



РЕВЕРЗИБИЛНА ОБОЉЕЊА ПУЛПЕ

САДРЖАЈ ПРЕДАВАЊА

- Опште карактеристике
- Хиперсензитивни дентин
- Хиперемија пулпе
- Терапија реверзибилних обољења
- Ефекти материјала за прекривање пулпе

Клиничка ендодонција

Модул 2

7. недеља

Реверзибилна обољења пулпе, директно прекривање пулпе, витална ампутација (биопулпотомија)

Доц. др Милош Папић

Катедра за стоматологију
Факултет медицинских наука

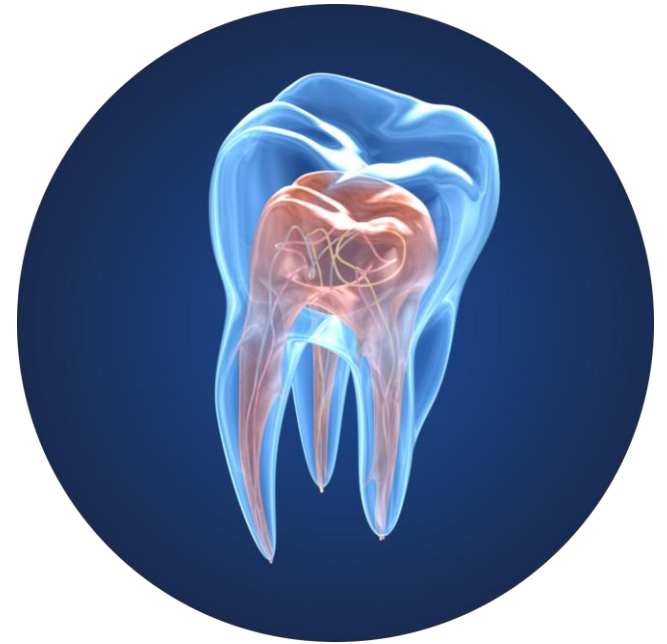
01.11.2023.



РЕВЕРЗИБИЛНА ОБОЉЕЊА

Клиничка класификација стања пулпе

- Како је запаљење динамичан процес на основу клиничких симптома оболеле пулпе не може се одредити степен оштећења запаљене пулпе, јер не постоји корелација између патохистолошког налаза и клиничких симптома
- За клиничара најважније да одреди да ли је пулпа у **реверзибилној** или **иреверзибилној** фази обољења



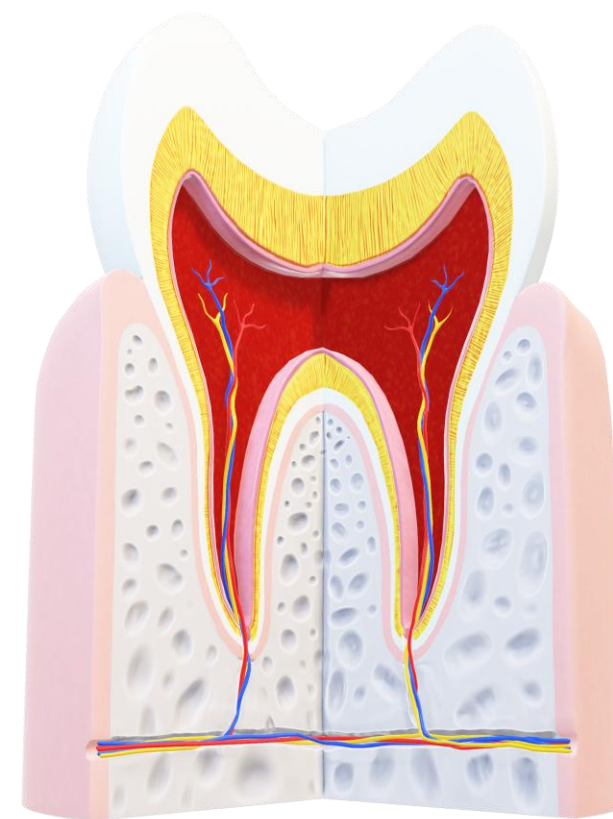
Клиничка класификација стања пулпе

- **Здрава** пулпа
- **Реверзибилна** обољења пулпе
- **Иреверзибилна** обољења пулпе – пулпитиси (симптоматски и асимптоматски)
- **Некроза** зубне пулпе
- Инфицирана пулпа **гангрена** пулпе
- **Регресивне** промене пулпе



Здрава пулпа

- Здрава пулпа подразумева зуб без клиничких симптома, без каријеса, који није претрпео трауму, није абрадиран, који има неоштећен потпорни апарат, који нормално реагује на тестове виталитета.
- Са хистолошког аспекта, здрава пулпа је без патолошких промена насталих услед дејства различитих наддражаја и без регресивних промена насталих старењем.
- Са клиничког аспекта, здрава је пулпа која реагује на спољашње наддражаје (тестове осетљивости) и не показује клиничке симптоме обољења.



Реверзibilна обољења пулпе

- заснива се на субјективним и објективним налазима који указују да би запаљење требало да се повуче и да се пулпа врати у здраво стање након уклањања етиолошког фактора.

- **ХИПЕРСЕНЗИТИВНИ ДЕНТИН**
- **ХИПЕРЕМИЈА ПУЛПЕ**

Хиперсензитивни дентин је болно стање које се јавља као последица експонирања површине дентина и дејства различитих термичких, хемијских механичких или осмотских надражаја.

Реверзибилна обољења пулпе

- заснива се на субјективним и објективним налазима који указују да би запаљење требало да се повуче и да се пулпа врати у здраво стање након уклањања етиолошког фактора.
- **ХИПЕРСЕНЗИТИВНИ ДЕНТИН**
- **ХИПЕРЕМИЈА ПУЛПЕ**

Хиперемија пулпе представља стање повећаног протока крви у зубној пулпи.

- реверзибилно запаљење са субјективним и објективним налазом **благог запаљења** пулпног ткива

Етиологија

- **Каријесне лезије**
 - Микроорганизми каријеса
- **Некаријесне лезије**
 - Абразије, ерозије, мололизе, трауме и други термички и хемијски фактори
- **Пародонтолошки фактори**
- **Јатрогени фактори**
 - Препарација, полирање, исушивање кавитета, термопластичне масе, материјали, УЗК, лоше рубно затварање



ХИПЕРСЕНЗИТИВНИ ДЕНТИН

Хиперсензитивни дентин

ДЕФИНИЦИЈА - болно стање које се јавља након експонирања површине дентина

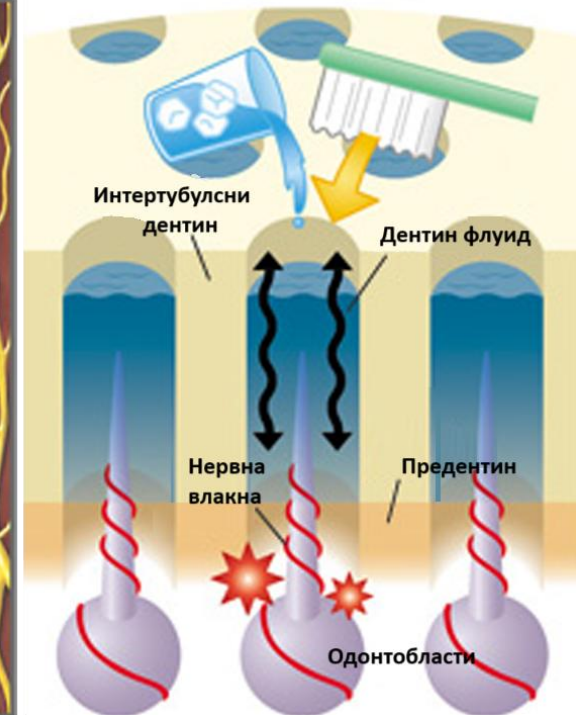
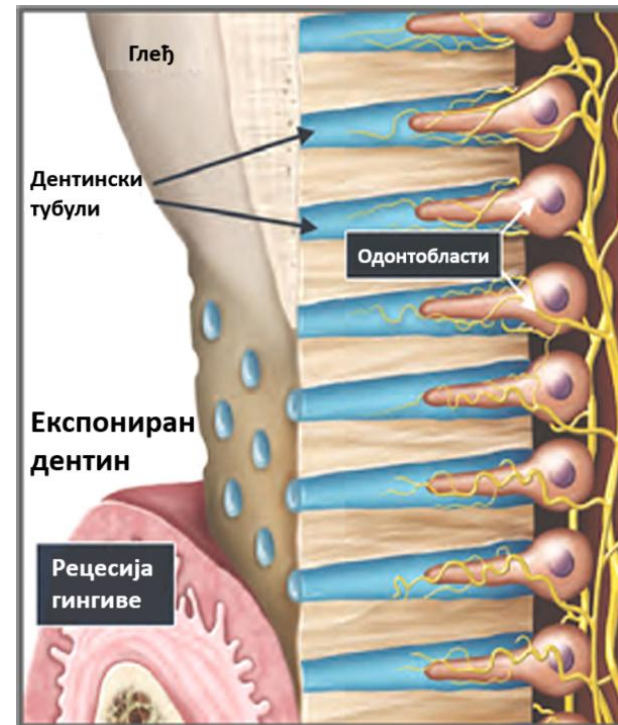
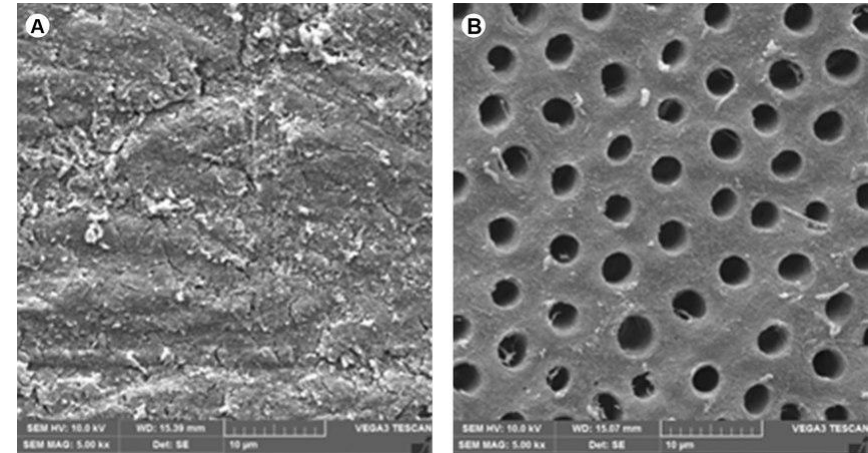
ЕТИОЛОГИЈА - клинасте ерозије, милолизе, абразије, каријес, рецесија гингиве, микроцурење, јатрогено

КЛИНИЧКА СЛИКА - осетљивост на термичке, механичке и осмотске надражаје – оштар краткотрајни бол

Чешће се јавља на букалним површинама очњака и премолара, код десноруких пацијената са леве стране

ПАТОГЕНЕЗА – Дентин је **експониран** уклањањем слоја глеђи, цемента или рецесијом гингиве. Затим дентин се **сензитивише** – уклањањем размазног слоја који оклудира тубуле.

Осетљивост дентина се заснива на хидродинамичкој активацији интраденталних А влакана

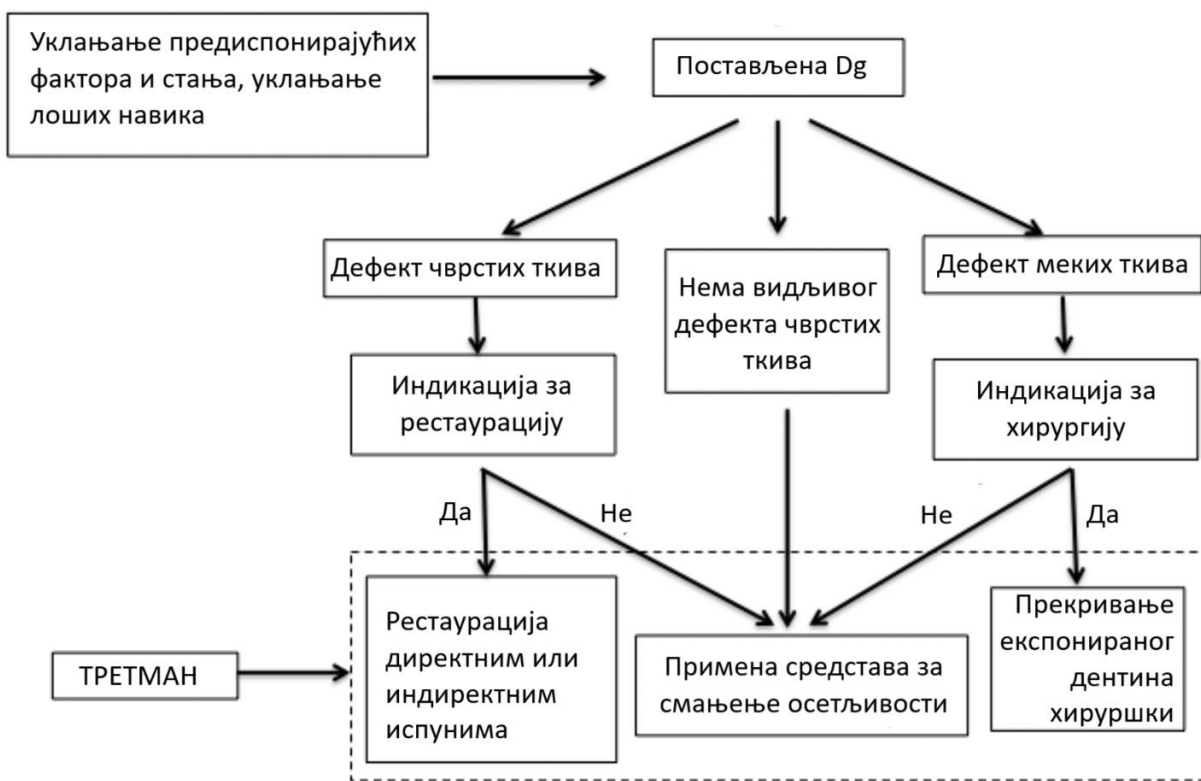


Хиперсензитивни дентин

ДИЈАГНОЗА



ПЛАН ТЕРАПИЈЕ



[Liu XX et al. Pathogenesis, diagnosis and management of dentin hypersensitivity: an evidence-based overview for dental practitioners. BMC Oral Health. 2020](#)

Хиперсензитивни дентин

ТЕРАПИЈА

- Едукација о оралној хигијени и правилним техникама прања зуба
- **Уклањање и измена лоших навика**/фактора који доприносе развоју преосетљивости дентина
- **Примена средстава за смањење осетљивости дентина**
- **Рестауративна** или пародонтолошка процедура

ПРЕМА НАЧИНУ ПРИМЕНЕ



КУЋНА



ОРДИНАЦИЈСКА

ПРЕМА МЕХАНИЗМУ ДЕЈСТВА



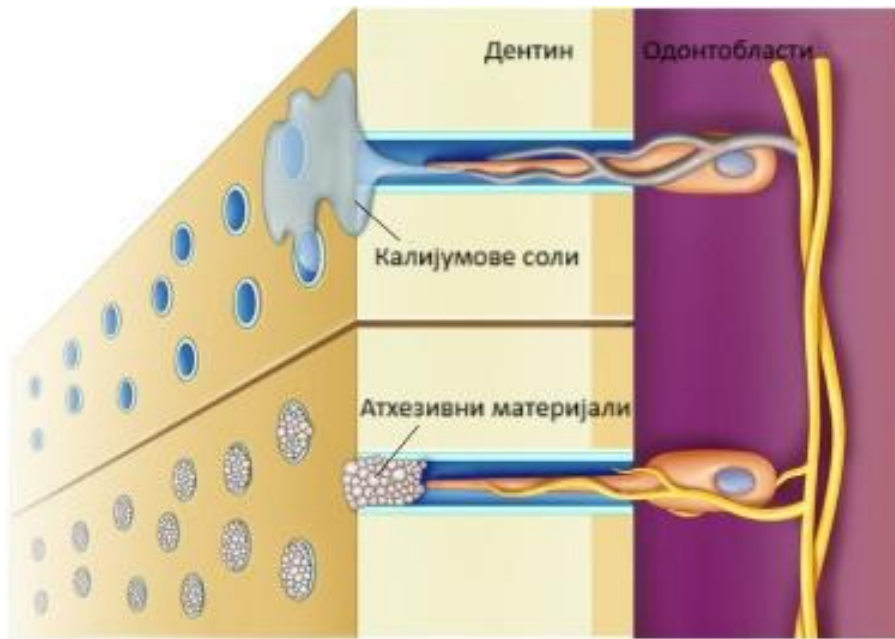
ДЕСЕНЗИБИЛИЗАЦИОМ НЕРВНИХ ЗАВРШЕТАКА

- калијумове соли
(калијум нитрат, калијум хлорид, калијум цитрат)



БЛОКИРАЊЕМ ОТВОРА ДЕНТИНСКИХ КАНАЛИЋА

- стронцијумове соли, флуориди, аргинин/калцијум
глутаралдехид, хидроксиапатит, смоле, ласер



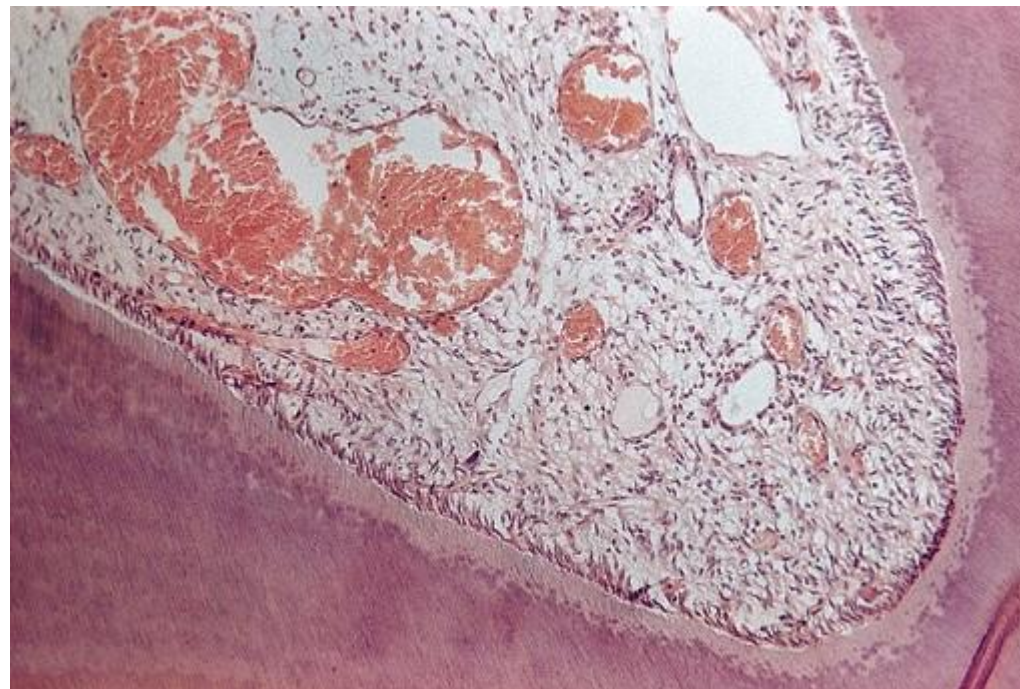
ХИПЕРЕМИЈА ПУЛПЕ

Хиперемија пулпе

ДЕФИНИЦИЈА - реверзибилно запаљење са субјективним и објективним налазом благог запаљења пулпног ткива

ЕТИОЛОГИЈА - микроорганизми, механички, термички, хемијски, јатрогени фактори

ПАТОГЕНЕЗА – Јавља се **хиперемија** у слоју одонтобласта, локална инфламација, а из локалних ћелија ослобађају се супстанце које подстичу **неутрофиле и мононуклеарне** леукоците (моноците, Т и В лимфоците) да напуштају крвне судове.



- **Неутрофили** се акумулирају на улазе у дентинске каналиће блокирајући продор бактерија у пулпу
- **Моноцити** из крвотока у ткиву прелазе у макрофаге (уништавају бактерије, чисте ткиво, антиген презентују и стимулишу репарацију)

Повећан проток крви услед вазодилатације доводи до **повећања интрапулног притиска** у захваћеној зони, али не у тој мери да изазове болни импулс.

Хиперемија пулпе

ДИЈАГНОЗА

СУБЈЕКТИВНИ СИМПТОМИ

- Постоји **осетљивост на термичке** надражаје која је мало **пролонгирана**
- **Нема спонтаних болова**

ОБЈЕКТИВНИ НАЛАЗ

Инспекција: Већа каријесна лезија, траума, јатрогено оштећење

Тестови осетљивости:

- **Термички:** осетљивост на **хладно** (колико траје надражај или пролонгирано до 1 минут)
- **Електрични:** **непромењен** или благо **снижен** праг надражаја

Перкусија и палпација: **негативни**

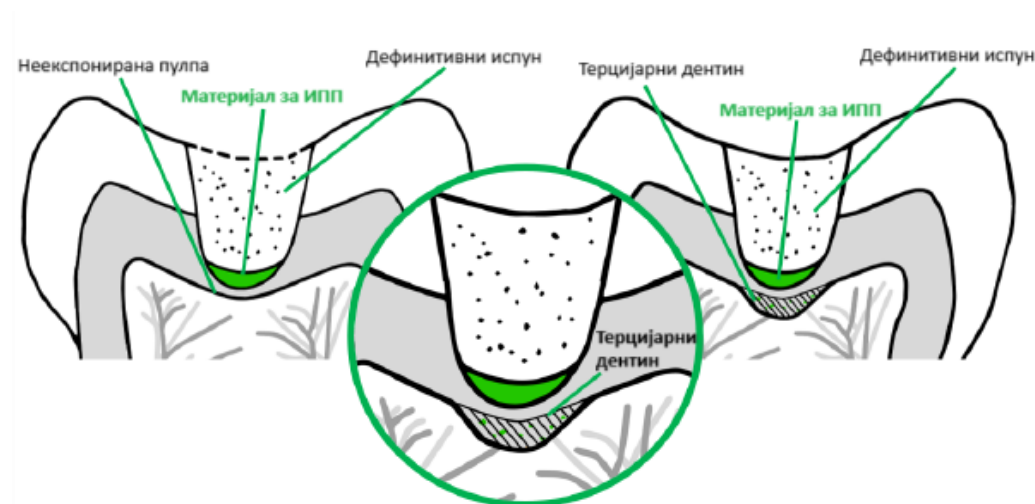
Радиографија: неспецифична



ТЕРАПИЈА РЕВЕРЗИБИЛНИХ ОБОЉЕЊА ПУЛПЕ

ИНДИРЕКТНО ПРЕКРИВАЊЕ ПУЛПЕ

- Представља процедуру постепеног уклањања каријесно измењеног дентина у једној или више сеанси и прекривања преосталог чврстог дентина биоматеријалом, а са циљем очувања интегритета и виталитета пулног ткива
- ЈЕДНОСЕАНСНА
 - (селективно уклањање каријеса, *Selective carious-tissue removal*)
- ВИШЕСЕАНСНА
 - (уклањање каријеса у више корака, *Stepwise excavation*)



ЈЕДНОСЕАНСНА ТЕРАПИЈА ДУБОКОГ КАРИЈЕСА

ИНДИКАЦИЈА

- Дубоки каријес
- Примењује се када је дијагноза сигурна и када пулпа реагује као и код здравог зуба или је у фази реверзibilног запаљења

НАЧИН ИЗВОЂЕЊА

- Уклања се сав **размекшали дентин** док не остане слој чврстог дентина који може бити пребојен
- на преостали дентин се поставља **чврсто-везујући $\text{Ca}(\text{OH})_2$** (у облику цемента или ојачани смолом) у танком слоју
 - делује као механичка баријера, пролонгирано отпушта Са и Он јоне и пролонгирано стимулише дентиногенезу
- **Подлога** (најчешће глас-јономер цемент)
- **Дефинитивни испун** (директни или индиректни)



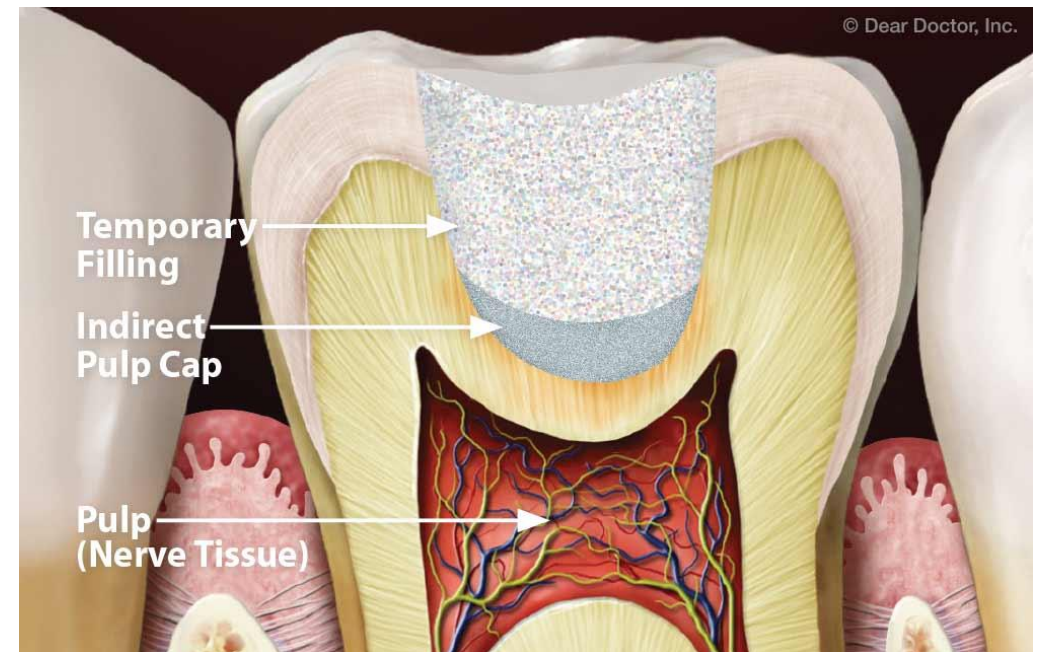
ВИШЕСЕАНСНА ТЕРАПИЈА ДУБОКОГ КАРИЈЕСА

ИНДИКАЦИЈА

- Дубоки каријес који се **изузетно приближио пулпи**
- Примењује се када је дијагноза сигурна и када пулпа реагује као и код здравог зуба или је у фази реверзibilног запаљења

НАЧИН ИЗВОЂЕЊА

- Уклања се **размекшали дентин али не у потпуности** како би се спречило отварање пулпне коморе
- на преостали дентин се поставља **препарат $\text{Ca}(\text{OH})_2$** у танком слоју
 - (различити су ставови о **формулацији која се користи**)
- **ПРИВРЕМЕНИ ИСПУН** (најчешће глас-јономер цемент)
 - **НЕКАДА** – цинк-оксид еугенол и цинкфосфатни цемент



ВИШЕСЕАНСНА ТЕРАПИЈА ДУБОКОГ КАРИЈЕСА

ТРАЈАЊЕ ПОСТУПКА ВИШЕСЕАНСНОГ ИНДИРЕКТНОГ ПРЕКРИВАЊА

- Код јако дубоких каријеса када нисмо сигурни у дијагнозу, на преостали размекшали дентин поставља се **суспензија $\text{Ca}(\text{OH})_2$ на 7 -10 дана** и привремени испун – **ОПСЕРВАЦИЈА**, контрола тестом виталитета
 - Суспензија $\text{Ca}(\text{OH})_2$ има **антисептично** и **везујуће својство**, везује размекшали дентин, и **врши демаркацију** каријесног дентина
- Када смо сигурни у дијагнозу, ако смо уклонили највећи део размекшалог дентина, или први пут или након периода опсервације, поставља се **препарат $\text{Ca}(\text{OH})_2$** и привремени цементни испун **на дужи временски период (6 недеља – 6 месеци)**
 - **САВРЕМЕНИ СТАВ:** Чврстовезујући $\text{Ca}(\text{OH})_2$ + глас-јономер цемент
 - АЛТЕРНАТИВНО: суспензија $\text{Ca}(\text{OH})_2$ + глас-јономер цемент
 - СТАРИЈА ПРОЦЕДУРА: суспензија $\text{Ca}(\text{OH})_2$ + цинк-оксид еугенол + цинкфосфатни цемент
- По истеку потребног времена за стимулацију пулпе, а уколико зуб не показује знаке обољења пулпе, уклања се медикамент, преостали промењени дентин и дефинитивно затвара **чврсто-везујућим $\text{Ca}(\text{OH})_2$, подлогом и дефинитивним испуном**

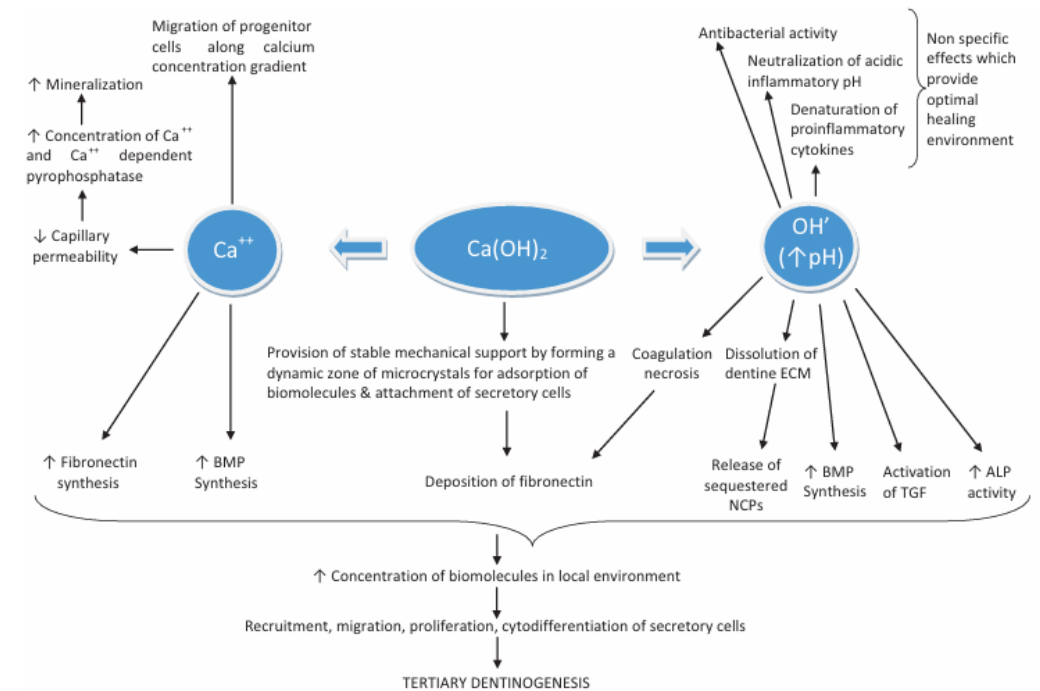


ЗНАЧАЈ ВИШЕСЕНАСНЕ ТЕРАПИЈЕ

Вишесенасна терапија дубоког каријеса има за циљ **да активне лезије промени у лезије које споро напредују**, због промене кариогене средине (уклањање каријеса, дејство OH^- јона из $\text{Ca}(\text{OH})_2$) дентин мења особине и добија особине дентина у заустављеној лезији

- Влажни, меки и жућкасти оболели деминерализован дентин претвара се у суви, тамнобраон, тврђи и мање инфициран деминерализовани дентин
- Долази до склерозе и формирања терцијерног дентина

- Преапарати на бази $\text{Ca}(\text{OH})_2$ утичу на **формирање репараторног дентина** омогућавајући опоравак пулпе, **реминерализују** преостали размекшали дентин, делују **антибактеријски**, отпуштањем OH^- јона **мењају pH каријесне средине**, **антифлогистично**, **аналгетично**, **везују** размекшали дентин, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ има **висок pH (12,5)** – **растварање екстрацелуларног дентинског матрикса** (отпуштање неколагених протеина из матрикса) - **трансдентинска стимулације дентиногенезе**
- Други препарати: МТА, Биодентин, глас-јономер цементи?



[Sangwan P et al. Tertiary dentinogenesis with calcium hydroxide: a review of proposed mechanisms. Int Endod J. 2013](#)

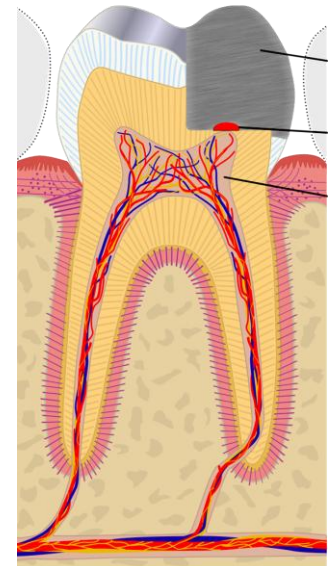


ДИРЕКТНО ПРЕКРИВАЊЕ ПУЛПЕ

- Директно прекривање пулпе је препоручена процедура за терапију експониране виталне зубне пулпе, која подразумева постављање стоматолошког материјала на место експонирања како би се **подстакло формирање заштитне баријере и одржао виталитет**
- На месту експонирања пулпе, слој одонтобласта је уништен због чега је потребно да постављени материјал **стимулише** њихову замену диферентованим ћелијама сличним одонтобластима како би формирали минерализовану баријеру названу „**дентински мост**“. Такође, биокомпатибилни и биоактивни материјали који се користе у директном прекривању пулпе треба **да умање интензитет запаљења** пулпног ткива и убрзају његов опоравак.

ЕТИОЛОГИЈА ЕКСПОНИРАЊА ЗУБНЕ ПУЛПЕ

- Траума - јавља се **изразита осетљивост** на термичке и механичке надражаје
- Јатрогено (уклањање дубоког каријеса, брушење зуба) - пацијент **сигнализира јак оштар бол** у тренутку перфорације



ИНДИКАЦИЈЕ ЗА ДИРЕКТНО ПРЕКРИВАЊЕ ПУЛПЕ

ФАКТОРИ КОЈИ УТИЧУ НА ПОСТАВЉАЊЕ ИНДИКАЦИЈЕ ЗА ДПП

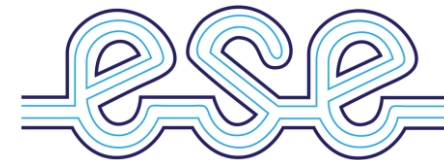
- **Начин и место настанка** трауме и шта је **урађено** до доласка пацијента (анамнеза)
- процена клиничког стања зубне пулпе: **здрава или пулпа у стадијуму реверзибилног запаљења**
- да ли се експонирање догодило кроз **здрав или каријесно измењен дентин**
- Протекло **време** од перфорације
- **Репараторна способност** пулпе, **незавршен раст корена**
- **Старост пацијента**, опште здравствено стање
- **Величина дефекта** - Величина места експонирања дуго је сматрана важним фактором за успех директног прекривања пулпе из два разлога; у случајевима већих дефеката, теже је успоставити хемостазу, а ако је притом експонирање учињено кроз каријесни дентин, повећава се ризик од бактеријске контаминације

ИНДИКАЦИЈЕ ЗА ДИРЕКТНО ПРЕКРИВАЊЕ ПУЛПЕ

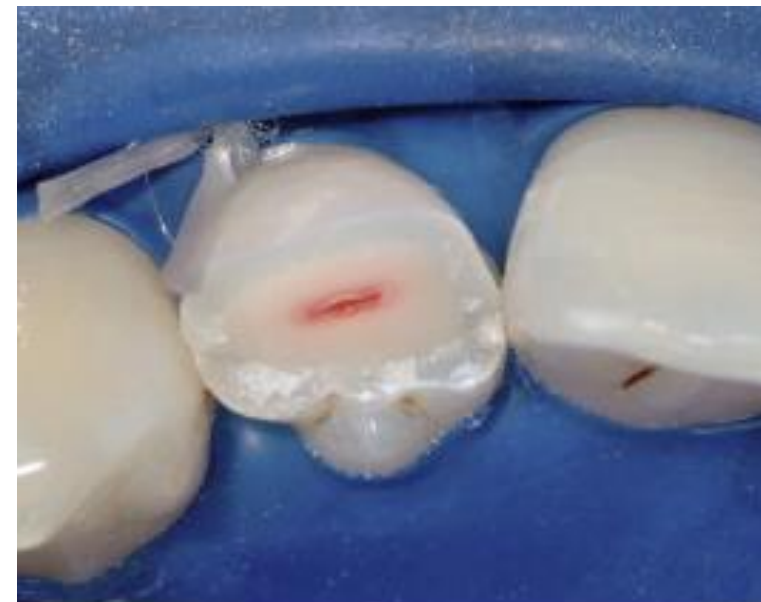
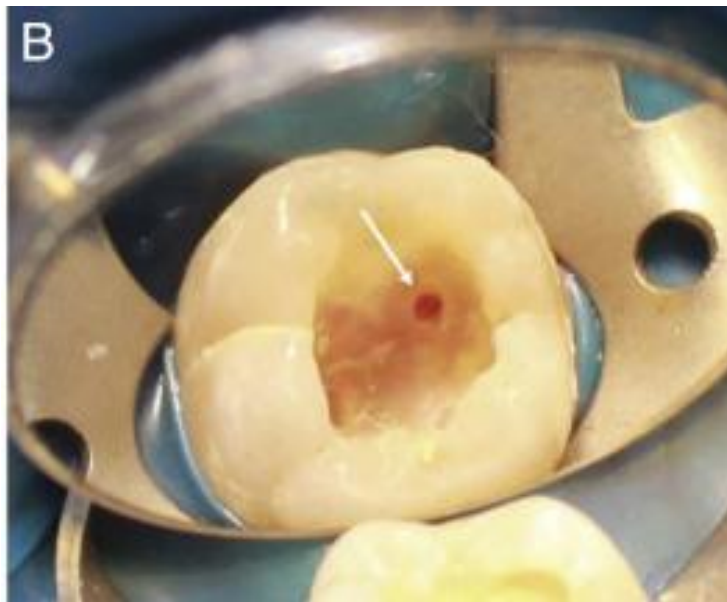
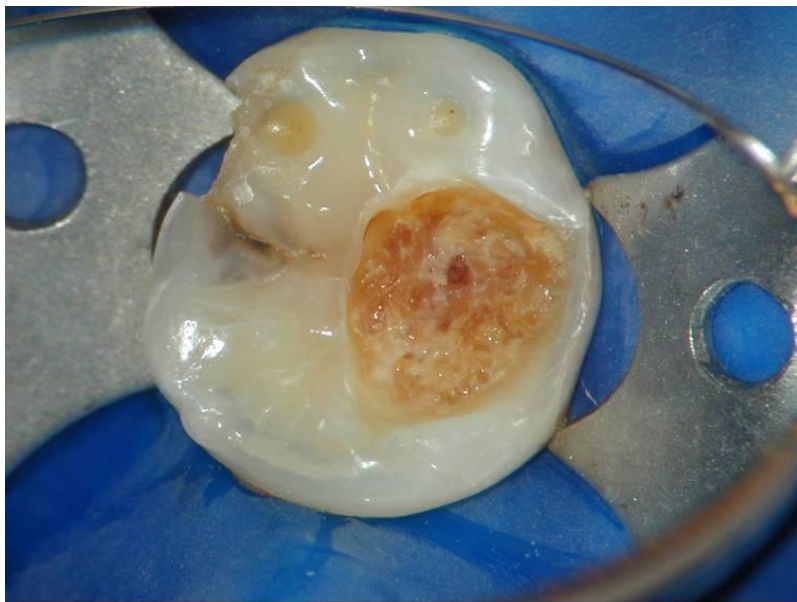
- **Отворена пулпа при трауми** без знакова оштећења периодонцијума и неуроваскуларног снопа
- **Јатрогено отварање пулпе здравог дентина** дијаметра 1 до 2 mm
- **Јатрогено отварање пулпне коморе до 1,5 мм** при уклањању каријеса без контаминације инфицираним каријесним дентином
- **Незавршен раст корена** уз присуство здраве коренске пулпе
- **Могућност успостављања хемостазе** (мање од 5 min у случају јатрогене експозиције кроз здрав дентин)



ИНДИКАЦИЈЕ ЗА ДИРЕКТНО ПРЕКРИВАЊЕ ПУЛПЕ

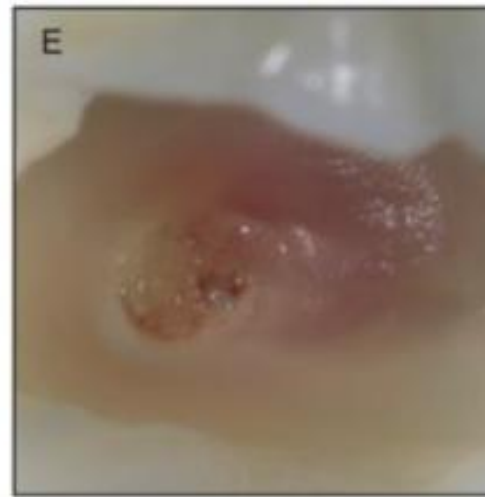
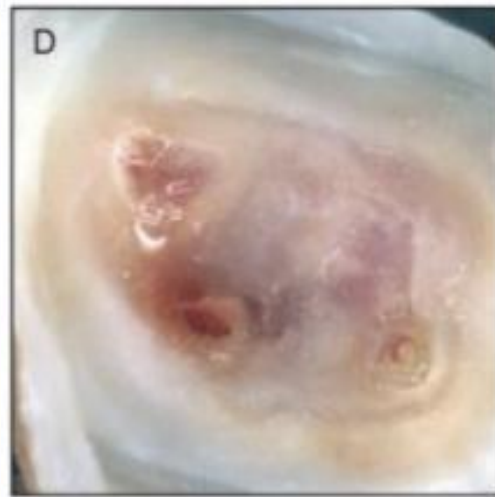


- **класа I - преоперативно није потврђено присуство каријесне лезије.** Клинички је процењено да се експонирање пулпе догодило кроз здрав дентин уз очекивање да је и зубна пулпа здрава (**експонирање пулпе узроковано траумом зуба или јатрогено**);
- **класа II – преоперативно присуство дубоке каријесне лезије.** Клинички је процењено да се експонирање пулпе догодило кроз зону бактеријске контаминације уз очекивање да је зубна пулпа здрава или у стању реверзибилног запаљења (**каријесно експонирана пулпа**).



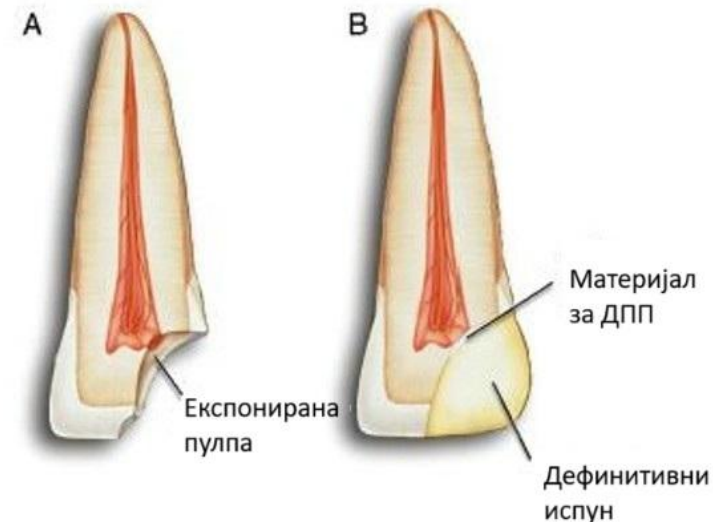
КОНТРАИНДИКАЦИЈЕ ЗА ДИРЕКТНО ПРЕКРИВАЊЕ ПУЛПЕ

- Постојање знакова **иреверзibilног запаљења зубне пулпе**
- Ако је **протекло дуже време од перфорације**, која је **већа од 2 mm**
- При уклањању каријеса дошло је до **утискивања каријесног дентина**
- **код абразија, ерозија, каријеса у врату зуба, код старијих особа** са обољењима која утичу на репарацију
- **Код зуба са већим и дуготрајним каријесом** где је исцрпљен репарациони потенцијал уз могућност постојања хроничног запаљења зубне пулпе
- **Немогућност успостављања хемостазе** (више од 5 min)



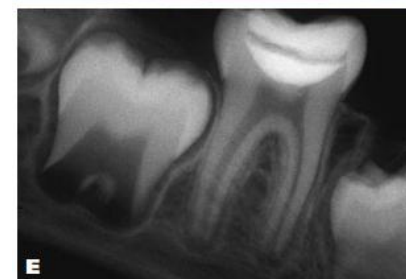
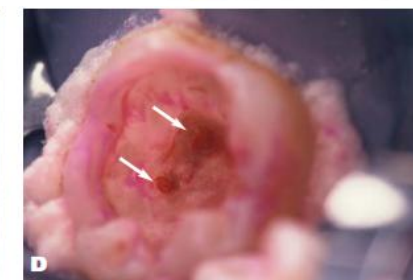
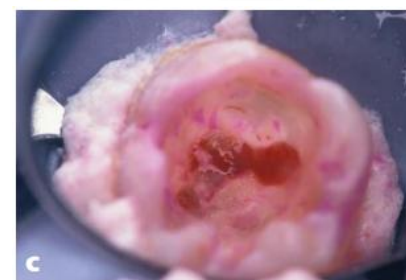
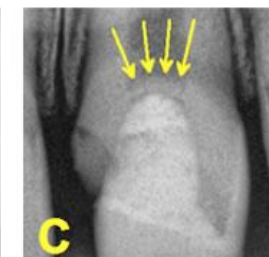
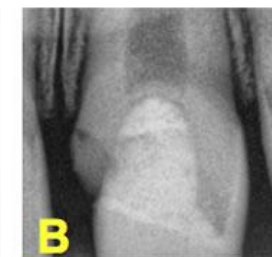
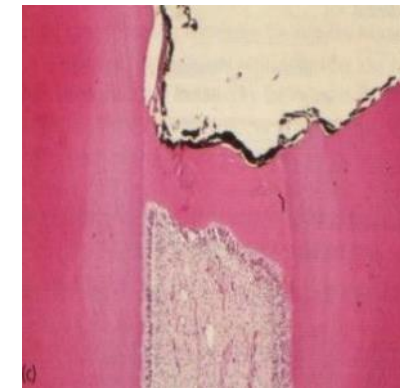
НАЧИН ИЗВОЂЕЊА

1. **Асептични услови рада** – постављање кофердама
2. **Уклонити коагулум** - оштрим екскаватором јер он представља резервоар и хранљиви супстрат за бактерије
Успоставити хемостазу благим притиском са куглицом темпериране вате натопљене хлорхексидином, стерилним физиолошким раствором, анестетиком, натријум хипохлоритом - поновити и чекати до комплетне хемостазе - уколико је немогуће урадити хемостазу - пулпотомија или пулпектомија
3. **Апликација материјала за директно прекривање ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, МТА, Биодентин)** – без притиска
Уколико је рана инфламирана **поставља се паста на бази антибиотика и кортикостероида на 1 до 2 дана**, а затим материјал за ДПП
Различити ставови – ако се користи **суспензија $\text{Ca}(\text{OH})_2$** – **потребно је заштити лајнером** (чврстовезујући $\text{Ca}(\text{OH})_2$, глас-јономер цементни лајнер) – поједини аутори наводе да је сваки материјал потребно заштити лајнером
4. **Постављање подлоге** – Глас-јономер цемент
5. **Адхерентна рестаурација** дефинитивним испуном
6. **Контрола**: након једне недеље, након 6 месеци, једном годишње



КОНТРОЛНИ ПРЕГЛЕДИ

- **после 1 недеље** (проверити симптоме и тест виталитета)
- **после 6 месеци** где проверавамо:
 - **Симптоме**
 - **Реакцију на термичке надражаје** – одсутни, кратки, продужени
 - **Осетљивост на електро-тест**
 - **Радиографске промене у периапексу**
 - Радиографска провера **формирања дентинског моста**
 - На основу налаза, контрола или ендодонтска терапија
- **једном годишње** (контрола испуна)



БИОПУЛПОТОМИЈА

Представља ендодонтски захват којим се **пулпа делимично уклања**, тј. **под дејством локалне анестезије** уклања се експонирани или инфламирани крунични део пулпе, **док се задржава виталитет преосталог коренског дела пулпе**.

ИНДИКАЦИЈЕ

- Експонирано пулпно ткиво када је контраиндиковано директно покривање пулпе
- када је пулпа **здрава** или **реверзибилно инфламирана** код **незавршеног раста корена**, код завршеног кад смо **сигурни да је радиксна пулпа здрава** или као привремена метода до пулпектомије

КОНТРАИНДИКАЦИЈЕ

- Код пацијената са **системским болестима**, који примају кортикостероидну **терапију**, код **старих особа** код којих је исцрпљен репараторни потенцијал
- Где је током **брушења за фиксну надокнаду** експонирана пулпа, код **абразија и ерозија** где је исцрпљен репараторни потенцијал пулпе



Најважнија индикација за биопулпотомију јесте код зуба са **незавршеним растом корена** која има за циљ да очува виталитет и функцију коренског дела пулпе, како би се до краја завршио развој корена тј. **апексогенеза**



БИОПУЛПОТОМИЈА

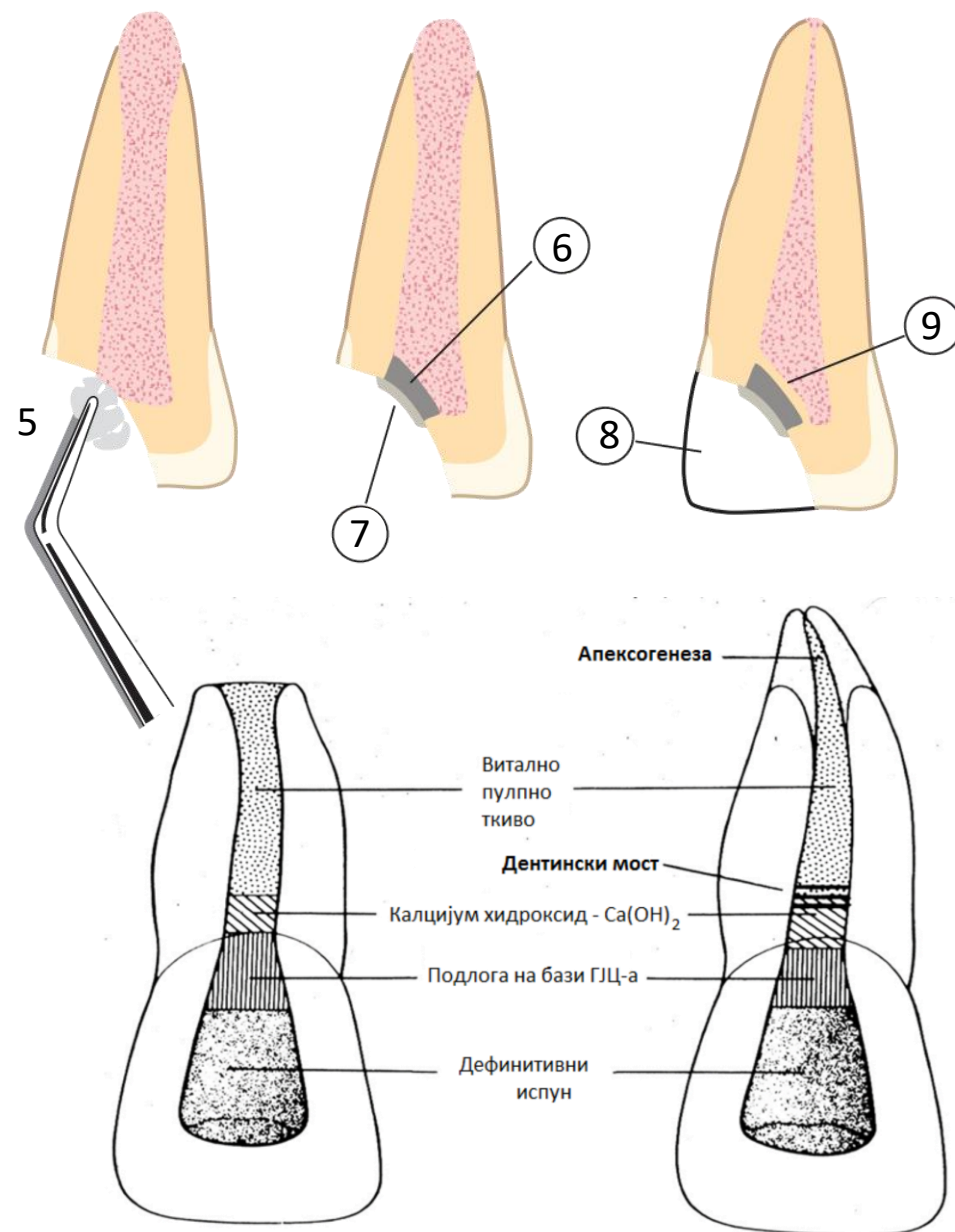
Зависно од степена инфламације, нивоа на ком је пулпа експонирана и времена од експонирања пулпе, разликују се две методе биопулпотомије:

- **Парцијална пулпотомија** (површинска, делимична или Цвекова пулпотомија) – уклањање површинског дела круничне пулпе – до 2mm испод места експонирања
- **Цервикална пулпотомија** (дубока, тотална или ковенционална) – уклањање комплетне круничне пулпе до улаза у канал/е



НАЧИН ИЗВОЂЕЊА

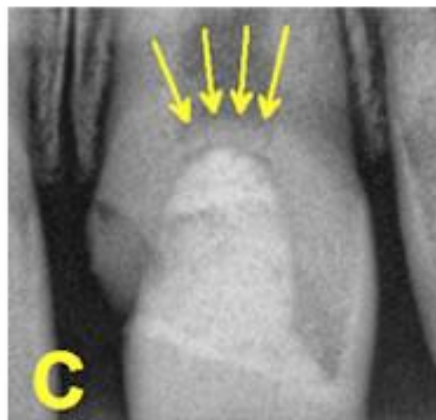
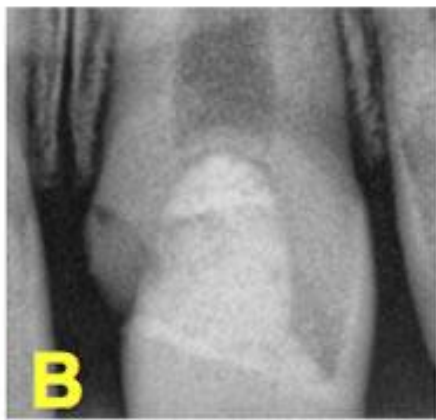
1. **Анестезија** – одговарајућом техником
2. **Асептични услови рада** – дезинфекција радног поља и постављање кофердама
Дезинфекција радног поља постиже се тинктуром јода 5-10%, хлорхексидином раствореним у алкохолу или натријум хипохлоритом
3. **Препарација кавитета** – безусловно уклањање каријеса и остатака старог испуна
4. **Трепанација крова пулпне коморе уз ампутацију круничног дела пулпе** (површинских 2mm или до улаза у канале) – дијамантским округлим сврдлом уз водено хлађење (алтернативно – оштри ручни инструмент – скалпел, екскаватор, кирета)
5. **Успостављање хемостазе** – уз помоћ стерилне ватице натопљене анестетичким раствором, феросульфатом или физиолошким раствором) – **НЕ ПРЕПОРУЧУЈЕ СЕ** водород пероксида због оклузије крвних судова
Најважнији корак у прекривању пулпе је **зауставити крварење, уклонити угрушак и адхерентно поставити медикамент**
6. **Апликација материјала за директно прекривање** ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, МТА, Биодентин) – без притиска
7. **Постављање подлоге** – Глас-јономер цемент
8. **Адхерентна рестаурација** дефинитивним испуном
9. **Контрола**: након једне недеље, након 3 месеца, након 6 месеци, једном годишње



КОНТРОЛА

Контрола успеха терапије је сведена на анамнезу, перкусију, палпацију, РТГ снимке, јер како је пулпа уклоњена апикално од гингивне ивице не може се добити одговор пулпе на тестове виталитета (**осим код парцијалне пулпотомије**).

Информацију нам даје РТГ снимак да ли је дошло до **формирања дентинског моста**, **ширина коренског канала** који се пореди са ширином канала из исте групе зуба, **стање периапексног ткива** и **статус апексогенезе**



КОНТРОЛА

Уколико је пулпа хронично запаљена и прелази у некрозу може доћи до **унутрашње ресорпције зидова канала**



Корен се може развијати и када је пулпа хронично упаљена, а када је развој корена завршен ради се **пулпектомија**

Повећана облитерација коренског канала указује на хронично запаљење пулпе и може онемогућити каналну терапију

Патолошке калцификације се не јављају када се ампутациона рана прекрива МТА препаратима

Периапексно осветљење указује на некрозу

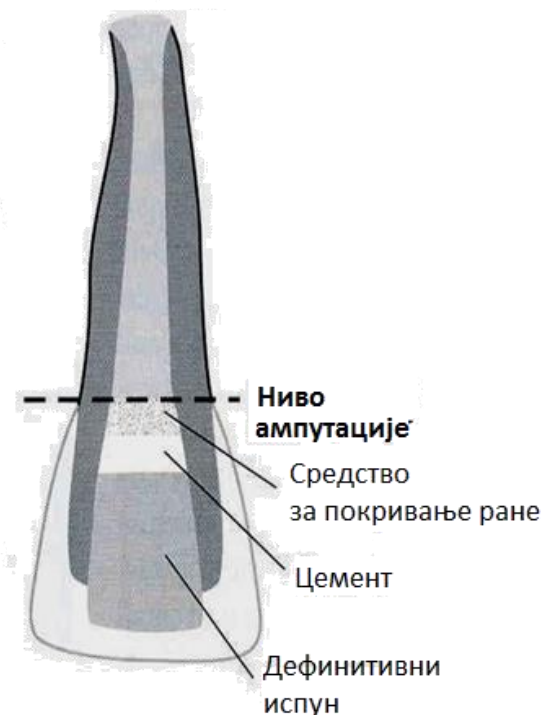
ЗАРАСТАЊЕ ПУЛПНЕ РАНЕ

Успех терапије зависи од тога до које мере рана може бити сачувана од бактеријске контаминације.

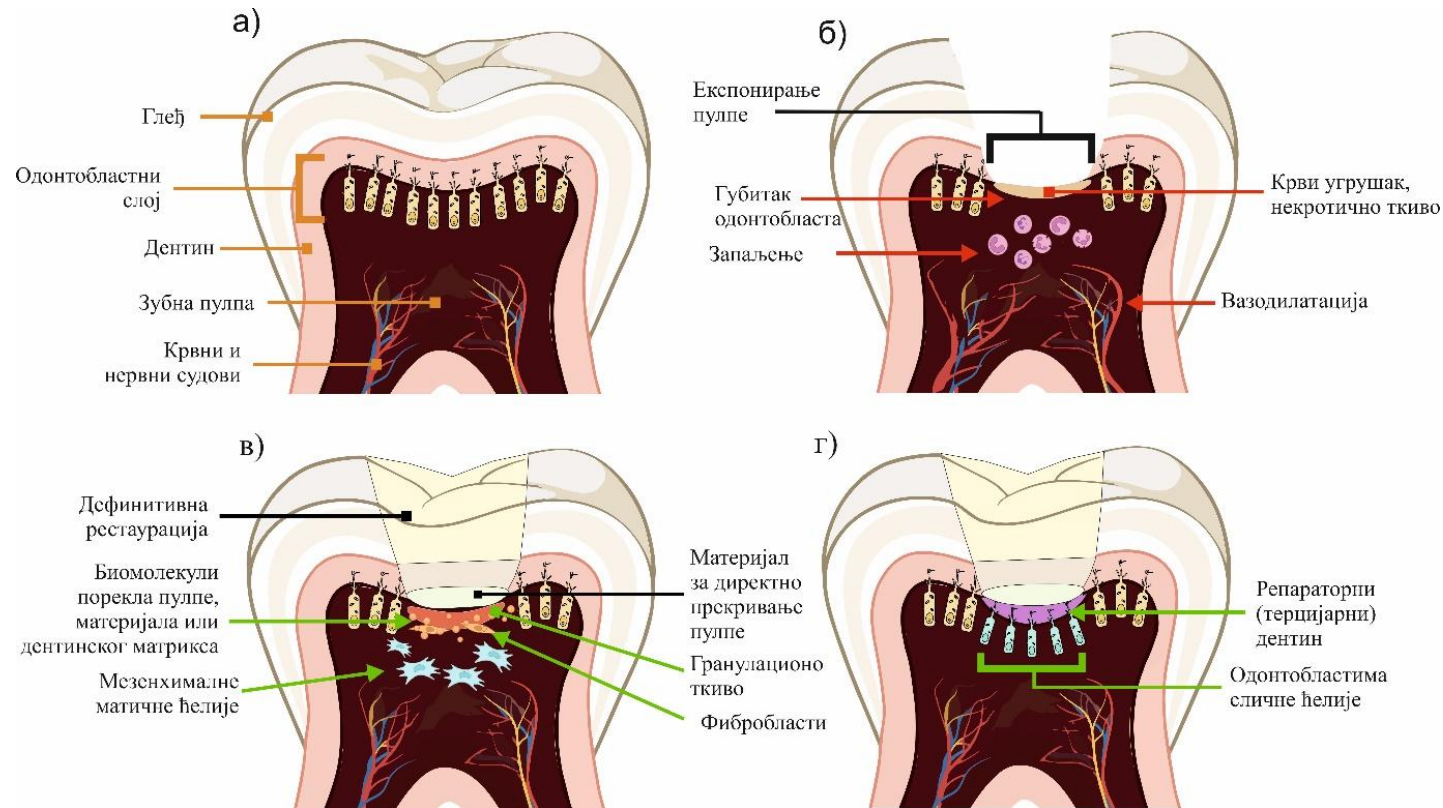
Начини зарастања пулпне ране могу бити:

- **Дентиногено зарастање**

- **Per secundam** - стварањем везивноткивног ожиљка који може и не мора да се калцификује



ЗАРАСТАЊЕ ПУЛПНЕ РАНЕ



Схематски приказ реакције зарастања пулпне ране након експонирања. а) Интактан зуб карактерише се непрекинутим одонтбластним слојем на периферији зубне пулпе испод слоја интактног дентина; б) Услед прекидања слоја глеђи и дентина и експозиције пулпе нарушен је и одонтбластни слој. На површини пулпне ране долази до формирања крвног угрушка са слојем повређеног некротичног ткива. Ово изазива запаљенску реакцију која је у почетним фазама реверзибилног карактера; в) Постављани биокомпатибилни материјал на површини пулпне ране делује стимулативно на репараторне и регенеративне процесе посредством биомолекула порекла самог материјала, ћелија зубне пулпе или дентинског матрикса. Биомолекули стимулишу миграцију недиферентованих матичних ћелија из унутрашњих слојева зубне пулпе; г) Матичне ћелије диферентују у ћелије сличне одонтбластима (секундарне одонтбласте) који луже слој репараторног дентина (дентински мост).

ЕФЕКТИ МАТЕРИЈАЛА ЗА ПРЕКРИВАЊЕ ПУЛПЕ

Калцијум хидроксид

- традиционално се сматрао „**златним стандардом**“ у директном прекривању пулпе првенствено због свог **антимикробног** дејства, промоције **минерализације** и **стварања репаративног дентина**.

- **веома базно једињење** ($\text{pH} \approx 12$) које у контакту са пулпним ткивом **изазива површинску коагулациону некрозу**. Испод зоне некрозе долази до благе инфламације која промовише диференцијацију и миграцију имунских, али и ћелија сличних одонтобластима доводећи до формирања дентинског моста.

- Механизам дејства калцијум хидроксида заснива се на његовој **дисоцијацији у ткивним течностима** на хидроксилне (OH^-) и калцијумове јоне (Ca^{2+}). Захваљујући OH^- јонима који могу да оштете ћелијску мембрану и ДНК микроорганизама, калцијум хидроксид остварује антимикробно дејство.

Такође, отпуштање OH^- повећава pH вредност средине, што остварује дејство на дентински матрикс, растварајући органску компоненту и отпуштајући неколагене материје (**најзначајније TGF- β 1 и BMP-1**) које стимулишу матичне и друге пулпне ћелије у репаративним процесима

Захваљујући Ca^{2+} јонима чија концентрација је значајно повећана у пулпном ткиву испод материјала, калцијум хидроксид стимулише миграцију и диференцијацију ћелија сличних одонтобластима. Такође, Ca^{2+} јони стимулишу продукцију BMP2 и остеопонтинина од ћелија пулпе који доприносе стварању дентинског моста.



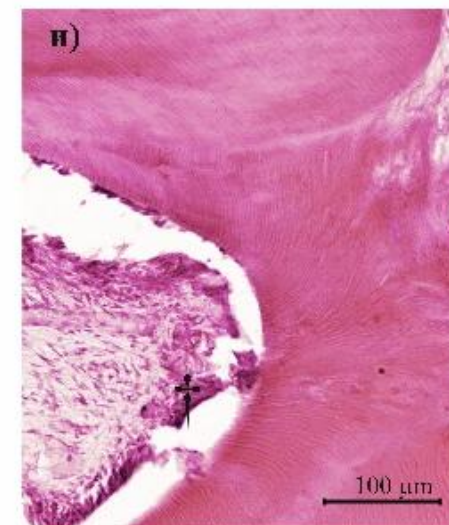
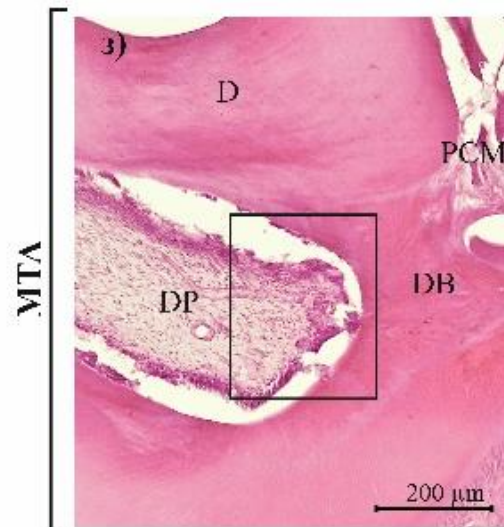
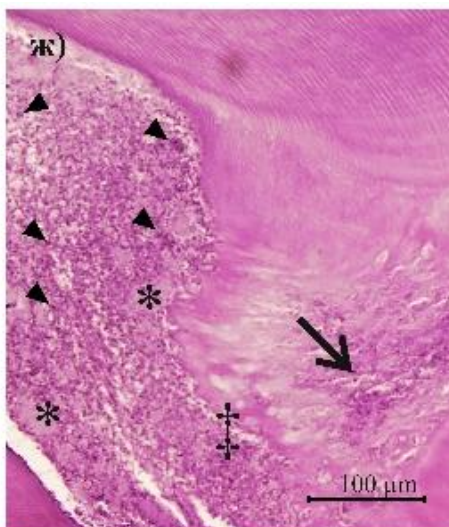
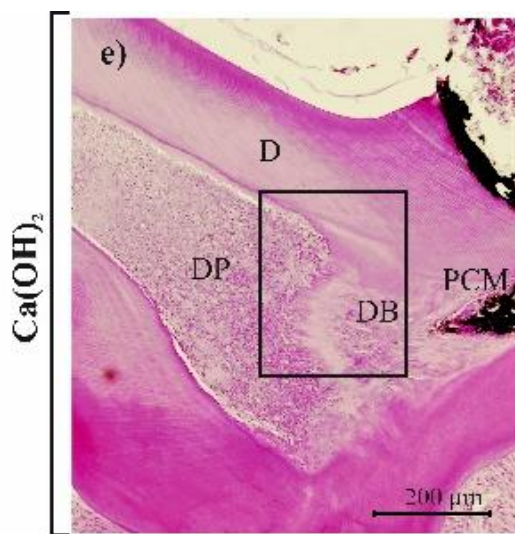
ЕФЕКТИ МАТЕРИЈАЛА ЗА ПРЕКРИВАЊЕ ПУЛПЕ

Калцијум хидроксид

Иако је показао значајан успех у директном прекривању пулпе, калцијум хидроксид има одређене недостатке.

- препарати су **веома су растворљиви** и долази до њиховог потпуног растварања остављајући празан простор испод дефинитивне реставрације.
- калцијум хидроксид има **недовољна физичка својства**, **не поседује својства атхезије** за зубна ткива и обезбеђује **недовољно заптивање**.

Такође, иако је показана висока стопа успешност формирања дентинског моста по неким ауторима, око 90% формираних мостова испод калцијум хидроксида показује зоне неминерализованог дентина тзв. „**тунел дефекте**“ који могу престављати пут ширења микроорганизама и настанка запаљења пулпе.



ЕФЕКТИ МАТЕРИЈАЛА ЗА ПРЕКРИВАЊЕ ПУЛПЕ

Калцијум силикатни цементи

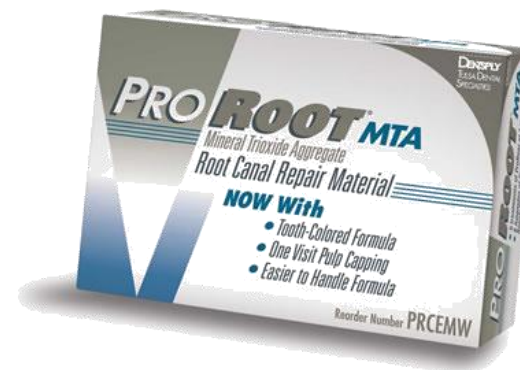
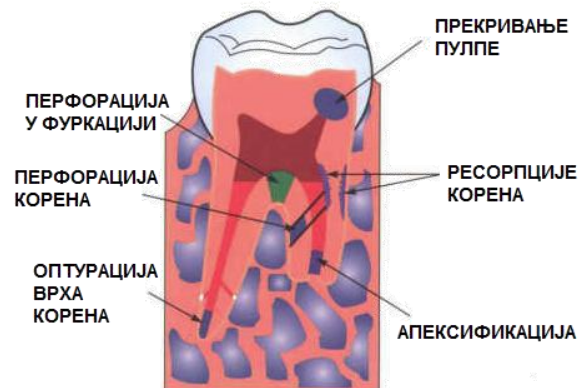
Минерал триоксид агрегат (МТА) као главни представник групе калцијум силикатних цемената, уведен је у стоматолошку клиничку праксу првенствено као материјал за ретроградну оптурацију корена зуба, а велику популарност је стекао највише због **слабе растворљивости у присуству течности**.

МТА је по саставу мешавина основних делова Портланд цемента, дикалцијум силиката и трикалцијум силиката, трикалцијум алумината и тетракалцијум алуминоферита са бизмут оксидом. Садржи и силицијум диоксид, калцијум оксид, магнезијум оксид и калијум сулфат у траговима.



МТА је хидрофилни цемент, а реакција његовог везивања дешава се у води те га од многих стоматолошких материјала разликује понашање у влажној средини.

Данас је МТА један од највише коришћених калцијум силикатних цемената, а резултати прегледних чланака и мета-анализа показују **веће успехе МТА у директном прекривању пулпе** у односу на калцијум хидроксид.



ЕФЕКТИ МАТЕРИЈАЛА ЗА ПРЕКРИВАЊЕ ПУЛПЕ

Калцијум силикатни цементи

Постављање МТА у контакт са ткивним течностима доводи до хидратације цемента, стварања калцијум силикат хидрата и отпуштања калцијум хидроксида. Калцијум хидроксид даље дисосује на OH^- и Ca^{2+} јоне, а Ca^{2+} јони, уз јоне силицијума, додатно се отпуштају из хидрогела калцијум силиката. Додатан извор јона, највише Ca^{2+} и фосфора, представља **структура слична апатиту** коју формира у контакту МТА са ткивима.

Јонска размена са ткивом зубне пулпе чини МТА **биоактивним** материјалом који делује антимикуробно, регулише продукцију проинфламаторних цитокина и **стимулише диференцијацију и активност ћелија сличних одонтобластима**.

Иако није показано да МТА као калцијум хидроксид изазива површинску некрозу, познато је да високим рН и отпуштањем јона може да стимулише отпуштање цитокина чиме **изазива благу и акутну инфламацију** која погодује започињању репаративних процеса у пулпи. МТА такође, поседује потенцијал да **повећа експресију фактора раста стимулацијом отпуштања TGF- β 1 секвестрираног у дентинском матриксу (трансдентинска стимулације дентиногенезе)** или производње фактора раста од стране ћелија пулпе.

МТА се сматра супериорнијим у односу на калцијум хидроксид због способности да створи **дебљи уједначени слој репаративног дентина са мало тунел дефеката**, слабијег запаљенског одговора и изостанка некрозе пулпног ткива. Такође, МТА показује **бољу способност заптивања**, већу **физичку отпорност** и стабилност, а **мању растворљивост**.

Међутим, МТА има и неколико недостатака: дуго време везивања материјала, отежана манипулација, дисколорација зуба и висока рН вредност при везивању.

ЕФЕКТИ МАТЕРИЈАЛА ЗА ПРЕКРИВАЊЕ ПУЛПЕ

Калцијум силикатни цементи

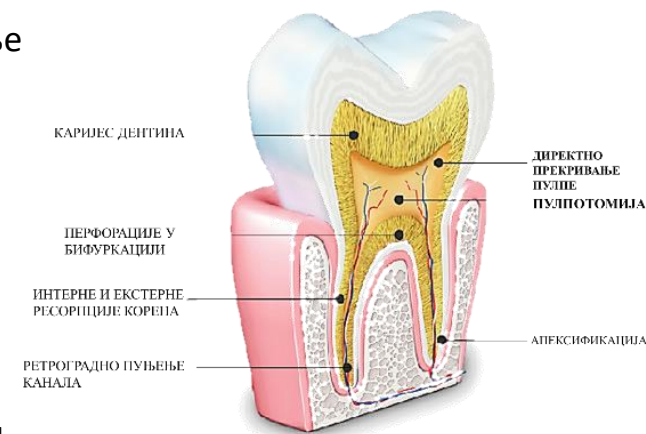
Биодентин (Septodont, Lancaster, PA, USA) је двокомпонентни калцијум силикатни цемент сличан МТА који се састоји трикалцијум силиката, калцијум карбоната, калцијум оксида и цирконијум оксида у праху и течне компоненте која представља водени раствор **хидросолубилног полимера, воде и калцијум хлорида**.

- Калцијум хлорид убрзава реакцију хидратације, а полимер смањује количину воде потребне за мешање обезбеђујући одговарајућу конзистенцију, што доприноси лакој руковању смешом

Показано је да су ефекти биодентина слични ефектима МТА:

- не постоји разлика у биокомпатибилности
- једнака је способност отпуштања Ca^{2+} јона
- показује једнак утицај на повећање експресије TGF- β 1 као МТА (**трансдентинска стимулације дентиногенезе**)
- једнаку успешност биодентина са МТА у смањењу запаљења, формирању дентинског моста и очувању виталитета зубне пулпе

У односу на МТА, Биодентин поседује **ширу индикацију, брже време везивања, већу отпорност на притисак и отпорност на еластичну деформацију**.



МОДУЛ 2

- Заштита пре и током ендодонтске терапије ризичних и имуно компромитованих пацијената: антибиотици и смернице системске примене одређених антибиотика
- **Реверзибилна обољења пулпе, директно прекривање пулпе, витална ампутација (биопулпотомија)**
- Биопулпектомија: индикације, начин извођења
- Некропулпектомија: индикације, начин извођења, репарација апексне ране
- Терапија зуба са некротичном (авиталном) пулпом

ХВАЛА НА ПАЖЊИ!

За више информација:

Америчко удружење ендодонтиста:

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

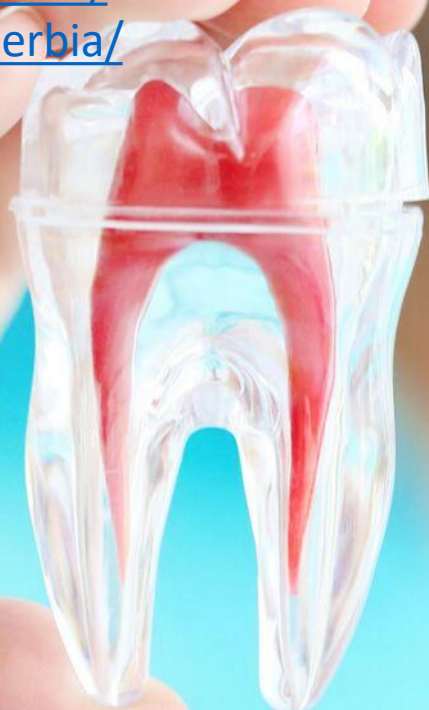
Европско друштво за ендодонтологију:

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

Удружење ендодонтиста Србије:

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

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



Препоручена литература:

