

# Managing Carious Lesions: Consensus Recommendations on Carious Tissue Removal

Advances in Dental Research  
2016, Vol. 28(2): 58-67  
© International & American Associations  
for Dental Research 2016  
Reprints and permissions:  
sagepub.com/journalsPermissions.nav  
DOI: 10.1177/0022034516679271  
adr.sagepub.com

F. Schwendicke<sup>1</sup>, J.E. Frencken<sup>2</sup>, L. Bjørndal<sup>3</sup>, M. Maltz<sup>4</sup>, D.J. Manton<sup>5</sup>,  
D. Ricketts<sup>6</sup>, K. Van Landuyt<sup>7</sup>, A. Banerjee<sup>8</sup>, G. Campus<sup>9</sup>, S. Doméjean<sup>10</sup>,  
M. Fontana<sup>11</sup>, S. Leal<sup>12</sup>, E. Lo<sup>13</sup>, V. Machiulskiene<sup>14</sup>, A. Schulte<sup>15</sup>, C. Splieth<sup>16</sup>,  
A.F. Zandona<sup>17</sup>, and N.P.T. Innes<sup>18</sup>

<sup>1</sup>Department of Operative and Preventive Dentistry, Charité-Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Germany

<sup>2</sup>Department of Oral Function and Prosthetic Dentistry, College of Dental Sciences, Radboud University Medical Center, Nijmegen, The Netherlands

<sup>3</sup>Department of Cariology and Endodontics, Faculty of Health and Medical Sciences, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark

<sup>4</sup>Department of Preventive and Social Dentistry, Faculty of Odontology, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil

<sup>5</sup>Melbourne Dental School, University of Melbourne, Melbourne, Australia

<sup>6</sup>Section of Operative Dentistry, Fixed Prosthodontics and Endodontology, Dundee Dental Hospital and School, University of Dundee, Dundee, UK

<sup>7</sup>KULeuven BIOMAT, Department of Oral Health Sciences, University of Leuven and Dentistry University Hospitals Leuven, Leuven, Belgium

<sup>8</sup>Conservative and MI Dentistry, King's College London Dental Institute, London, UK

<sup>9</sup>Department of Surgery, Microsurgery and Medicine Sciences, School of Dentistry, University of Sassari, Italy; WHO Collaborating Centre for

Epidemiology and Community Dentistry, University of Milan, Milan, Italy

<sup>10</sup>CHU Clermont-Ferrand, Service d'Odontologie, Hôpital-Dieu, Clermont-Ferrand, France; Univ Clermont I, UFR d'Odontologie, Clermont-Ferrand,

France; Centre de Recherche en Odontologie Clinique EA 4847, F-63000 Clermont-Ferrand, France

<sup>11</sup>Department of Cariology, Restorative Sciences and Endodontics, School of Dentistry, University of Michigan, Ann Arbor, MI, USA

<sup>12</sup>Department of Dentistry, Faculty of Health Sciences, University of Brasilia, Brasilia, Brazil

<sup>13</sup>Faculty of Dentistry, University of Hong Kong, Hong Kong, China

<sup>14</sup>Department of Dental and Oral Pathology, Faculty of Odontology, Lithuanian University of Health Sciences, Kaunas, Lithuania

<sup>15</sup>Department of Special Care Dentistry, Faculty of Health, University of Witten/Herdecke, Witten, Germany

<sup>16</sup>Preventive and Pediatric Dentistry, University of Greifswald, Greifswald, Germany

<sup>17</sup>Department of Operative Dentistry, University of North Carolina at Chapel Hill School of Dentistry, Chapel Hill, NC, USA

<sup>18</sup>Pediatric Dentistry, Dundee Dental Hospital and School, University of Dundee, Dundee, UK

## Corresponding Author:

F. Schwendicke, Department of Operative and Preventive Dentistry, Charité-Universitätsmedizin Berlin, Albrechtstr. 4-6, 14197 Berlin.

Email: falk.schwendicke@charite.de

## Manejo de la lesión cariosa: Recomendaciones del consenso en la remoción de tejido cariado.

### Resumen

La Asociación Internacional del Consenso de Caries (International Caries Consensus Collaboration - ICC) emprendió un proceso de consenso y aquí se presentan las recomendaciones clínicas para la remoción del tejido cariado y el manejo de las lesiones cariosas cavitadas, incluyendo su restauración, en función de la textura de la dentina desmineralizada. Los odontólogos deben manejar la enfermedad de caries y controlar la actividad de las lesiones cavitadas presentes con el fin de preservar los tejidos duros y conservar los dientes a largo plazo. Se debe postergar lo máximo posible el comienzo del ciclo restaurador. El control de la enfermedad de caries debe estar dirigido en un primer momento al control o eliminación del biofilm. Solo cuando las lesiones cavitadas no son accesibles a la higiene o no pueden ser selladas, es cuando se indica un tratamiento restaurador. Al realizar una restauración, las prioridades son las siguientes: preservar el tejido sano y/o remineralizable, lograr un sellado de la restauración, mantener la salud pulpar, y maximizar el éxito de la restauración. La eliminación del tejido cariado es puramente con el fin de crear condiciones para la máxima duración de la restauración. Los tejidos contaminados y/o desmineralizados pero cercanos a la pulpa no son necesarios remover. En lesiones profundas de dientes con sensibilidad (vitales), la conservación de la salud pulpar debe ser prioritaria, mientras que en lesiones superficiales o moderadas, la longevidad de la restauración es más importante. En dientes con lesiones cavitadas de profundidad superficial o moderada, la eliminación del tejido cariado se realiza según la remoción selectiva hasta dentina firme. En lesiones cavitadas profundas, ya sea en dientes temporarios o permanentes, se debe realizar la remoción selectiva hasta dentina suave, aunque en dientes permanentes, el stepwise es una opción. La evidencia, y por lo tanto, estas recomendaciones apoyan un manejo de la lesión cariosa menos invasivo, retrasando y frenando la entrada al ciclo restaurador gracias a la preservación de los tejidos dentarios y conservación del diente a largo plazo.

**Palabras claves:** caries dental, stepwise, remoción selectiva, incompleta eliminación, sellado, odontología mínimamente invasiva.

## Introducción

Este resumen es un reporte del encuentro del ICCC, realizado en Lovaina, Bélgica, en Febrero del 2015, al cual concurrieron 21 expertos en cariólogía de 12 países diferentes incluyendo América, Europa, Asia y Australia. Los integrantes del ICCC realizaron un consenso sobre la terminología y recomendaciones para la remoción del tejido cariado y el manejo de las lesiones cariosas cavitadas.

El dilema que motiva la realización de este encuentro son: el continuo debate sobre las estrategias de remoción de tejido cariado, el aumento en el número de estudios y síntesis en revisiones sistemáticas que cuestionan la remoción de caries convencional, y la confusión sobre los términos que refieren a estas estrategias. Las recomendaciones en el manejo de la caries dental son, a menudo, relacionadas con etapas específicas de la extensión de la lesión – lesión en esmalte, lesión cavitada en dentina, lesión que alcanza la pulpa. Mientras que puede ser práctica la separación de una patología en etapas con propósitos investigadores y descriptivos, esta lleva a la existencia de “círculos” investigadores aislados con diferentes conceptos y tratamientos. Es por esto que existe la necesidad de un consenso, tanto en terminología (Innes et al. 2016) como en las recomendaciones clínicas referentes al manejo de la lesión cariosa cavitada. El consenso fue alcanzado luego de la evaluación de la evidencia y discusión de los participantes. La fuerza de las recomendaciones clínicas derivaron también de la evidencia y discusión, y fueron clasificadas como a favor o en contra de una intervención, siendo “fuertes” o “débiles”.

Este reporte establece las recomendaciones clínicas del ICCC para la remoción de tejido cariado y el manejo de la cavidad incluyendo su restauración. El análisis está hecho en dientes cariados que puedan ser conservados con pulpas que respondan positivamente al test de sensibilidad (en este resumen son llamadas “pulpas sensibles” para facilitar la comunicación) o aquellos con pulpitis reversible (es decir pulpas con la capacidad de curar). Hay una visión general del manejo de la caries dental y de las lesiones cariosas, definiendo y justificando los pasos de cada estrategia. Luego, se discute la remoción del tejido cariado, y son detalladas las opciones y estrategias existentes para lesiones que requieren tratamiento restaurador. Para cada uno de estos puntos, se presentan las recomendaciones clínicas y se identifican áreas donde aún se necesita mayor evidencia. Por último, se resumen las recomendaciones clínicas y las “lagunas de conocimiento”.

## Manejo de la Caries Dental y de las Lesiones Cariosas

### *¿Qué es la Caries Dental?*

La Caries Dental es el nombre de una enfermedad resultante de un cambio ecológico dentro del biofilm, desde una población de microorganismos

equilibrados hacia el desarrollo de una población acidogénica, acidúrica y cariogénica, mantenida por el frecuente consumo de carbohidratos fermentables de la dieta. El resultado del cambio de actividad en el biofilm está asociado a un desequilibrio del balance entre la desmineralización y la remineralización, lo que conduce a una pérdida neta de mineral de los tejidos duros dentarios, cuyos signos y síntomas constituyen la lesión cariosa (Fejerskov et al. 2015).

Consecuentemente, la caries dental no es una enfermedad infecciosa que necesita ser “curada” a través de la remoción de las bacterias o de parte de ellas. En su lugar, la caries dental debe ser manejada controlando sus factores causales – la fuente de los carbohidratos fermentables, y la presencia y maduración del biofilm dental. Sin embargo, si tal manejo no es provisto ni realizado por el paciente (es decir la actividad de la lesión no es controlada), el biofilm cariogénico remanente promueve la progresión de la lesión, con la consiguiente penetración de los microorganismos a la cavidad pulpar lo que puede conducir eventualmente a un estado de inflamación pulpar crónica, necrosis pulpar y periodontitis apical (Bjørndal and Ricucci 2014).

### *¿Cómo debemos manejar la Caries Dental y las Lesiones Cariosas?*

Los principios de la odontología mínimamente invasiva (Frencken, Peters, et al. 2012; Banerjee and Doméjean 2013) permiten a los odontólogos un manejo integrador y causal de la enfermedad de caries, con el propósito de mantener la salud y funcionalidad del diente de por vida. El manejo efectivo de la enfermedad de caries está caracterizado por la detección de lesiones tempranas y posterior diagnóstico preciso, evaluación de la actividad y riesgo de caries, y por la prevención de la aparición de nuevas lesiones. El manejo de las lesiones cariosas cavitadas se focaliza en disminuir o controlar (incluyendo la restauración) lesiones existentes a través de tratamientos restauradores mínimamente invasivos (evidencia informada), prefiriendo hasta la reparación en lugar del reemplazo de restauraciones defectuosas.

Teniendo en cuenta la base patológica de la caries dental como una enfermedad asociada al biofilm, la prevención de nuevas lesiones así como el manejo de lesiones existentes deben enfocarse primero en el control en lugar de la remoción de tejidos. Para las lesiones cariosas existentes, con sus distintas etapas y actividades puede ser necesario un manejo diferente, el cual debe apuntar siempre a:

- Inactivación / control de la enfermedad
- Conservación de los tejidos dentales duros
- Evitar el inicio del ciclo restaurador
- Conservación del diente mientras que sea posible

La decisión sobre cuándo utilizar cuál de las estrategias debe ser seguida de un camino racional (como se describe aquí), siendo la

interrogante más importante: “¿Cuándo necesito intervenir con una restauración (invasivamente)?” Las lesiones no cavitadas (accesibles a la higiene) deben ser tratadas con la remoción del biofilm (cepillado dental) y/o remineralización o sellándolas. En el caso de lesiones oclusales, esto puede ser a través de sellantes de fisuras (Griffin et al. 2008; Hilgert et al. 2015) pero en el caso de superficies proximales o lisas con fosas, implicará otros métodos de sellado o infiltración de la lesión con resina (Dorri et al. 2016). Las lesiones cariosas cavitadas en dentina y que son accesibles a la inspección táctil y visual y a la evaluación de su actividad son lesiones potencialmente higienizables (es decir, son evaluadas como lesiones que pueden ser higienizadas por el paciente). Estas pueden ser inactivadas, es decir no necesitan mayor tratamiento, ya que su progresión es improbable pueden ser manejadas sin restauración (no invasivamente, a través de la eliminación del biofilm o remineralización). Las lesiones que no se pueden higienizar tienen probabilidad de ser activas y progresar, pero pueden transformarse en lesiones higienizables si se amplía el acceso y se refuerza la higiene oral del paciente con pastas fluoradas y cambios dietarios saludables (*control de la cavidad no-restaurador*). Este tratamiento es realizado con mayor frecuencia en la dentición temporaria (Lo et al. 1998; Gruythuysen 2010; Mijan et al. 2014).

El límite entre una lesión higienizable y entre una que no lo es no está de todo definido, pero es un aspecto importante porque cuando una superficie se cavita, las lesiones deben ser consideradas no higienizables y activas hasta que se pruebe lo contrario. Las lesiones oclusales se pueden evaluar visualmente, pero determinar si la superficie está cavitada o no, no siempre es sencillo. Para las lesiones proximales, puede ser aún más difícil llevar a cabo una clara evaluación táctil y visual. Para la visualización directa puede ser útil la separación dentaria, la cual puede ser valiosamente complementada con radiografías y transiluminación con fibra óptica, pero no siempre conducen a un diagnóstico definitivo de la cavitación de la superficie (Bader et al. 2001; Mialhe et al. 2009; Baelum et al. 2012). Otros factores como el riesgo de caries del paciente y la profundidad de la lesión en la radiografía, deben ser considerados en la decisión respecto a si es probable que la superficie proximal esté cavitada y por lo tanto no es higienizable. El número de bacterias aumenta a medida que la lesión se extiende en la dentina. Las lesiones con alguna alteración en su superficie pero que no pueden ser detectadas visualmente progresan hacia lesiones claramente cavitadas (Ricketts et al. 1995; Ricketts et al. 1997). A veces la etapa en la que se ha producido una alteración de la superficie pero no se ve una franca cavitación se llama *micro-cavitación*. Este término no ha sido acordado y parece significar diferentes cosas- desde la ruptura en el esmalte que no es claramente detectable a simple vista hasta aquella brecha en el esmalte donde se puede introducir una sonda periodontal. Prevenir la progresión de las lesiones

en superficies ya cavitadas a través de la eliminación del biofilm y remineralización puede ser dificultoso (Fusayama and Kurosaki 1972; Ricketts et al. 1997; Munson et al. 2004), pero su sellado junto con la privación de los carbohidratos a las bacterias podrían detenerlas (Griffin et al. 2008; Oong et al. 2008). Así como no hay un límite claro entre higienizable y no higienizable, no hay una línea definida entre una microcavitación que puede ser sellada y una franca cavitación que puede requerir tratamiento restaurador. Las exigencias mecánicas requeridas a los materiales selladores aumentan con el tamaño de la cavitación, lo que limita las opciones de sellar lesiones claramente cavitadas. La decisión respecto a cuándo puede ser necesario un sellante o una restauración debe ser tomada teniendo en cuenta todos los factores del diente y del paciente.

En resumen, hay una variedad de opciones para el manejo de la enfermedad o de la lesión sin restauración (no invasivamente). Sin embargo, para ciertos estados de la lesión o bajo ciertas condiciones, el tratamiento restaurador es inevitable. Para permitir la implementación práctica de estas recomendaciones, el grupo ha definido determinados puntos con el fin de ayudar en la toma de decisión sobre cuándo intervenir invasivamente. El consenso que surgió fue el siguiente:

- Lesiones cariosas de dentina cavitadas y no higienizables no pueden ser tratadas mediante la remoción del biofilm, remineralización o sellantes. Sin embargo en la dentición primaria, estas lesiones pueden ser transformadas en lesiones accesibles a la higiene y así ser tratadas mediante un *control de la cavidad no restaurador*
- Hay ciertas lesiones oclusales que clínicamente parecerían no estar cavitadas pero radiográficamente se extienden significativamente en la dentina. Si estas lesiones no pueden ser detenidas mediante el control de biofilm solo, el sellado de la fisura se puede llevar a cabo; sin embargo, la integridad del sellador necesita ser monitoreada, y existe la posibilidad, hasta que haya surgido más evidencia, de que un efecto de "trampolín" pueda conducir al fallo del sellador y se requiera una restauración.

#### *Recomendaciones.*

No hemos hecho recomendaciones más detalladas para el manejo de las lesiones no cavitadas, ya que este no fue el foco de esta reunión de la colaboración. Del mismo modo, las opciones como el sellado de las lesiones y la técnica de Hall no se han discutido extensamente, ya que no requieren la eliminación de tejido carioso.

- 1- La prevención de las lesiones cariosas significa manejar la enfermedad caries dental. Para las lesiones cariosas existentes, los dentistas deben trabajar con el paciente para manejar la enfermedad y, como consecuencia, controlar la actividad de la lesión - es decir, con el objetivo de detener / inactivar las lesiones para preservar los tejidos dentales duros, evitar la iniciación del ciclo restaurador (Elderton 1993; Qvist 2015), y conservar el diente durante el mayor tiempo posible (recomendación fuerte).
- 2- Cuando las lesiones cariosas cavitadas no son higienizables, y el sellado ya no es una opción, se indican un tratamiento restaurador (recomendación fuerte).

## Manejo Restaurador de las Lesiones Cariadas

### ¿Por qué restauramos un diente?

Los objetivos del tratamiento restaurador son:

1. Ayudar al control de la placa y por lo tanto manejar la actividad de la caries en este lugar específico
2. Proteger el complejo dentino-pulpar y detener la lesión sellándola
3. Restaurar la función, forma y estética del diente (Kidd 2004).

El manejo restaurador tradicional involucra remoción de tejido cariado, y las razones para ellos han incluido históricamente lo siguiente:

- Resistencia y retención de la restauración. Esto se aplica sólo a la amalgama dental. Cuando se utilizan materiales adhesivos, la eliminación de los tejidos dentales duros para este propósito no puede justificarse.

- Eliminación de bacterias. Dada la patología de la caries dental, los efectos del sellado hermético sobre la viabilidad de las bacterias remanentes, y la biodiversidad y cariogenicidad del biofilm, la eliminación de tejido simplemente para eliminar las bacterias no es lógica ni está justificada (Going et al., 1978; Banerjee et al. Paddick et al., 2005). En la actualidad no se entiende completamente si las bacterias remanentes o sus metabolitos tienen algún efecto perjudicial sobre la pulpa a nivel subclínico. Sin embargo, el número de bacterias viables a largo plazo en la proximidad de la pulpa no parece aumentar en las lesiones selladas (Paddick et al., 2005) o en comparación con las lesiones cariosas tradicionalmente tratadas (Maltz, Henz, et al 2002), y por lo tanto estudios clínicos no han encontrado efectos perjudiciales en la pulpa de una cavidad con bacterias que han sido "selladas" (Ricketts et al., 2013)

- Remoción de la dentina desmineralizada

La dentina desmineralizada, pero estructuralmente intacta, que puede ser remineralizada se debe conservar (Ogawa et al., 1983, Ngo et al., 2006). Algunos estudios han reportado incluso la remineralización de la dentina desorganizada infectada (Wambier et al., 2007; Chibinski Et al. 2013; Corralo y Maltz 2013). En cualquier caso, la discriminación clínica entre estas capas es difícil (véase más abajo).

En conclusión, la única razón basada en la evidencia por la que se lleva a cabo la eliminación del tejido cariado en la actualidad es crear una superficie suficientemente grande para adherirse y optimizar así la longevidad de la restauración.

### ¿Qué principios deben seguirse durante la remoción de tejido cariado?

Los principios para la remoción de tejido cariado son los siguientes:

- Conservar tejido remineralizable y no-desmineralizado
- Lograr un sellado adecuado mediante una restauración con márgenes sobre dentina sana y / o esmalte, controlando así la lesión e inactivando las bacterias residuales
- Evitar la incomodidad / dolor y la ansiedad dental, ya que ambos influyen significativamente en la planificación del tratamiento y en los resultados (los métodos que son menos propensos a producir ansiedad son preferibles)
- Mantener la salud de la pulpa preservando la dentina (evitar la irritación innecesaria de la pulpa) y evitando la exposición pulpar (es decir, dejar dentina blanda en la proximidad de la pulpa si es necesario).

Evitar la exposición a la pulpa tiene un gran impacto en el pronóstico del diente y en los costos de tratamiento a largo plazo (Whitworth et al., 2005; Schwendicke, Stolpe, et al. 2013). El espesor de la dentina remanente no puede evaluarse clínicamente, pero se ha encontrado que su preservación es un factor significativo para evitar la afectación pulpar (Smith et al., 2001; Whitworth et al. 2005). En las lesiones profundas, se prefiere la preservación de una dentina remanente blanda y con carga bacteriológica sobre la pulpa en lugar de ser removida.

- Maximizar la longevidad de la restauración mediante la eliminación de suficiente dentina blanda para colocar una restauración duradera de suficiente volumen ya la resistencia

En los dientes que tienen pulpas sensibles (vitales) y que están libres de signos y síntomas patológicos, estos dos últimos objetivos -mantener la salud pulpar y maximizar la longevidad de la restauración- pueden necesitar equilibrarse uno con otro. En lesiones profundas (radiográficamente alcanzan el tercio o cuarto

pulpar de dentina o con riesgo clínico de exposición pulpar), se debe priorizar la preservación de la salud pulpar. En las lesiones superficiales o de profundidad moderadas (aquellas que no llegan al tercio o cuarto pulpar de la dentina), la longevidad de la restauración podría ser más importante.

Existen dudas significativas sobre la validez de los métodos para evaluar la sensibilidad y la salud pulpar (Mejåre et al., 2012). Sin embargo, cuando la posibilidad de preservar la salud pulpar se compara con las potenciales desventajas de la necrosis pulpar e infección asociada con el retraso de la terapia endodóntica (el pronóstico disminuido en comparación con la endodoncia en dientes vitales), la evidencia actual indica que el mantenimiento de la salud pulpar podría ser priorizado (Schwendicke y Stolpe 2014).

#### *Recomendaciones*

- 3- Los tratamientos restauradores se llevan a cabo para colaborar con el control del biofilm; proteger el complejo dentino-pulpar; y restaurar la función, forma y estética del diente, sin provocar ningún daño innecesario. La fase de remoción de tejido cariado tiene como objetivo crear condiciones para una restauración duradera, preservar el tejido sano y remineralizable, lograr un sellado suficiente, mantener la salud pulpar y maximizar el éxito de la restauración. Sin embargo, esto no significa necesariamente que cerca de la pulpa, todos los tejidos contaminados con bacterias o tejidos desmineralizados necesiten ser removidos (recomendación fuerte).
- 4- En las lesiones más profundas en dientes con pulpas sensibles (vitales), se debe priorizar la conservación de la salud pulpar, mientras que en las lesiones superficiales o de profundidad moderada, la longevidad de la restauración podría ser un factor más importante (recomendación fuerte).

#### ***¿Cómo debemos remover el tejido cariado en dientes con pulpas sensibles y asintomáticas (vitales)?***

Para eliminar el tejido cariado de los dientes con pulpas sensibles (vitales) y sin pulpitis sintomática / irreversible, se dispone de 5 estrategias principales que se basan en el nivel de dureza de la dentina remanente (Ricketts et al., 2013). La decisión entre estas estrategias se guiará por la profundidad de la lesión y el tipo de dentición. (Figura)

*Eliminación no selectiva hasta dentina dura* (antes: *remoción completa o eliminación completa de la caries*) utiliza el mismo criterio para evaluar el punto final de la eliminación de tejido cariado para todas las partes de la cavidad (es decir,

paredes laterales y pulpar). Se deja solo dentina dura para que la dentina desmineralizada "libre" de bacterias se elimine por completo. Esto se considera un sobre-tratamiento y ya no se realiza.

*Eliminación selectiva hasta dentina firme* dejando dentina "leathery" (consistencia de cuero) en la pared pulpar; hay una sensación de resistencia a un excavador manual mientras que en los márgenes de la cavidad (es decir, la dentina de las paredes) se deja dentina firme después de la remoción. La *eliminación selectiva hasta dentina firme* es el tratamiento de elección para ambas denticiones, en lesiones dentinarias cavitadas superficiales o moderadamente profundas (es decir, lesiones que se extienden radiográficamente menos que el tercer o cuarto pulpar de dentina). En lesiones más profundas, la eliminación selectiva a dentina firme conlleva riesgos significativos para la pulpa, razón por la cual otras estrategias deberían ser consideradas.

*Eliminación selectiva hasta dentina blanda*, se recomienda en lesiones cavitadas profundas (es decir, que se extienden en el tercio o cuarto pulpar de la dentina). Se deja tejido cariado blando sobre la pulpa para evitar la exposición y "estrés" de la misma, promoviendo así la salud pulpar, mientras que el esmalte periférico y la dentina se preparan hasta alcanzar dentina dura, lo que permitirá un sellado hermético y la colocación de una restauración duradera. La remoción selectiva hasta dentina blanda reduce el riesgo de exposición pulpar significativamente en comparación con la remoción no selectiva hasta dentina dura o selectiva hasta la dentina firme.

*Stepwise* es la eliminación de tejido cariado en 2 etapas, es decir, visitas (Bjørndal et al., 1997, Bjørndal y Larsen 2000, Paddick et al., 2005). La dentina cariada blanda se deja sobre la pulpa en el primer paso, mientras que la dentina de las paredes se remueve hasta obtener dentina dura, lo que permitirá un sellado completo y duradero de la lesión. Se coloca una restauración provisoria que debe ser lo suficientemente duradera para mantenerse hasta 12 meses, lo que permitirá cambios en la dentina y pulpa, también porque los pacientes podrían no volver a completar el tratamiento (Maltz, Garcia, et al. 2012). El argumento para la eliminación por etapas, es que luego de la primera, se forma dentina terciaria, la dentina desmineralizada se remineraliza y la cantidad de bacterias viables se reduce. En el reingreso, se elimina la restauración provisoria, y tenemos la oportunidad de reevaluar los cambios en el color y dureza de los tejidos de la lesión. Se puede usar una escala calibrada de clasificación de color para medir los cambios en el ambiente cariogénico (Bjørndal et al., 1997, Orhan et al., 2008, Bjørndal y otros, 2014, Petrou et al., 2014). Las lesiones más secas también pueden indicar una menor actividad (Kidd et al., 1993). La eliminación de tejido cariado se continúa sólo hasta que la dentina "leathery" permanezca sobre la pulpa. Existe alguna evidencia de que en estas lesiones profundas puede omitirse el segundo paso de la remoción, ya que aumenta los riesgos de exposición pulpar y perjudica la salud pulpar

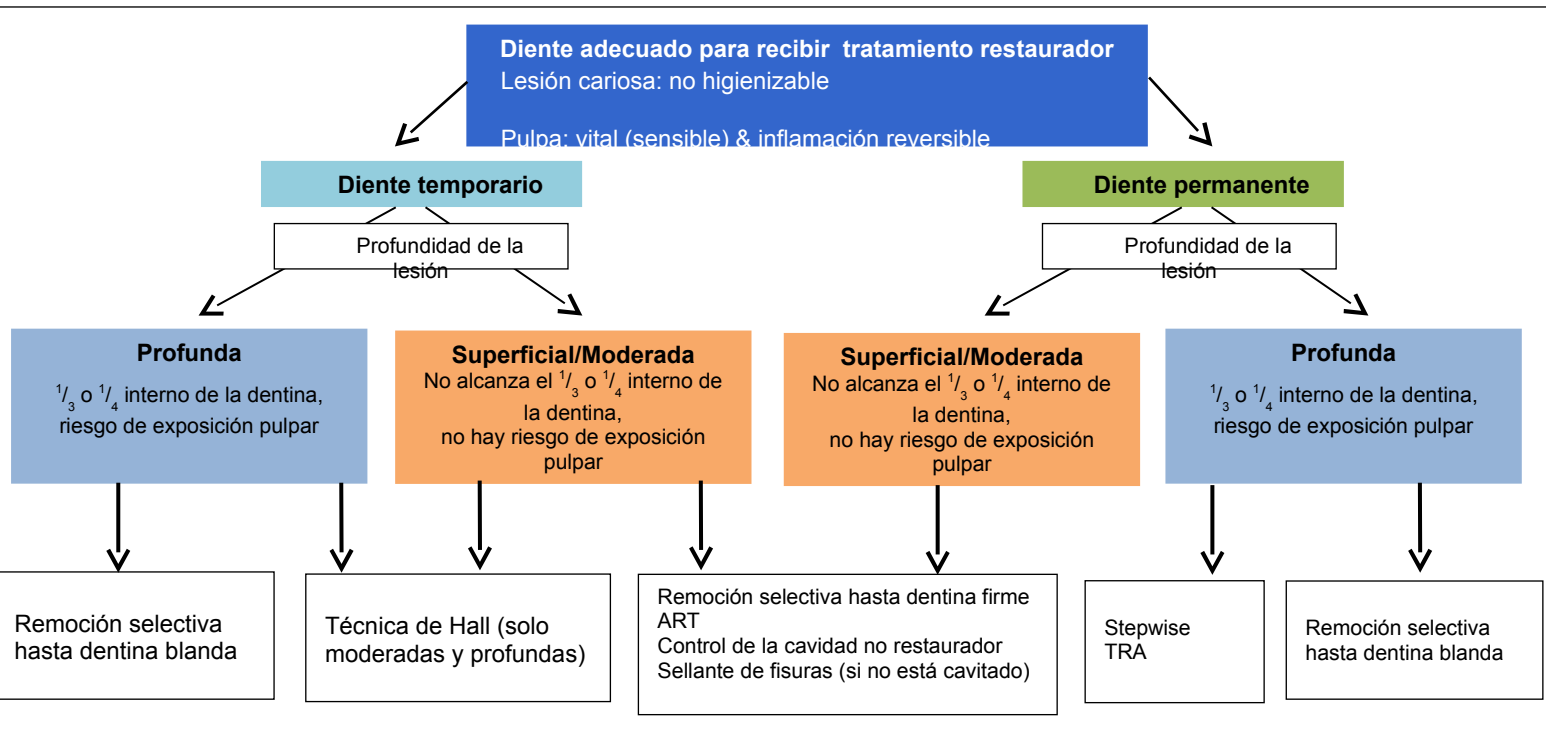


Figura. Tratamientos restauradores para lesiones cariosas no-higienizables en dientes vitales. TRA, tratamiento restaurador atraumático

(Maltz, Garcia, et al., 2012; Ricketts et al. 2013; Schwendicke, Meyer-Lückel, y col. 2013). El segundo paso también agrega costo adicional, tiempo y molestias al paciente. En la dentición primaria, los dientes tienen una vida útil limitada, por lo que la eliminación de tejido cariado en etapas no es considerado necesario, debería realizarse la eliminación selectiva hasta la dentina blanda.

#### Recomendaciones

Las recomendaciones para la eliminación de tejido cariado se aplican sólo a los dientes donde el tratamiento restaurador es inevitable:

- 5- En los dientes con lesiones superficiales o de profundidad moderada, se debe realizar una eliminación selectiva hasta dentina firme (recomendación débil).
- 6- En las lesiones profundas (radiográficamente se extienden en el tercer o cuarto pulpar de la dentina) en los dientes temporarios y permanentes, se debe realizar una remoción selectiva de la dentina blanda (recomendación fuerte).
- 7- En dientes permanentes, el stepwise (eliminación por etapas) también podría ser una opción para lesiones profundas (recomendación fuerte).

*¿Cómo debemos evaluar la remoción del tejido cariado?*

Para evaluar la remoción de tejido cariado, se han sugerido una variedad de criterios, incluyendo dureza, humedad, color, propiedades de fluorescencia y tinción de colorantes. Además, se han desarrollado métodos de eliminación de tejido cariado que intentan definir este punto final (por ejemplo fresas autolimitantes, eliminación químico-mecánica). La mayoría de estos han sido validados in vitro pero carecen de suficiente validación clínica, mientras que algunos de ellos son incluso perjudiciales, por ejemplo, tinción a través de colorantes detectores de caries (Schwendicke Et al. 2014).

Todos los criterios descritos para evaluar o describir la dentina que queda después de la eliminación de tejido cariado son medidas auxiliares. Estos deben ser validados contra resultados relevantes (dolor, mantenimiento de la salud pulpar, retención en el diente). Sólo las medidas auxiliares asociadas con estos resultados deben ser utilizadas por los dentistas durante la evaluación clínica. Como se describe en una sección anterior (¿Cómo quitar el tejido cariado en los dientes con pulpas sensibles y asintomáticas?), la dentina más dura, más oscura y más seca refleja la detención de la lesión (Kidd et al., 1993, Orhan et al. Petrou et al., 2014).

#### Recomendaciones

- 8- La dureza dentinaria (por ejemplo blanda, leathery, firme, o dura) debe ser el criterio principal para evaluar, describir e informar sobre el tejido cariado y su eliminación (recomendación débil).
- 9- La humedad (mojada, húmeda o seca), el color (pálido / amarillo, marrón oscuro / negro) y otras características ópticas de la dentina o medidas de diferentes

productos metabólicos bacterianos podrían ser útiles como indicadores adicionales (recomendación débil).

### *¿Cómo debemos realizar la remoción del tejido cariado?*

Hay un gran número de métodos para la remoción de tejido cariado, incluyendo excavadores manuales, fresas de carburo de tungsteno, fresas de cerámica, abrasión de aire, sonoabrasión, eliminación de tejido cariado químico-mecánico, fresas de polímero y láseres. La mayoría de estos también se usan para definir un punto final para la eliminación de tejido cariado (ver arriba); sin embargo, los puntos finales se han validado sólo en un grado limitado (Banerjee et al., 2000, Boston 2003, Celiberti et al., 2006, Neves Ade et al., 2011). Como resultado, la información sobre las ventajas clínicas o las desventajas de los diferentes métodos de remoción es escasa, con poca evidencia se encuentra que la remoción manual o químico-mecánica son potencialmente ventajosa (Frencken, Peters, et al., 2012), aunque esto es más fuerte para los resultados reportados por el paciente, tales como dolor e incomodidad durante la remoción, especialmente cuando son realizados por generalistas (Rahimtoola et al., 2000, Nadanovsky et al., 2001, Rafique et al., 2003, Schriks y van Amerongen, 2003, de Menezes Abreu et al., 2011).

#### *Recomendaciones*

- 10- No hay evidencia suficiente para recomendar un solo método para la eliminación de tejido cariado. La excavación manual o químico-mecánica podría reducir el dolor y la incomodidad durante el tratamiento y, por lo tanto, podría afectar positivamente la ansiedad dental, especialmente al tratar a los niños (recomendación débil).

### *¿Cómo debemos manejar la cavidad resultante?*

Varias etapas, tales como la desinfección de la cavidad y el revestimiento de la cavidad, se han llevado a cabo tradicionalmente después de la eliminación del tejido cariado y antes de la restauración de la cavidad.

La desinfección de la cavidad ha sido recomendada para reducir el número de bacterias remanentes. Dado que el número de bacterias puede ser de importancia limitada si se logra un sellado hermético de la restauración y que los efectos de los métodos de desinfección pueden limitarse sólo a la dentina superficial, es probable que los conceptos subyacentes a este procedimiento sean teóricamente erróneos y podrían aumentar innecesariamente el tratamiento, tiempo y costo. No hay evidencia suficiente para apoyar la desinfección de la cavidad. Otros beneficios putativos, como la aplicación de clorhexidina y el fluoruro de estaño, para inactivar las metaloproteinasas de la matriz

dentinaria o remineralizar la dentina, aún no han sido lo suficientemente comprobados mediante ensayos clínicos (Farang et al., 2009).

El revestimiento de la cavidad ("lining") se ha utilizado tradicionalmente en el tratamiento de las lesiones cariosas profundas (más comúnmente el hidróxido de calcio) para reducir el número de bacterias viables residuales, remineralizar la dentina, inducir la formación de dentina reaccionaria, aislar la pulpa y proteger las células pulpares de estímulos nocivos. (About et al 2001). Como ya se ha comentado, la reducción del número de bacterias podría no ser relevante si se consigue el sellado de la cavidad y la evidencia actual con respecto a los efectos antibacterianos de diferentes materiales dentales es ambigua (Schwendicke et al., 2015). La remineralización de la dentina parece estar mediada por actividades pulpares y podría no requerir revestimientos o "linings" (Corralo y Maltz 2013). Aunque ciertos liners cavitarios parecen capaces de inducir la dentinogénesis y reducir la inflamación pulpar (Fusayama 1997), la evidencia es escasa y la relevancia clínica no está clara (Hebling et al., 1999, Schwendicke, Meyer Lückel et al., 2013, Dalpian et al., 2014). Con el advenimiento de nuevos materiales, como los silicatos de calcio, y los estudios clínicos que investigan estos, la evidencia del beneficio para el paciente puede surgir (Hashem et al., 2015).

El aislamiento de la pulpa contra los estímulos térmicos es relevante para la colocación de materiales restauradores conductores (amalgama dental). El aislamiento de la pulpa cuando se colocan restauraciones de resina puede ser beneficioso, ya que los monómeros penetran a través de la dentina en la pulpa (Galler et al., 2005, Modena et al., 2009). Además, los efectos esperados de los liners pueden depender de qué estrategia de remoción de tejido cariado se realizó. La dentina afectada por caries tiene un módulo de elasticidad menor y es intrínsecamente menos resistente a las fuerzas de tracción; puede no ser capaz de soportar las fuerzas de contracción durante la adhesión, lo que conduce a líneas de fractura dentro de la dentina que pueden facilitar el daño de la pulpa (Perdigão, 2010; Tjäderhane 2015).

#### *Recomendaciones*

- 11- Los procedimientos de desinfección cavitaria actualmente no tienen evidencia del beneficio para el paciente como para apoyar su uso (recomendación débil).
- 12- La colocación de materiales de revestimiento no es necesaria para controlar el sellado de la lesión, pero podría ser beneficiosa para impedir la penetración del monómero y evitar la fractura de la dentina remanente cuando el material resinoso es el material restaurador.

### *¿Cómo debemos restaurar la cavidad?*

Una vez que se ha tomado la decisión de tratar una lesión cariada con una restauración, esta debe

ser de la más alta calidad posible para garantizar la durabilidad y evitar la necesidad de reemplazo.

De los diversos materiales restauradores directos disponibles, la amalgama dental ha sido históricamente aceptada como el estándar para la restauración de las lesiones cariosas en los dientes posteriores. Aunque no son estéticas, las restauraciones de amalgama tienen una buena longevidad y son especialmente exitosas en pacientes con alto riesgo de caries (Opdam et al., 2010). Esto se ha atribuido a los productos de corrosión, que pueden sellar el margen poco después de la colocación, tienen propiedades antibacterianas y pueden proteger contra lesiones cariosas secundarias. Sin embargo, por razones ambientales, muchos países se han comprometido a reducir gradualmente el uso de la amalgama, y el Tratado de Minamata sobre Mercurio fue firmado en octubre de 2013 (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente 2013).

Por el contrario, el uso de resina compuesta ha aumentado, teniendo ahora una longevidad similar a las restauraciones de amalgama, aunque en pacientes con alto riesgo de caries las restauraciones de resina parecen ser más propensas a lesiones cariosas secundarias (Opdam et al., 2010; Kopperud et al., 2012). Las razones de esto son probablemente multifactoriales y aún no se entienden bien. Las resinas compuestas se unen a la estructura dentaria con adhesivos. Estos adhesivos han sido mejorados y son importantes para sellar la restauración de resina compuesta, resistir las fuerzas de contracción de la polimerización y asegurar la retención a las paredes de la cavidad cuando están en función (De Munck et al., 2003). In vitro, cuando la fuerza adhesiva se evalúa cuantitativamente a través de pruebas mecánicas, tales como test de resistencia a la tracción y al esfuerzo cortante, existe una correlación entre la tasa de retención de las restauraciones cervicales y la fuerza de adhesión (Van Meerbeek et al., 2010). Sin embargo, las pruebas in vitro utilizadas para evaluar la capacidad de sellado de restauraciones de resina compuesta parecen tener poco significado clínico (Heintze 2013). Se acepta generalmente que la adhesión a los tejidos duros dentales sanos es importante para garantizar un buen sellado del material de resina (De Munck et al., 2003). A pesar de la formación de capas híbridas más gruesas en la dentina cariada, se ha observado que las fuerzas de unión inmediatas son significativamente más bajas que las de la dentina sana (Yoshiyama et al., 2002). Esto se atribuye al bajo módulo elástico y a la mayor humedad típica de la dentina cariada. Clínicamente, esto no parece presentar un problema si sólo quedan cantidades limitadas de dentina cariada debajo de una restauración (Schwendicke, Meyer-Lückel, et al., 2013). Dado que la fuerza de unión es proporcional al área de la superficie unida, la dentina cariada que se deja para preservar la salud pulpar debe limitarse a las áreas sobre la pulpa dental en la cavidad: es especialmente importante que la periferia de la cavidad deberá dar soporte suficientemente la restauración y permitirá un sellado hermético.

La tercera alternativa es el cemento de ionómero de vidrio (CIV), que se ha considerado generalmente, hasta hace poco, como un material de restauración temporal / provisorio o que se limitaba al uso en dientes temporarios o cuando no se podían utilizar otros materiales. Este material tiene buena biocompatibilidad, libera flúor, y se une químicamente a los tejidos duros dentales. Sin embargo, en comparación con las resinas compuestas, los ionómeros de vidrio son menos estéticos y tienen mayor desgaste "temprano", y los resultados de ensayos clínicos antiguos y no controlados (Manhart et al., 2004) demostraron que eran propensos a fallas mecánicas, particularmente en cavidades proximales grandes sometidas a cargas oclusales. Las revisiones sistemáticas más recientes no han reportado diferencias en las tasas de supervivencia de las restauraciones de CIV de alta viscosidad (cuando se usan en tratamiento restaurador atraumático) y de amalgama (Mickenautsch y Yengopal 2012) o restauraciones de resina compuesta en niños (Raggio et al., 2013). En conjunto, un creciente grupo de evidencia encuentra CIV de alta viscosidad una valiosa alternativa para dientes temporarios y en cavidades simples de dientes permanentes (Frencken, Leal, Et al. 2012).

Aparte de estos materiales, se pueden utilizar restauraciones indirectas metálicas o cerámicas (inlays, onlays, coronas). Estos, sin embargo, suelen requerir una preparación de los dientes más invasiva, con el sacrificio adicional de tejido sano, y son más caros (Kelly y Smales 2004).

Al evaluar el rendimiento de todos los materiales, las decisiones acerca del reemplazo o reintervención deben seguir los principios de las intervenciones restauradoras. Por ejemplo, la detección de una radiolucencia bajo una restauración donde hay un sellado intacto y sin síntomas pulpares no justificaría la sustitución de la restauración, y su control sería más adecuado. De manera similar, una vez que se ha tomado la decisión de reintervenir, los tejidos sanos del diente deben ser preservados durante el reemplazo para preservar la salud pulpar, reducir costos y limitar la carga subjetiva al paciente. Por lo tanto, el remarginado, remodelado, pulido y reparación de las restauraciones debe realizarse siempre que sea posible y se debe evitar el reemplazo total de la restauración (Green et al., 2015).

#### *Recomendaciones*

- 13- La elección de los materiales restauradores debe guiarse por la localización y extensión de la lesión, el riesgo de caries, la actividad de la lesión cariosa y las condiciones específicas del paciente. No hay evidencia definitiva que apoye materiales particulares como más adecuados que otros para restaurar los dientes después de la eliminación selectiva de tejido cariado a una dentina blanda o firme (recomendación débil).
- 14- El retratamiento de las restauraciones debería tener como objetivo reparar a través de un resellado, remodelado,



pulido donde sea posible, y el reemplazo debería ser un último recurso (fuerte recomendación).

## **Recomendaciones y “lagunas” de conocimiento**

### *Recomendaciones clínicas*

- 1- La prevención de las lesiones cariosas significa manejar la enfermedad caries dental. Para las lesiones cariosas existentes, los dentistas deben trabajar con el paciente para manejar la enfermedad y, como consecuencia, controlar la actividad de la lesión - es decir, con el objetivo de detener / inactivar las lesiones para preservar los tejidos dentales duros, evitar la iniciación del ciclo restaurador (Elderton 1993; Qvist 2015), y conservar el diente durante el mayor tiempo posible (recomendación fuerte).
- 2- Cuando las lesiones cariosas cavitadas no son higienizables, y el sellado ya no es una opción, se indican un tratamiento restaurador (recomendación fuerte).
- 3- Los tratamientos restauradores se llevan a cabo para colaborar con el control del biofilm; proteger el complejo dentino-pulpar; y restaurar la función, forma y estética del diente, sin provocar ningún daño innecesario. La fase de remoción de tejido cariado tiene como objetivo crear condiciones para una restauración duradera, preservar el tejido sano y remineralizable, lograr un sellado suficiente, mantener la salud pulpar y maximizar el éxito de la restauración. Sin embargo, esto no significa necesariamente que cerca de la pulpa, todos los tejidos contaminados con bacterias o tejidos desmineralizados necesiten ser removidos (recomendación fuerte).
- 4- En las lesiones más profundas en dientes con pulpas sensibles (vitales), se debe priorizar la conservación de la salud pulpar, mientras que en las lesiones superficiales o de profundidad moderada, la longevidad de la restauración podría ser un factor más importante (recomendación fuerte).
- 5- En los dientes con lesiones superficiales o de profundidad moderada, se debe realizar una eliminación selectiva hasta dentina firme (recomendación débil).
- 6- En las lesiones profundas (radiográficamente se extienden en el tercer o cuarto pulpar de la dentina) en los dientes temporarios y permanentes, se debe realizar una remoción selectiva hasta dentina blanda (recomendación fuerte).
- 7- En dientes permanentes, el stepwise (eliminación por etapas) también podría ser una opción para lesiones profundas (recomendación fuerte).
- 8- La dureza dentinaria (por ejemplo blanda, leathery, firme, o dura) debe ser el criterio principal para evaluar, describir e informar sobre el tejido cariado y su eliminación (recomendación débil).
- 9- La humedad (mojada, húmeda o seca), el color (pálido / amarillo, marrón oscuro / negro) y otras características ópticas de la dentina o medidas de diferentes productos metabólicos bacterianos podrían ser útiles como indicadores adicionales (recomendación débil).
- 10- No hay evidencia suficiente para recomendar un solo método para la eliminación de tejido cariado. La excavación manual o químico-mecánica podría reducir el dolor y la incomodidad durante el tratamiento y, por lo tanto, podría afectar positivamente la ansiedad dental, especialmente al tratar a los niños (recomendación débil).
- 11- Los procedimientos de desinfección cavitaria actualmente no tienen evidencia del beneficio para el paciente como para apoyar su uso (recomendación débil).
- 12- La colocación de materiales de revestimiento no es necesaria para controlar el sellado de la lesión, pero podría ser beneficiosa para impedir la penetración del monómero y evitar la fractura de la dentina remanente cuando el material resinoso es el material restaurador.
- 13- La elección de los materiales restauradores debe guiarse por la localización y extensión de la lesión, el riesgo de caries, la actividad de la lesión cariosa y las condiciones específicas del paciente. No hay evidencia definitiva que apoye materiales particulares como más adecuados que otros para restaurar los dientes después de la eliminación selectiva de tejido cariado a una dentina blanda o firme (recomendación débil).
- 14- El retratamiento de las restauraciones debería tener como objetivo reparar a través de un resellado, remodelado, pulido donde sea posible, y el reemplazo debería ser un último recurso (fuerte recomendación).

### *Lagunas” de conocimiento*

- 15- Los ensayos clínicos que investigan el manejo de las lesiones cariadas cavitadas deben reportar detalles completos acerca:
  - profundidad, actividad y extensión de la lesión;
  - pacientes (riesgo de caries y edad),
  - quién y cómo se realizó el tratamiento

Las revistas deben insistir en esta información y hacer valer el uso de los términos adecuados (fuerte recomendación).

- 16- Para los ensayos que investigan el manejo de lesiones cariosas cavitadas tanto en clínicos como in vitro, se deben usar resultados con suficiente validez y relevancia para los pacientes, dentistas y reguladores / financiadores de atención de la salud. Si se utilizan medidas de sustitución, éstas deben ser validadas en contra de tales resultados (recomendación fuerte).
- 17- Los ensayos clínicos deben indicar claramente un resultado primario (en el que el estudio está enfocado), buscar seguimiento a largo plazo, informar sobre los eventos y los daños en detalle y continuar el seguimiento de los dientes después de cualquier evento, para permitir el juicio del impacto de diferentes eventos sobre los resultados descritos. Los ensayos deben realizarse con la mayor validez interna y externa posible. Estos deben ser interpretados con una comprensión de dónde está el verdadero riesgo de sesgo, dadas las limitaciones -especialmente en ceguera de operador, participante y evaluador en algunos diseños de estudio, así como los estudios establecidos en la atención primaria y la comunidad. Las limitaciones deben ser claramente expresadas (fuerte recomendación).
- 18- Los ensayos clínicos deben evaluar el efecto combinado de las estrategias de remoción de caries y los procedimientos de restauración, incluyendo revestimientos, estrategias adhesivas y materiales restauradores, ya que se esperan diferentes combinaciones de estrategias para afectar los resultados de manera diferente (fuerte recomendación).
- 19- La investigación básica debe tener como objetivo responder a las preguntas sobre la reacción histológica e inmunopatológica de la pulpa hacia diferentes estrategias de eliminación de tejido cariado, métodos y procedimientos restauradores (recomendación fuerte).
- 20- Los esfuerzos de investigación deben esforzarse por desarrollar un método/s que determine con precisión y exactitud el estado de salud pulpar a nivel clínico (recomendación fuerte).

## References

About I, Murray PE, Franquin JC, Remusat M, Smith AJ. 2001. The effect of cavity restoration variables on odontoblast cell numbers and dental repair. *J Dent.* 29(2):109–117.

Bader JD, Shugars DA, Bonito AJ. 2001. Systematic reviews of selected dental caries diagnostic and management methods. *J Dent Edu.* 65(10):960–968.

Baelum V, Hintze H, Wenzel A, Danielsen B, Nyvad B. 2012. Implications of caries diagnostic strategies for clinical management decisions. *Community Dent Oral Epidemiol.* 40(3):257–266.

Banerjee A, Doméjean S. 2013. The contemporary approach to tooth preservation: minimum intervention (MI) caries management in general practice. *Prim Dent J.* 2(3):30–37.

Banerjee A, Kidd EA, Watson TF. 2000. In vitro evaluation of five alternative methods of carious dentine excavation. *Caries Res.* 34(2):144–150.

Banerjee A, Yasseri M, Munson M. 2002. A method for the detection and quantification of bacteria in human carious dentine using fluorescent in situ hybridisation. *J Dent.* 30(7–8):359–363.

Bjørndal L, Demant S, Dabelsteen S. 2014. Depth and activity of carious lesions as indicators for the regenerative potential of dental pulp after intervention. *J Endod.* 40(4):76S–81S.

Bjørndal L, Larsen T. 2000. Changes in the cultivable flora in deep carious lesions following a stepwise excavation procedure. *Caries Res.* 34(6):502–508.

Bjørndal L, Larsen T, Thylstrup A. 1997. A clinical and microbiological study of deep carious lesions during stepwise excavation using long treatment intervals. *Caries Res.* 31(6):411–417.

Bjørndal L, Reit C, Bruun G, Markvart M, Kjaeldgaard M, Näsman P, Thordrup M, Dige I, Nyvad B, Fransson H, et al. 2010. 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.* 118(3):290–297.

Bjørndal L, Ricucci D. 2014. Pulp inflammation: from the reversible inflammation to pulp necrosis during caries progression. In: Michel Goldberg, editor. *The dental pulp biology, pathology, and regenerative therapies.* Berlin (Germany): Springer. p. 125–139.

Boston DW. 2003. New device for selective dentin caries removal. *Quintessence Int.* 34(9):678–685.

Celiberti P, Francescut P, Lussi A. 2006. Performance of four dentine excavation methods in deciduous teeth. *Caries Res.* 40(2):117–123.

Chibinski AC, Reis A, Kreich EM, Tanaka JL, Wambier DS. 2013. Evaluation of primary carious dentin after cavity sealing in deep lesions: a 10- to 13-month follow-up. *Pediatr Dent.* 35(3):E107–E112.

Corralo DJ, Maltz M. 2013. Clinical and ultrastructural effects of different liners/restorative materials on deep carious dentin: a randomized clinical trial. *Caries Res.* 47(3):243–250.

Dalpian DM, Ardenghi TM, Demarco FF, Garcia-Godoy F, De Araujo FB, Casagrande L. 2014. Clinical and radiographic outcomes of partial caries removal restorations performed in primary teeth. *Am J Dent.* 27(2):68–72.

de Menezes Abreu DM, Leal SC, Mulder J, Frencken JE. 2011. Pain experience after conventional, atraumatic, and ultraconservative restorative treatments in 6- to 7-yr-old children. *Eur J Oral Sci.* 119(2):163–168.

De Munck J, Van Meerbeek B, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Suzuki K, Lambrechts P, Vanherle G. 2003. Four-year water degradation of total-etch

- adhesives bonded to dentin. *J Dent Res.* 82(2):136–140.
- do Amaral GS, de Cássia Negrini T, Maltz M, Arthur RA. 2016. Restorative materials containing antimicrobial agents: Is there evidence for their antimicrobial and anti-caries effects? A systematic-review. *Austr Dent J.* 61(1):6–15.
- Dorri M, Dunne SM, Walsh T, Schwendicke F. 2015. Micro-invasive interventions for managing proximal dental decay in primary and permanent teeth. *Cochrane Database Syst Rev.* 11:CD010431. doi:10.1002/14651858.CD010431.pub2
- Elderton RJ. 1993. Overtreatment with restorative dentistry: when to intervene? *Int Dent J.* 43(1):17–24.
- Farag A, van der Sanden WJ, Abdelwahab H, Mulder J, Frencken JE. 2009. 5-year survival of art restorations with and without cavity disinfection. *J Dent.* 37(6):468–474.
- Fejerskov O, Nyvad B, Kidd EA. 2015. Pathology of dental caries. In: Fejerskov O, Nyvad B, Kidd EAM, editors. *Dental caries: the disease and its clinical management.* 3rd ed. Oxford (UK): Wiley Blackwell. p. 7–9.
- Frencken JE, Leal SC, Navarro MF. 2012. Twenty-five-year atraumatic restorative treatment (ART) approach: a comprehensive overview. *Clin Oral Investig.* 16(5):1337–1346.
- Frencken JE, Peters MC, Manton DJ, Leal SC, Gordan VV, Eden E. 2012. Minimal intervention dentistry for managing dental caries—a review: report of a FDI task group. *Int Dent J.* 62(5):223–243.
- Fusayama T. 1997. The process and results of revolution in dental caries treatment. *Int Dent J.* 47(3):157–166.
- Fusayama T, Kurosaki N. 1972. Structure and removal of carious dentin. *Int Dent J.* 22(3):401–411.
- Galler K, Hiller KA, Ettl T, Schmalz G. 2005. Selective influence of dentin thickness upon cytotoxicity of dentin contacting materials. *J Endod.* 31(5):396–399.
- Going RE, Loesche WJ, Grainger DA, Syed SA. 1978. The viability of microorganisms in carious lesions five years after covering with a fissure sealant. *J Am Dent Assoc.* 97(3):455–462.
- Green D, Mackenzie L, Banerjee A. 2015. Minimally invasive long term management of direct restorations: the “5rs.” *Dent Update.* 42(5):413–426.
- Griffin SO, Oong E, Kohn W, Vidakovic B, Gooch BF; CDC Dental Sealant Systematic Review Work Group, Bader J, Clarkson J, Fontana MR, Meyer DM, Rozier RG, Weintraub JA, Zero DT. 2008. The effectiveness of sealants in managing caries lesions. *J Dent Res.* 87(2):169–174.
- Gruythuysen R. 2010. Non-restorative cavity treatment: managing rather than masking caries activity. *Ned Tijdschr Tandheelkd.* 117(3):173–180.
- Hashem D, Mannocci F, Patel S, Manoharan A, Brown JE, Watson TF, Banerjee A. 2015. Clinical and radiographic assessment of the efficacy of calcium silicate indirect pulp capping: a randomized controlled clinical trial. *J Dent Res.* 94(4):562–568.
- Hebling J, Giro EM, Costa CA. 1999. Biocompatibility of an adhesive system applied to exposed human dental pulp. *J Endod.* 25(10):676–682.
- Heintze SD. 2013. Clinical relevance of tests on bond strength, microleakage and marginal adaptation. *Dent Mater.* 29(1):59–84.
- Hilgert L, Leal S, Mulder J, Creugers N, Frencken J. 2015. Caries-preventive effect of supervised toothbrushing and sealants. *J Dent Res.* 94(9):1218–1224.
- ### *Recommendations on Carious Tissue Removal 67*
- Innes NPT, Frencken JE, Bjørndal L, Maltz M, Manton DJ, Ricketts D, Van Landuyt K, Banerjee A, Campus G, Doméjean S, et al. 2016. Managing carious lesions: consensus recommendations on terminology. *Adv Dent Res.* 28(2):49–57.
- Kelly PG, Smales RJ. 2004. Long-term cost-effectiveness of single indirect restorations in selected dental practices. *Br Dent J.* 196(10):639–643.
- Kidd EA. 2004. How “clean” must a cavity be before restoration? *Caries Res.* 38(3):305–313.
- Kidd EA, Joyston-Bechal S, Beighton D. 1993. Microbiological validation of assessments of caries activity during cavity preparation. *Caries Res.* 27(5):402–408.
- Kopperud SE, Tveit AB, Gaarden T, Sandvik L, Espelid I. 2012. Longevity of posterior dental restorations and reasons for failure. *Eur J Oral Sci.* 120(6):539–548.
- Lo EC, Schwarz E, Wong MC. 1998. Arresting dentine caries in Chinese preschool children. *Int J Paed Dent.* 8(4):253–260.
- Maltz M, Garcia R, Jardim JJ, de Paula LM, Yamaguti PM, Moura MS, Garcia F, Nascimento C, Oliveira A, Mestrinho HD. 2012. Randomized trial of partial vs. stepwise caries removal: 3-year follow-up. *J Dent Res.* 91(11):1026–1031.
- Maltz M, Henz SL, de Oliveira EF, Jardim JJ. 2012. Conventional caries removal and sealed caries in permanent teeth: a microbiological evaluation. *J Dent.* 40(9):776–782.
- Manhart J, Chen HY, Hamm G, Hickel R. 2004. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition. *Oper Dent.* 29(5):481–508.
- Mejäre IA, Axelsson S, Davidson T, Frisk F, Hakeberg M, Kvist T, Norlund A, Petersson A, Portenier I, Sandberg H, et al. 2012. Diagnosis of the condition of the dental pulp: a systematic review. *Int Endod J.* 45(7):597–613.
- Mialhe FL, Pereira AC, Meneghim Mde C, Ambrosano GM, Pardi V. 2009. The relative diagnostic yields of clinical, fof and radiographic examinations for the detection of approximal caries in youngsters. *Indian J Dent Res.* 20(2):136–140.
- Mickenautsch S, Yengopal V. 2012. Failure rate of high-viscosity gic based art compared with that of conventional amalgam restorations—evidence from an update of a systematic review. *SADJ.* 67(7):329–331.
- Mijan M, de Amorim RG, Leal SC, Mulder J, Oliveira L, Creugers NH, Frencken JE. 2014. The 3.5-year survival rates of primary molars treated according to three treatment protocols: a controlled clinical trial. *Clin Oral Investig.* 18(4):1061–1069.
- Modena KC, Casas-Apayco LC, Atta MT, Costa CA, Hebling J, Sipert CR,

- Navarro MF, Santos CF. 2009. Cytotoxicity and biocompatibility of direct and indirect pulp capping materials. *J Appl Oral Sci.* 17(6):544–554.
- Munson MA, Banerjee A, Watson TF, Wade WG. 2004. Molecular analysis of the microflora associated with dental caries. *J Clin Microbiol.* 42(7):3023–3029.
- Nadanovsky P, Cohen Carneiro F, Souza de Mello F. 2001. Removal of caries using only hand instruments: a comparison of mechanical and chemomechanical methods. *Caries Res.* 35(5):384–389.
- Neves Ade A, Coutinho E, De Munck J, Van Meerbeek B. 2011. Caries-removal effectiveness and minimal-invasiveness potential of caries-excitation techniques: a micro-CT investigation. *J Dent.* 39(2):154–162.
- Ngo HC, Mount G, Mc Intyre J, Tuisuva J, Von Doussa RJ. 2006. Chemical exchange between glass-ionomer restorations and residual carious dentine in permanent molars: An in vivo study. *J Dent.* 34(8):608–613.
- Ogawa K, Yamashita Y, Ichijo T, Fusayama T. 1983. The ultrastructure and hardness of the transparent layer of human carious dentin. *J Dent Res.* 62(1):7–10.
- Oong EM, Griffin SO, Kohn WG, Gooch BF, Caufield PW. 2008. The effect of dental sealants on bacteria levels in caries lesions. *J Amer Dent Assoc.* 139(3):271–278.
- Opdam NJ, Bronkhorst EM, Loomans BA, Huysmans MC. 2010. 12-year survival of composite vs. amalgam restorations. *J Dent Res.* 89(10):1063–1067.
- Orhan A, Oz F, Ozcelik B, Orhan K. 2008. A clinical and microbiological comparative study of deep carious lesion treatment in deciduous and young permanent molars. *Clin Oral Investig.* 12(4):369–378.
- Orhan AI, Oz FT, Orhan K. 2010. Pulp exposure occurrence and outcomes after 1- or 2-visit indirect pulp therapy vs complete caries removal in primary and permanent molars. *Pediatr Dent.* 32(4):347–355.
- Paddick JS, Brailsford SR, Kidd EA, Beighton D. 2005. Phenotypic and genotypic selection of microbiota surviving under dental restorations. *Appl Environ Microbiol.* 71(5):2467–2472.
- Perdigão J. 2010. Dentin bonding—variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater.* 26(2):e24–e37.
- Petrou M, Alhamoui F, Welk A, Altarabulsi M, Alkilzy M, Splieth CH. 2014. A randomized clinical trial on the use of medical Portland cement, MTA and calcium hydroxide in indirect pulp treatment. *Clin Oral Investig.* 18(5):1383–1389.
- Qvist V. 2015. Longevity of restorations: the “death spiral.” In: Fejerskov O, Kidd EAM, editors. *Dental caries: the disease and its clinical management.* 3rd ed. Oxford (UK): Blackwell Munksgaard. p. 388.
- Rafique S, Fiske J, Banerjee A. 2003. Clinical trial of an air-abrasion/chemomechanical operative procedure for the restorative treatment of dental patients. *Caries Res.* 37(5):360–364.
- Raggio DP, Hesse D, Lenzi TL, Guglielmi CA, Braga MM. 2013. Is atraumatic restorative treatment an option for restoring occlusoproximal caries lesions in primary teeth? A systematic review and meta-analysis. *Int J Paed Dent.* 23(6):435–443.
- Rahimtoola S, van Amerongen E, Maher R, Groen H. 2000. Pain related to different ways of minimal intervention in the treatment of small caries lesions. *ASDC J Dent Child.* 67(2):123–127, 183.
- Ricketts D, Kidd E, Weerheijm K, de Soet H. 1997. Hidden caries: what is it? Does it exist? Does it matter? *Int Dent J.* 47(5):259–265.
- Ricketts D, Lamont T, Innes NP, Kidd E, Clarkson JE. 2013. Operative caries management in adults and children. *Cochrane Database Syst Rev.* 28:CD003808.
- Ricketts DN, Kidd EA, Beighton D. 1995. Operative and microbiological validation of visual, radiographic and electronic diagnosis of occlusal caries in non-cavitated teeth judged to be in need of operative care. *Br Dent J.* 179(6):214–220.
- Schriks MC, van Amerongen WE. 2003. Atraumatic perspectives of art: psychological and physiological aspects of treatment with and without rotary instruments. *Community Dent Oral Epidemiol.* 31(1):15–20.
- Schwendicke F, Meyer-Lückel H, Dorfer C, Paris S. 2013. Failure of incompletely excavated teeth: a systematic review. *J Dent.* 41(7):569–580.
- Schwendicke F, Paris S, Tu Y. 2014. Effects of using different criteria and methods for caries removal: a systematic review and network meta-analysis. *J Dent.* 43(1):1–15.
- Schwendicke F, Stolpe M. 2014. Direct pulp capping after a carious exposure versus root canal treatment: a cost-effectiveness analysis. *J Endod.* 40(11):1764–1770.
- Schwendicke F, Stolpe M, Meyer-Lueckel H, Paris S, Dörfer CE. 2013b. Costeffectiveness of one- and two-step incomplete and complete excavations. *J Dent Res.* 92(10):880–887.
- Schwendicke F, Tu YK, Hsu LY, Göstemeyer G. 2015. Antibacterial effects of cavity lining: a systematic review and network meta-analysis. *J Dent.* 43(11):1298–1307.
- Smith AJ, Murray PE, Sloan AJ, Matthews JB, Zhao S. 2001. Trans-dentinal stimulation of tertiary dentinogenesis. *Adv Dent Res.* 15:51–54.
- Tjäderhane L. 2015. Dentin bonding: can we make it last? *Oper Dent.* 40(1):4–18.
- United Nations Environmental Programme. 2013. *Minamata convention on mercury.* New York (NY): United Nations [accessed 25 Feb 2016]. <http://www.epa.gov/international-cooperation/minamata-convention-mercury>.
- Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, De Munck J. 2010. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater.* 26(2):e100–e121.
- Wambier DS, dos Santos FA, Guedes-Pinto AC, Jaeger RG, Sionato MR. 2007. Ultrastructural and microbiological analysis of the dentin layers affected by caries lesions in primary molars treated by minimal intervention. *Pediatr Dent.* 29(3):228–234.
- Whitworth JM, Myers PM, Smith J, Walls AW, McCabe JF. 2005. Endodontic complications after plastic restorations in general practice. *Int Endod J.* 38(6):409–416.
- Yoshiyama M, Tay FR, Doi J, Nishitani Y, Yamada T, Itou K, Carvalho RM,

Nakajima M, Pashley DH. 2002. Bonding of self-etch and total-etch adhesives to carious dentin. *J Dent Res.* 81(8):556-560

