прилагођава се функционалним захтевима током ерупције, раста, оштећења или губитка зуба што се означава као **ремоделација кости**.



Ремоделација унутрашњег зида алвеоле

- Представља **преобликовање алвеоларне кости**, при чему се усклађује њен облик, величина и функција.
- Остала минерализована ткива (глеђ, дентин и цемент) **немају способност ремоделације**.
- **Ремоделација** се одвија кроз два синхрона процеса: **апозиције** и **ресорпције**.
- **Апозиција** представља **стварање коштаног матрикса** које настаје синтетском активношћу остеобласта.
- **Ресорпција** представља **уклањање створеног матрикса** дејством остеокласта.
- Оба процеса одвијају се током ерупције, раста, оштећења или губитка зуба.
- У адултном добу, **на месту деловања силе** долази до **ресорпције**, на месту где је изражена “вуча” долази до апозиције кости.

Ремоделација унутрашњег зида алвеоле

- Физиолошки покрети зуба човека карактеристични су по тенденцији да мигрирају **мезијално**.
- Током овог процеса долази до **сталне ресорпције мезијалног зида алвеоле и апозиције кости на дисталном зиду**.
- Услед тога **мезијални зид** алвеоле чини **ламеларна**, а **дистални фиброзна кост**.
- Осим што се константно померају у хоризонталној, зуби се померају и у вертикалној равни.
- На тај начин зуби надокнађују губитак глеђи (нпр. услед абразије).
- Померање зуба у вертикалној равни резултат је **сталног стварања цемента** и алвеоларне кости.
- Апозиција алвеоларне кости одвија се **у пределу дна алвеоле**, коју чини фиброзна кост.

Гингива

Десни (gingiva)

- **Гингива** облаже **алвеоларне наставке** горње и доње вилице причвршћујући се око врата зуба.
- Између зуба и гингиве налази се **алвеоларни (гингивални) сулкус**.
- **Спољашња страна десни** (у вестибулуму) наставља се на слuzницу усана и образа.
- **Унутрашња страна десни** прелази у слuzницу непца и подјезичног предела.
- Слободне ивице десни граде **међузубне папиле**.
- Гингива је грађена од **плочасто-слојевитог епитела** и **ламине проприје**.



Десни (gingiva)

- Епител гингиве дели се на **орални, сулкусни и припојни**.
- **Орални епител** облаже спољашњу површину гингиве.
- Сличне је хистолошке грађе као епидермис.
- Присутан је блажи облик кератинизације – паракератинизација.
- **Сулкусни епител** представља плочасто-слојевит епител без орожавања са ниским или одсутним дермалним папилама.
- Граде га str. basale, str. spinosum и str. functionale.

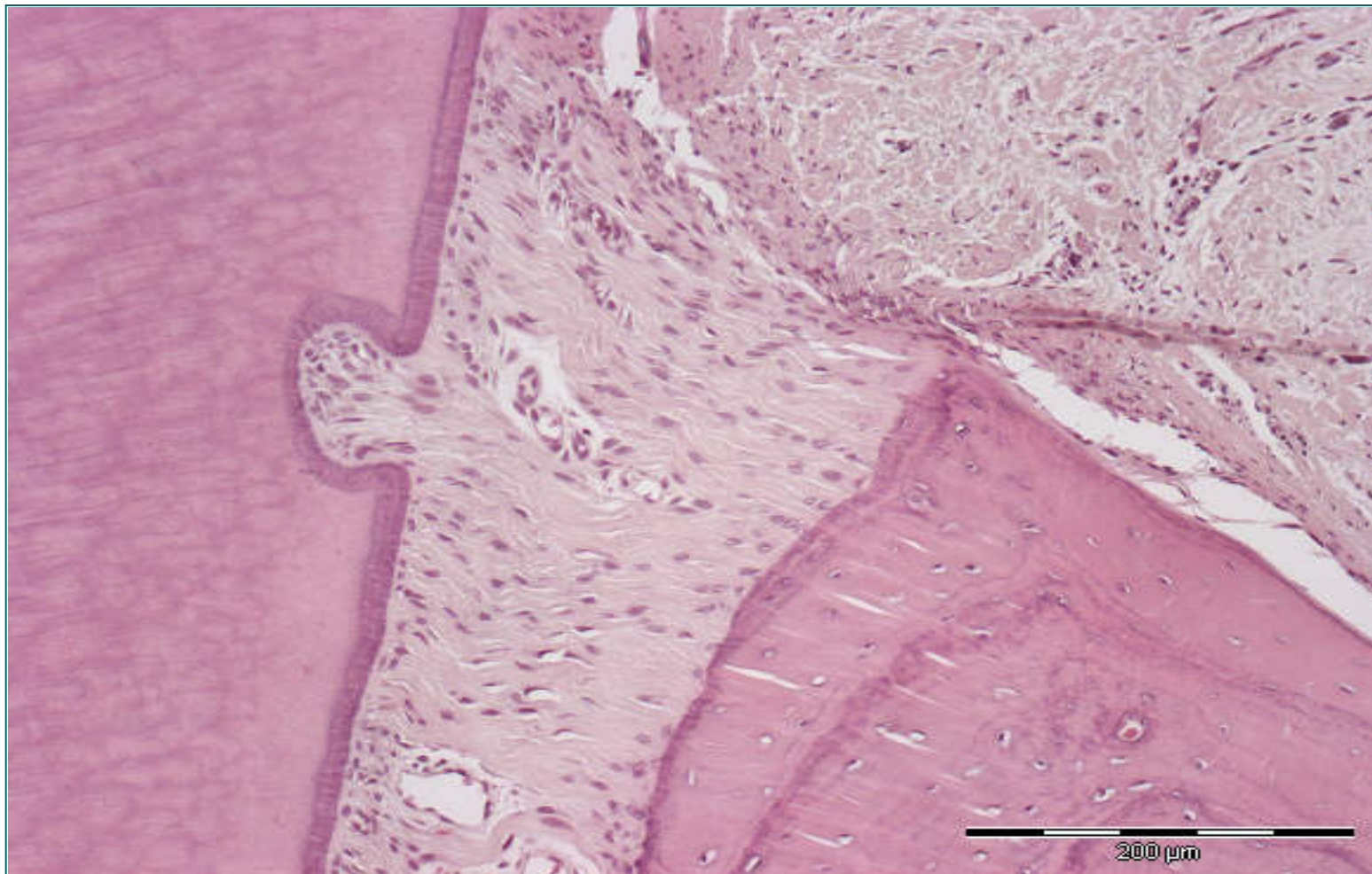


Десни (gingiva)

- **Припојни епител** представља јединствен епител у телу човека.
- Тањи је од оралног и сулкусног, садржи **базални** и **супрабазални слој** ћелија.
- Карактерише га висока **митотска активност** ћелија (обнавља се за 6 дана).
- Припојни епител се везује за површину зуба епителном инсерцијом.
- Овај спој се остварује “приљубљивањем” базалне мембране за површину глеђи и хемидезмозомима којима су ћелије везане за базалну мембрану.



Припојни епител гингиве



Гингивални сулкус

- **Гингивални сулкус** је узан капиларни простор између зуба и слободне гингиве.
- Његове зидове чине **глеђ** и **сулкусни епител гингиве**.
- **Дно сулкуса** чини **припојни епител гингиве**.
- **Коронарно**, сулкус је **отворен према усној дупљи** па је услед тога насељен бактеријама денталног плака.
- Нормална дубина сулкуса је **1-1,5 mm**.
- У случајевима гингивитиса или парадонтопатије дубина сулкуса је **већа од 2 mm** (алтерисани сулкус).



Десни (gingiva)

- **Лamina propriја** гингиве садржи **папиларни** и **ретикуларни слој**.
- У пределу сулкусног и припојног епитела везивно ткиво не прави папиле.
- У густом везивном ткиву лamine propriје најзаступљенија су колагена влакна.
- Колагена влакна су организована у форми мреже у коју се уграђује мања количина еластичних влакана.



Десни (gingiva)

- Главну ћелијску популацију ламине проприје гингиве чине **фибробласти**.
- У зони **припојног и сулкусног епитела**, специфично, присутан је **велики број неутрофила**, већ од периода ерупције зуба.
- Сматра се да преко 3000 неутрофила сваког минута мигрира кроз сулкусни и припојни епител у гингивални сулкус и усну дупљу.



Десни (gingiva)

- Сулкусни и припојни епител показују **функционалне разлике**.
- У сазревању оба типа епитела кључну улогу има епително-мезенхимна интеракција, одн. **субепително везивно ткиво** које ствара услове за нормалну матурацију плочасто-слојевитог епитела.
- **Дубоко везивно ткиво нема утицаја** на сазревање епитела.



Десни (gingiva)

- Код припојног епитела, специфично, везивно ткиво непосредно испод епитела понаша се као **“дубоко” везиво**, одн. **не доприноси сазревању** плочасто-слојевитог епитела.
- Услед тога, ћелије припојног епитела карактерише **велики број митоза, висок регенеративни потенцијал и могућност стварања међућелијских веза (хемидезмозома)** на местима контаката са површином зуба.



Васкуларизација гингиве

- **Гингива** је добро васкуларизована.
- Крвни судови у гингиву доспевају из **периоста алвеоларне кости**, из **алвеоларне кости** и из **периодонцијума**.
- **Бочне гране периосталних артерија** пружају се перпендикуларно кроз **ретикуларни слој** ламине проприје.
- Од њих се одвајају **мање гране** које у **пределу папила** праве омче.
- Зона **припојног и сулкусног епитела** исхрађује се преко **интералвеоларних артерија**.



Васкуларизација гингиве

- **Интералвеоларне артерије** напуштају кост у **пределу алвеоларног гребена**, пружају се **паралелно сулкусном епителу** и граде **капиларну мрежу испод базалне мембране**.
- У случајевима инфламације, гингивита или парадонтопатије **контакт између епитела и везива** више није раван, **постаје таласаст** са бројним папилама.
- Тада се **капилари пружају до папила** где се завршавају градећи **омче**.
- Крвни судови гингиве међусобно су **богато анастомозирани**.



Инервација гингиве

- **Гингива** је инервисана завршним гранама n. infraorbitalis, n. palatinus, n. lingualis, n. mentalis и n. buccalis.
- У пределу **припојне гингиве** највећи број нервних влакана **завршава се у ламини проприји**.
- Мањи број нервних влакана пролази базалну мембрану и завршава се између епителних ћелија.



Регенеративни и репаративни потенцијал гингиве

- Уколико дође до оштећења или комплетног одстрањења припојног епитела гингиве (повредом или хируршком интервенцијом) могуће је да се захваљујући свом великом регенеративном потенцијалу он обнови у року од неколико дана.
- Припојни епител потиче од редукованог глеђног епитела који се током ницања зуба спаја са оралним епителом.
- Рестаурација припојног епитела врши се из фенотипски различитог оралног епитела.



Регенеративни и репаративни потенцијал гингиве

- Брза регенерација припојног епитела праћена је сталном деобом базалних ћелија, њиховом миграцијом и десквамацијом површинских ћелија.
- Када успостави контакт са зубом, рестаурирани припојни епител успоставља везу са дубоким везивним ткивом, што спречава његову матурацију.

