

## TERAPIA PULPAR VITAL

La Endodoncia Conservadora actualmente denominada Terapia Pulpar Vital tiene muchas ventajas.

Permite

- Preservar la salud pulpar
- Desarrollar estrategias biológicas mínimamente invasivas

Mantiene

- Estructura dentaria
- Funciones defensivas
- Respuesta inmune
- Propioceptivas

Reduce

- Complejidad del tratamiento
- Intervenciones
- Fracturas
- Decoloración
- Inflamación perirradicular
- Ciclo restaurativo
- Costos

Por medio de la Biología Molecular se han podido identificar una gran cantidad de biomoléculas que están como reservorio de la dentina y que una vez liberados por diferentes estímulos, activan a los odontoblastos y propiedades enzimáticas, poniendo en marcha los mecanismos defensivos.

Los odontoblastos constituyen la primera línea defensiva. Detectan componentes bacterianos activando la liberación de mediadores que producen reacciones inmunológicas e inflamatorias.

Presentan respuesta dentinogénica por medio de la esclerosis y la dentina terciaria reactiva y de reparación.

Se destaca el rol protector del fluido dentinario por su función inmunológica y antimicrobiana.

Simultáneamente se desencadena a nivel pulpar un mecanismo inflamatorio inmunitario, regulando la microcirculación pulpar y activando la inflamación neurogénica.

Es impresionante el potencial defensivo que tiene el complejo dentino-pulpar.

La pulpa en dientes maduros tiene una capacidad regenerativa muy superior a lo que se pensaba anteriormente.

La preocupación por el manejo de caries profunda no es nueva. La confusión en la terminología de los tratamientos y la inconsistencia en los protocolos clínicos estimuló a que en el año 2015, 21 expertos en Cariología de 12 países en Bélgica se reunieran para lograr un consenso en la terminología y en el manejo de las lesiones cariosas profundas.

Las estrategias terapéuticas se basan en 2 aspectos.

1. La profundidad de la lesión cariosa
2. La dureza del remanente dentinario

En cuanto a la profundidad si en la Rx involucra el 1/3 o 1/4 interno dentinario es una lesión cariosa profunda.

En 2019 la Sociedad Europea de Endodoncia agrega otro término. Divide la caries profunda de la caries extremadamente profunda.

La caries profunda sería la que involucra el 1/4 interno dentinario, pero con una zona de dentina detectable en la Rx. Y la caries extremadamente profunda penetra en todo el espesor de la dentina.

Se debe tener cuidado en el enfoque para la lectura Rx. En la fig. 1a parece que en la pieza 13 es lesión extremadamente profunda, pero este enfoque es mesializado por la inclinación hacia mesial de la cúspide Palatina del premolar y la superposición de contacto distal.

Se solicitó enfoque ortorradial (fig. 1b) donde se ve que es caries profunda con dentina interpuesta.



Fig 1a



fig 1b

En cuanto a la dureza de la estructura dentaria, la dentina puede ser blanda, con consistencia de cuero, firme o dura. Se va a diferenciar en cuanto a la presión que se realiza con la cucharita de dentina. No se va a hacer presión con la dentina blanda (que queda luego de retirar los restos de dentina sueltos).

La dentina dura es la que necesita instrumental rotatorio para lograr lo que sería eliminación total de caries y se realiza en las paredes laterales o periféricas.

En ese consenso se estableció que las lesiones cariosas profundas pueden ser tratadas por dos tipos de estrategias terapéuticas:

1. Remoción selectiva hasta dentina blanda. Se hace en una sesión (Maltz como principal defensora)
2. Remoción Stepwise. Se hace en 2 sesiones (Björndal como principal defensor)

Se indican cuando el diente es asintomático o tiene signos o síntomas de pulpitis reversible.

La remoción de caries no selectiva, o sea la remoción completa no se considera el tratamiento de elección en lesiones cariosas profundas con el reciente consenso. Se considera que es un sobretratamiento, como lo indica Shwendick en 2016, o sea un desgaste innecesario de dentina sana.

Ricucci en 2019 y Siqueira en 2020 expresan que la dentina cariada está infectada y que debe ser removida hasta lograr una dentina sana. Si ocurre una exposición, se considerará realizar intervenciones de Terapia pulpar vital.

O sea que hay diferentes opiniones incluso después de realizado el consenso.

Múltiples investigaciones bacteriológicas han demostrado permanencia de bacterias en los túbulos luego de la eliminación de lesiones cariosas con colorantes.

No hay una correlación entre la dentina teñida y la presencia de bacterias. Son fenómenos independientes.

El colorante avanzaría según el grado de mineralización de la dentina. Avanza más cuando la dentina está menos mineralizada como en el límite amelo-dentinario o en la dentina profunda.

El objetivo no sería eliminar todo el tejido infectado sino inactivar o detener la infección por medio de cambios en el entorno cariogénico para promover las reacciones fisiológicas del complejo dentino-pulpar.

En 2021 la Asociación Americana de Endodoncia dice que el uso de detectores de caries puede ser muy útil en lesiones cariosas profundas y que los clínicos deberían focalizarse en lograr completa remoción de dentina infectada más que evitar la exposición pulpar.

Veán como siguen habiendo distintas opiniones.

Estoy como Docente referente de Endodoncia Conservadora en Integrada II UdelaR desde hace 23 años. Comparto 2 casos clínicos realizados por estudiantes de dicha clínica.

### **Caso Clínico 1**

Paciente de sexo masculino de 22 años que concurre en año 2011 por lesión cariosa profunda en pieza 38. Según la Rx está casi en contacto con la cámara pulpar (fig. 2a)

El paciente estaba asintomático y al test de fresado dio positivo.

Cuando se abrió se veía que prácticamente ocupaba todo con dentina blanda. Si se removía la caries se iba a exponer.

En la evaluación dentinaria el color, consistencia y textura era marrón, blando y húmedo (fig 2b)



Fig 2a



Fig 2b

Se decidió realizar técnica Stepwise. Se eliminó con fresa la lesión cariosa de las paredes laterales para lograr la mejor adhesión con el ionómero y evitar la microfiltración.

Sobre la pared pulpar se colocó mezcla de hidróxido de calcio puro con suero. Encima hidróxido de calcio fraguable y como sellado temporario ionómero vítreo Fuji I.

El paciente volvió al año. La pieza estaba asintomática y al test eléctrico respondía en forma positiva.

Se levantó el ionómero y se realizó reevaluación dentinaria. El color era amarronado. Lo sorprendente es que la consistencia y textura era completamente duro y seco. En la Rx se aprecia remineralización dentinaria (figs 3 a y b)

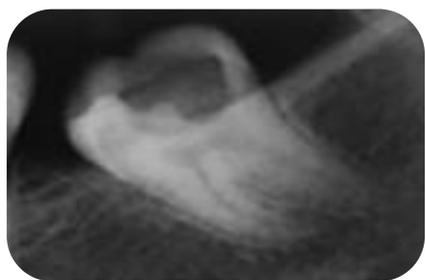


Fig 3a



Fig 3b

El estudiante realizó eliminación de caries usando test colorimétrico sin riesgo a exponer y una corona con recubrimiento cuspidé.

En fig. 4 se muestra control 5 años después. Los tejidos perirradiculares se ven normales. Mantiene integridad de la restauración y responde positivamente al test eléctrico.



Fig 4

## Caso Clínico 2

Después del Consenso de 2015 dejamos de usar colorantes y realizamos remoción Selectiva hasta dentina blanda o Remoción Stepwise en lesiones cariosas profundas. Este caso se realizó en 2017.

Paciente de sexo femenino de 32 años. Concorre por lesión profunda en pieza 26 asintomática. En la Rx salud de tejidos perirradiculares (fig 5a). Al test de fresado dio positivo.

Se abrió el esmalte socavado (figs 5b y c)

Aún con caries para eliminar en paredes laterales (fig 5d)



Fig 5a



Fig 5b



Fig 5c



fig 5d

Se decidió hacer Remoción Selectiva hasta dentina blanda. Se eliminó completamente la lesión cariosa en las paredes laterales sin tocar la pared pulpar (fig 6)



Fig 6

Al ser tan profunda por temor a la irritación pulpar del ionómero vítreo antes de fraguar se optó por colocar como base Biodentine (cemento de silicato de calcio). Se dispensó 5 gotas de líquido en el polvo y se introdujo la cápsula en el amalgamador activándolo durante 30 segundos (fig 7)



Fig 7

Se colocó Biodentine (fig 8a)

Después del tiempo de fraguado de 12 minutos, se realizó restauración directa de resina (fig 8b).

En la Rx se aprecia Biodentine con menor radiopacidad (fig. 8c)



Fig 8a



Fig 8b



Fig 8c

Control 2 años después. Restauración en buen estado (fig 9a). Test spray frío positivo.

Rx de control (fig 9b)



Fig 9a



Fig 9b

### **Materiales de base**

Los materiales de base pueden ser beneficiosos para impedir la penetración de monómeros y evitar la fractura de la dentina remanente. La dentina afectada por caries tiene menor módulo elástico y puede no ser capaz de resistir las fuerzas de contracción durante la adhesión.

Actualmente se evita dejar el hidróxido de calcio en forma permanente por la disolución que se produce en el tiempo y la ausencia de adhesión, pudiendo quedar hendiduras. Se proponen materiales bioactivos como ionómero vítreo y los

cementos de silicato de calcio. Hay un intercambio iónico con el sustrato dentinario remanente que produce remineralización.

El ionómero es ácido. La bioactividad se produce por adhesión, por autograbado. Libera iones fluor, calcio, estroncio.

Biodentine (Septodont) tiene silicatos. Como radiopacificador contiene óxido de zirconio para evitar tinción. Logra un excelente sellado. La resistencia a la compresión y módulo elástico son similares a la dentina. El tiempo de fraguado es de 12 minutos. Sobre el Biodentine se puede grabar y colocar resina. La bioactividad del Biodentine es porque estimula la liberación de biomoléculas que quedan como reservorio en la dentina, logrando una alta alcalinidad.

Esto hace que tenga un efecto cáustico alcalino que produce una degradación del colágeno. Logra una porosidad que facilita una zona de infiltración mineral con intercambio de iones calcio, hidróxido y carbonato.

TheraCal (Bisco) ya viene premezclado. Tiene unión micromecánica con grabado ácido. Tiene alto contenido de silicato de calcio y monómeros de alto peso molecular, lo que puede disminuir el nivel de polimerización y resultar en mayor porcentaje de monómeros liberados que puedan afectar las células pulpares.

Como radiopacificador contiene Zirconato de Bario

MTA Repair (Angelus) viene polvo y líquido.

Es monodosis. Cambia el óxido de bismuto por Tungstato de Calcio que no produce decoloración.

Disminuye el tamaño de las partículas, lo que es favorable porque aumenta la bioactividad.

El tiempo de fraguado son 15 minutos.

Bio C Repair (Angelus). No requiere mezcla. Viene en una jeringa. El radiopacificador es el óxido de Zirconio. Disminuye el tamaño de las partículas, lo que aumenta la bioactividad.

El tiempo de fraguado es menor o casi 2 horas.

En los distintos estudios con respecto a los materiales que vienen premezcla dicen que no tiene la humedad suficiente del entorno como para la adecuada liberación de iones calcio, lo que disminuirá su bioactividad.

## **Restauración**

No hay una evidencia definitiva que apoye los materiales como los más adecuados para restaurar después de Remoción Selectiva.

Siempre que se pueda se recomienda hacer una restauración que sea lo más conservadora posible para preservar el tejido sano.

En una Rx de control se ve generalmente una zona radiolúcida debajo de la restauración (fig 10). Actualmente se considera que si hay un sellado intacto en ausencia de síntomas pulpares, no justifica levantar esa restauración, lo más adecuado sería controlarle.



Fig 10

### **Riesgos de Remoción Stepwise (Björndal 2018)**

- La restauración temporaria puede filtrar lo que conduce a reactivación de la lesión. Es fundamental la correcta selección del sellado.
- En la segunda sesión puede ocurrir exposición pulpar, si bien los informes han señalado que es bajo (10-15%)
- Hay que evaluar la necesidad y beneficios de reabrir.
- En dientes temporarios la 2da sesión es una gran desventaja, por lo que no se recomienda Remoción Stepwise.

### **Beneficios en Remoción Stepwise (Björndal 2018)**

- En piezas con Remoción Selectiva se el paciente concurre a otro odontólogo, puede detectar una radiolucidez debajo de la restauración y sugerir retratarla.
- En dientes permanentes con lesiones profundas que involucran el  $\frac{1}{4}$  interno dentinario, la restauración final después de Remoción Selectiva hasta dentina blanda estará apoyada en dentina blanda. Esto compromete la longevidad de la restauración ya que la dentina se va secando y contrae especialmente cuando permanece una gran cantidad de la misma.

Maltz opina que no existe vacío por contracción del tejido dentinario, sino remineralización.

- En Remoción Stepwise la restauración final estará apoyada en dentina firme y no blanda. Porque en la 2da sesión de la técnica se levanta el ionómero vítreo y se elimina con cucharita de dentina lo que quedaba hasta dentina firme. Eso aumenta el soporte mecánico de la restauración optimizando el sustrato para restauraciones adhesivas. No hay consenso en este último ítem como demuestran estudios de Hevinga, Jardim y Casagrande.

### **¿Qué hacer cuando se expone en lesión cariosa profunda?**

Según Björndal el Recubrimiento pulpar directo es un tratamiento dudoso en adultos. Es muy complejo en lesiones cariosas profundas proximales en pacientes de mayor edad y deberían ser evitado.

Estudios como los de Bogen y Márquez muestran éxito superior al 90% en Recubrimiento pulpar directo en exposiciones por caries en pacientes entre 7 y 50 años. Lo adjudican a una técnica operatoria muy cuidadosa y sellar con MTA que es un cemento de silicato de calcio hidráulico.

La Sociedad Europea de Endodoncia en 2019 hace una nueva clasificación:

- Clase I: No hay lesión cariosa profunda. Se produce exposición en dentina sana.

- Clase II: hay presencia de lesión cariosa profunda o extremadamente profunda. Se produce una exposición en zona de contaminación bacteriana y el tejido pulpar subyacente está inflamado.

### **¿Cuándo se indica Recubrimiento pulpar directo clase II?**

- Pulpa normal o pulpitis reversible sin involucración perirradicular.
- Cuando la dentina circundante a la exposición es sana
- La exposición no muestra signos de infección.
- Sangre roja y homogénea (sin áreas amarillentas ni oscuras sin sangrado)
- No hay chips dentinarios en la herida
- Se puede lograr homeostasia en 3 minutos luego de irrigar con antiséptico como clorhexidina o hipoclorito a baja concentración y aplicar torunda estéril.

Requiere un protocolo mejorado porque hay un desafío microbiano.

Es indispensable:

1. Magnificación
2. Desinfección
3. Cemento hidráulico de silicato de calcio

Realizar Remoción no selectiva de caries con aislación absoluta y magnificación.

Eliminación de esmalte socavado con turbina y refrigeración.

Remoción de dentina blanda con cucharita y fresas de carbono a baja velocidad.

Realizar desinfección irrigando o aplicando torundas de hipoclorito (0.5 – 5.25%) que es excelente hemostático, logra desinfección adecuada y produce mínimo daño pulpar cuando se usa por 5 a 10 minutos.

En la evaluación clínica de la herida pulpar cuando se ve imagen oscura, áreas avasculares o chips dentinarios son factores que contraindican el Recubrimiento pulpar directo.

Colocar cemento hidráulico sin presión. Como ventajas tiene mayor resistencia mecánica, estabilidad dimensional, excelente capacidad de sellado y forma un puente dentinario menos poroso.

### **Otra opción es la Pulpotomía Parcial.**

Según la Sociedad Europea de Endodoncia al manejar lesiones cariosas profundas puede ser preferible en lugar de hacer Recubrimiento pulpar directo, realizar cierto grado de remoción del tejido pulpar. Así se remueve físicamente el biofilm, tejido pulpar superficial inflamado que puede contener bacterias y chips dentinarios infectados que se transportan al tejido pulpar durante la remoción de caries.

En 2014 Ricucci publica un artículo expresando que existe una buena correlación entre diagnóstico clínico e histológico, a diferencia de lo que se creía anteriormente.

En casos con inflamación irreversible los cambios morfológicos de inflamación o necrosis se corresponderán con la observación histológica de la pulpa coronaria, mientras que la pulpa radicular puede estar normal.

Si se elimina la porción de tejido inflamado y se mantiene el resto del tejido sano, se puede recuperar y curar.

En 2019 Ricucci y Siqueira afirman que establecer un adecuado tratamiento basado en signos y síntomas es cuestionable. La decisión final debe hacerse en cada situación luego de examinar la parte más profunda de la dentina y del tejido pulpar expuesto luego de Remoción total no selectiva de caries.

La extensión del tejido afectado es variable y la porción contigua es susceptible de preservación.

### **Caso Clínico 3**

Paciente de sexo femenino de 17 años que concurrió en el año 2015.

Quería hacerse ortodoncia y primero tenía que tratarse lesiones cariosas (fig. 11a)

La pieza 46 estaba asintomática. El test de fresado dio positivo. La estudiante estaba eliminando caries con fresa redonda nº 6. Hizo una exposición del tamaño de la fresa (fig. 11b)

La paciente estaba asintomática, con aislación absoluta. Era una pulpitis reversible.

En la Rx se apreciaba cierta amplitud de la cámara. (fig. 11c)

Se decidió hacer Pulpotomía parcial, irrigando con hipoclorito. El tejido pulpar se veía de color rojo lográndose hemostasis en pocos minutos. Se usó el MTA Dura Link con óxido de bismuto como radiopacificador que era el que se tenía (fig. 11d). Demoraba varias horas en fraguar, por lo que se cubrió con torunda húmeda y

sellado temporario (Isopack). En próxima sesión se levanta sellado constatando dureza MTA. Se coloca base de ionómero vítreo fotocurado y restauración con resina (fig. 11e)



11a



11b



11c



11d

El último control realizado es de octubre de 2022. La paciente se está haciendo ortodoncia (fig. 12a). En Rx se ve salud perirradicular (fig. 12b)



Fig. 12a



Fig 12b

El test al frío da positivo. La resina se ve pigmentada pero sin enganches (figs. 12c y d)



Fig 12c



fig 12d

La Pulpotomía Parcial al igual que el Recubrimiento pulpar directo clase II requiere un protocolo mejorado.

Es indispensable trabajar con técnica aséptica, aislación absoluta. Realizar remoción no selectiva del tejido infectado a baja velocidad con magnificación.

Para el corte de tejido la mayoría de los autores usa piedra de diamante redonda estéril a alta velocidad con refrigeración desde el sitio de la exposición hasta una profundidad de 2mm. No sólo se elimina la zona de la exposición sino también la dentina circundante para lograr una repisa de dentina sana.

Es esencial la magnificación para remover la dentina blanda infectada alrededor y los chips dentinarios infectados transportados al tejido pulpar.

El hipoclorito es de elección. Se le cuestiona su acción corrosiva por ser disolvente orgánico y la interferencia en el proceso de adhesión por colapso del colágeno.

Se ha sugerido la clorhexidina como alternativa.

Si en 5 minutos no se logra hemostasis, remover más tejido pulpar.

Un sangrado persistente contraindica tratamiento de Terapia Pulpar Vital.

Realizar evaluación clínica del tejido con magnificación.

Colocar cemento hidráulico.

En caso de usar MTA se mezcla el polvo con el líquido en proporción 3 de polvo por 1 de líquido y se espátula hasta lograr consistencia de arena mojada.

La aplicación debe ser suave para no provocar agresión en el tejido pulpar, con conos de papel o con torundas.

Eliminar exceso de humedad. El espesor puede ser entre 1.5 a 3mms. Es importante dejar 1 a 2 mms de dentina y esmalte periférico para lograr buena adhesión con el material restaurador.

Sobre el MTA se coloca Ionómero vítreo y se realiza la restauración definitiva.

En caso de usar Biodentine se agregan 5 gotas de líquido de la pipeta dentro de la cápsula que contiene el polvo.

Se mezcla en el amalgamador por 30 segundos. Pero no siempre queda exactamente la misma proporción. Por más cuidado que se tenga en que las 5 gotas sean grandes y de igual tamaño, con relativa frecuencia, al abrir la cápsula la mezcla queda algo seca y se desgrana por lo que hay que agregarle una gotita más y mezclar nuevamente en amalgamador.

Las opciones que se manejan al colocar Biodentine son:

- Llenar completamente la cavidad con Biodentine y desgastar la base en una segunda sesión. Puede quedar como material temporario hasta 6 meses según los estudios.
- Esperar el fraguado y realizar la restauración con resina en la misma sesión.

Con respecto al TheraCal ya viene premezclado, pronto para usar y es muy fácil de aplicar. Tiene 45% de silicato de calcio y 45% de componentes resinosos. Adecuada resistencia a la compresión y buenas propiedades físico-mecánicas.

Hay estudios que cuestionan algún aspecto por su naturaleza resinosa:

- a) Hidratación incompleta por limitada difusión del material
- b) Baja liberación de iones calcio por carecer de suficiente porosidad, lo que reduce su actividad alcalina.

- c) Al tener una polimerización incompleta pueden quedar monómeros de resina tóxicos para los fibroblastos pulpaes. Esto puede comprometer la proliferación y migración celular.

Faltan estudios a largo plazo.

Con respecto a la decoloración Al-Hiyasat en 2021 en estudio in vitro compara diferentes cementos de silicato de calcio. Biodentine no produjo decoloración. Pero el contacto con sangre aumentó la decoloración en todos los materiales. El más afectado fue Biodentine.

Puede estar en relación con ser polvo-líquido, que debe ser mezclado en amalgamador. Eso le hace fácilmente entrapar moléculas de sangre dentro del material.

El consejo es lograr hemostasis total, que no quede nada de sangre para evitar futura decoloración.

#### **Las ventajas de la Pulpotomía Parcial son:**

- Asegura la eliminación del tejido superficial inflamado.
- Permite deposición de dentina cervical al preservar la pulpa coronaria.
- Reduce la probabilidad de obliteración de conductos
- Permite realizar monitoreo pulpar.

#### **Pueden ocurrir dos tipos de fracasos:**

1. Inmediato. Es cuando se produce pulpitis sintomática relacionada con que se hizo un diagnóstico incorrecto o que no se removió todo el tejido inflamado.
2. Mediato. Es el que aparece meses después. Se observa lesión perirradicular como consecuencia de la necrosis. Se relaciona con la falta del sellado de la restauración y del puente mineralizador, lo que permite infección secundaria.

#### **Seguimiento**

- Monitorear con exámen clínico a los 6 meses
- Rx periapical al año
- Si persisten los síntomas o hay dudas con respecto a la curación, continuar los controles con intervalos regulares.
- Monitorear la pulpa con test térmico y eléctrico.

## Éxito

- Ausencia de síntomas
- Ausencia de signos de reabsorción interna
- Formación radicular (dientes inmaduros)

## Conclusiones

- Las estrategias biológicas mínimamente invasivas son las que permiten preservar la vitalidad pulpar.
- Se necesita actualizar más en la terminología diagnóstica.
- Hay urgente necesidad de ver métodos diagnósticos que sean confiables.
- La edad y la maduración apical no influyen en el resultado del tratamiento.
- Se considera un tratamiento válido la pulpotomía en estados irreversibles teniendo en cuenta que hay tejido que puede ser reversible en dientes maduros.
- Se remarca la importancia de los cementos de silicato de calcio
- Falta unanimidad. No hay consenso en diagnóstico, tipos de pulpotomía, biomateriales, tipos de restauración.
- Se necesitan estudios a largo plazo para sacar conclusiones.

## Declaraciones

Sin relación de dependencia con ninguna de las empresas citadas.

## Referencias

1. Gomez de Ferraris M<sup>a</sup> E, Campos Muñoz A. Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental. 3<sup>a</sup> ed. México: Panamericana, 2009.
2. Farges JC, Alliot-Licht B, Baudouin C, Msika Ph, Bleicher F, Carrouel F. Odontoblast control of dental pulp inflammation triggered by cariogenic bacteria. *Front Physiol* 2013; 11(4): 1-3
3. Smith AJ, Scheven BA, Takahashi Y, Ferracane JL, Shelton RM, Cooper PR. Dentine as a bioactive extracellular matrix. *Arch Oral Biol.* 2012 Feb;57(2):109-121
4. Couve E, Osorio R, Schmachtenberg O. Reactionary Dentinogenesis and Neuroimmune Response in Dental Caries. *J Dent Res* 2014; 93(8): 788-793
5. Bjørndal L, Reit C, Bruun G, Markvart M, Kjaeldgaard M, Näsman P, Thordrup M, Dige I, Nyvad B, Fransson H, Lager A, Ericson D, Petersson K, Olsson J, Santimano EM, Wennström A, Winkel P, Gluud C. Treatment of deep caries lesions in adults: randomized clinical trials

- comparing stepwise vs. direct complete excavation, and direct pulp capping vs. partial pulpotomy. *Eur J Oral Sci.* 2010 Jun;118(3):290-297.
6. Maltz M, Garcia R, Jardim JJ, de Paula LM, Yamaguti PM, Moura MS, Garcia F, Nascimento C, Oliveira A, Mestrinho HD. Randomized trial of partial vs. stepwise caries removal: 3-year follow-up. *J Dent Res.* 2012 Nov;91(11):1026-1031 Duncan et al. European Society of Endodontology position statement: management of deep caries and the exposed pulp. *Int Endod J.* 2019; 52:923-934
  7. Frencken JE, Innes NPT, Schwendicke F. Managing carious lesions: Why Do We Need Consensus on Terminology and Clinical Recommendations on Carious Tissue Removal? *Adv Dent Res* 2016; 28(2): 46-48
  8. European Society of Endodontology (ESE) developed by:; Duncan HF, Galler KM, Tomson PL, Simon S, El-Karim I, Kundzina R, Krastl G, Dammaschke T, Fransson H, Markvart M, Zehnder M, Bjørndal L. European Society of Endodontology position statement: Management of deep caries and the exposed pulp. *Int Endod J.* 2019 Jul;52(7):923-934.
  9. Innes NP, Frencken JE, Bjørndal L, Maltz M, Manton DJ, Ricketts D, Van Landuyt K, Banerjee A, Campus G, Doméjean S, Fontana M, Leal S, Lo E, Machiulskiene V, Schulte A, Splieth C, Zandona A, Schwendicke F. Managing Carious Lesions: Consensus Recommendations on Terminology. *Adv Dent Res.* 2016 May;28(2):49-57.
  10. Ricucci D, Siqueira JF Jr, Rôças IN, Lipski M, Shibani A, Tay FR. Pulp and dentine responses to selective caries excavation: A histological and histobacteriological human study. *J Dent.* 2020 Sep;100:103430.
  11. Iwami Y, Shimizu A, Narimatsu M, Kinomoto Y, Ebisu S. The relationship between the color of carious dentin stained with a caries detector dye and bacterial infection. *Oper Dent.* 2005 Jan-Feb;30(1):83-89
  12. Maltz M, Henz SL, de Oliveira EF, Jardim JJ. Conventional caries removal and sealed caries in permanent teeth: a microbiological evaluation. *J Dent.* 2012 Sep;40(9):776-82.
  13. AAE Position Statement on Vital Pulp Therapy. *J. Endod* 2021; Sep;47(9):1340-1344
  14. Dawood AE, Parashos P, Wong RHK, Reynolds EC, Manton DJ. Calcium silicate-based cements: composition, properties, and clinical applications. *J Investig Clin Dent.* 2017 May;8(2).
  15. Watson TF, Atmeh AR, Sajini S, Cook RJ, Festy F. Present and future of glass-ionomers and calcium-silicate cements as bioactive materials in dentistry: biophotonics-based interfacial analyses in health and disease. *Dent Mater.* 2014 Jan;30(1):50-61.
  16. Bjørndal L. Stepwise Carious Tissue removal. In: Schwendicke F. : Management of Deep Carious Lesion. Copenhagen: Springer Int. Publishing , 2018. p47-53
  17. Hevinga MA, Opdam NJ, Frencken JE, Truin GJ, Huysmans M. Does Incomplete Caries Removal Reduce Strength of Restored Teeth? *J Dent Res* 2010; 89(11): 1270-5
  18. Bjørndal L. Randomized clinical trials on deep carious lesions. 5 years follow-up. *J. Dent. Res.* 2017; 96(7): 747-753
  19. Maltz M, Koppe B, Jardim JJ, Alves LS, de Paula LM, Yamaguti PM, Almeida JCF, Moura MS, Mestrinho HD. Partial caries removal in deep caries lesions: a 5-year multicenter randomized controlled trial. *Clin Oral Investig.* 2018 Apr;22(3):1337-1343.
  20. Ricucci D, Siqueira JF Jr, Li Y, Tay FR. Vital pulp therapy: histopathology and histobacteriology-based guidelines to treat teeth with deep caries and pulp exposure. *J Dent.* 2019 Jul;86:41-52.
  21. Ricucci D, Loghin S, Siqueira JF Jr. Correlation between clinical and histologic pulp diagnoses. *J Endod.* 2014 Dec;40(12):1932-9.
  22. Gasperi TL, Silveira JACD, Schmidt TF, Teixeira CDS, Garcia LDFR, Bortoluzzi EA. Physical-Mechanical Properties of a Resin-Modified Calcium Silicate Material for Pulp Capping. *Braz Dent J.* 2020 Jun;31(3):252-256.

23. Peskersoy C, Lukarcanin J, Turkun M. Efficacy of different calcium silicate materials as pulp-capping agents: Randomized clinical trial. *J Dent Sci.* 2021 Mar;16(2):723-731.
24. Al-Hiyasat AS, Ahmad DM, Khader YS. The effect of different calcium silicate-based pulp capping materials on tooth discoloration: an in vitro study. *BMC Oral Health.* 2021 Jul 2;21(1):330