

Guías clínicas para restauraciones posteriores basadas en Cobertura, Adhesión, Resistencia, Estética y manejo subgingival

El concepto CARES: Parte II - coronas resistivas de contorno total con preparación vertical

Jorge André Cardoso, DMD

Porto University, Portugal

MCLinDent and Postgraduate Tutor in Prosthodontics, Kings College London, UK

Private Practice, Espinho, Portugal

Pasquale Venuti, DMD

Naple Federico II University (cum laude), Italy

Private Practice, Mirabela Eclano, Italia

Paulo Julio Almeida, DMD, PhD

Porto University, Portugal

Visiting Professor, Porto University, Portugal

Private Practice, Gaia, Portugal

Raul Costa, DMD

Lisbon University, Portugal

Private Practice, Londres, R.U.

Hugo Costa Lapa, DMD

Lisbon University, Portugal

Private Practice, Lisbon, Portugal

Luis Afonso, DMD

Porto University, Portugal

Private Practice, Viseu, Portugal

Correspondencia: Dr Jorge André Cardoso

Oral Clinic, Rua 23, 344, 3C, 4500-142 Espinho, Portugal; Tel: +351 916121312; Email: jorge.andre@ora.pt

Resumen

La restauración de dientes posteriores con diferentes grados de pérdida de tejido ha sido objeto de debate en la literatura. Se observan varias recomendaciones y directrices sobre cuándo, cómo y por qué realizar restauraciones adhesivas (onlays, overlays y endocoronas) o restauraciones con forma de resistencia (coronas resistentes de contorno total). En la Parte I de esta serie de tres artículos, los autores se centraron en las restauraciones parciales adhesivas. En ese artículo, se describía ampliamente la evidencia y se sugería un proceso de reflexión clínicamente razonable

para estas decisiones basado en Cobertura de cúspides susceptibles, Ventajas y limitaciones de la adhesión, Formas de resistencia a implementar, Preocupaciones estéticas y Manejo subgingival - el concepto CARES. Ahora, en la Parte II, la atención se centra en las decisiones clínicas para las coronas resistentes de contorno total en relación con sus indicaciones basadas en la estructura dental remanente, los materiales y los diferentes diseños de preparación, así como las particularidades de las preparaciones marginales verticales, las consideraciones periorrestaurativas y los retos estéticos.

(Int J Esthet Dent 2023;16:316–335)



Introducción

En la Parte I de esta serie de artículos de tres partes se analizaron las características específicas de los dientes posteriores y se detalló el proceso de reflexión para la toma de decisiones clínicas en las restauraciones parciales adhesivas. Se presentó un análisis exhaustivo sobre cuándo realizar una cobertura de cúspide o confiar principalmente en la adhesión o cuándo implementar diseños de forma de resistencia adicional (resistivos), las implicaciones de las preocupaciones estéticas en la preparación y cómo tratar las zonas subgingivales - la base del concepto CARES. Los criterios de decisión, que sirven como meras indicaciones, dentro de las restauraciones adhesivas parciales se describen detalladamente y se resumen en la figura 1. En este artículo se analiza la transición de las preparaciones adhesivas parciales a las resistivas de contorno total, incluidas las consideraciones específicas.

¿Cuándo pasar de una restauración adhesiva a una resistiva?

Debido a las diferentes metodologías de estudio y a la falta de estandarización sobre la pérdida de tejido y el diseño de la preparación, es difícil comparar los resultados de las *onlays* (sobre preparaciones no resistivas) frente a las coronas (sobre preparaciones resistivas). Ambas modalidades de restauración pueden ofrecer un excelente rendimiento clínico a largo plazo.¹ Está claro que los enfoques mínimamente invasivos favorecen la supervivencia del diente a largo plazo.^{2,3} Sin embargo, las restauraciones que se basan principalmente en la adhesión pueden tener un rendimiento clínico deficiente cuando la cantidad de estructura remanente es limitada y el esmalte se ve comprometido más allá de un determinado umbral.⁴ Una vez tomada la

decisión de cubrir la cúspide, los autores utilizan la altura de las paredes periféricas por encima del ecuador del diente, que se encuentra a unos 3 mm de la unión amelo-cementaria (CEJ), para clasificar tres grados de pérdida de tejido. Basándose en ello, se sugiere un enfoque restaurador, como se explicó ampliamente en la Parte I de esta serie de artículos (Fig 1):

- *Pérdida leve de tejido*: restauración parcial adhesiva limitada a la zona oclusal - "table top" o "carilla oclusal" superpuesta.
- *Pérdida moderada de tejido*: restauración parcial adhesiva con reducción oclusal y diseño resistivo adicional como reducción axial (sobrecorona y corona adhesiva) u ocupación de la cámara pulpar (endocorona).
- *Pérdida severa de tejido*: restauración resistiva de cobertura total - corona tradicional.

Decidir el grado de pérdida tisular puede ser un reto, pero debe tenerse en cuenta que esta categorización representa un proceso de pensamiento indicativo o lógico para las decisiones clínicas más que una recomendación estricta. La presencia de erosión, lesiones cervicales no cariosas (LCNC), fisuras y otros signos de fuertes tensiones mecánicas, como la actividad parafuncional, son otros parámetros que intervienen en el proceso de toma de decisiones. Siguiendo los criterios anteriores, habría que considerar una corona resistiva de contorno total cuando las paredes restantes por encima del ecuador sean inferiores a un tercio de la periferia del diente. La cantidad de esmalte para una adhesión fiable sería limitada en estas situaciones, y una restauración que se base principalmente en la resistencia más que en la adhesión es probablemente más apropiada, aunque las coronas adhesivas también deben considerarse en algunas de estas situaciones (Fig 1). La transición de una restauración adhesiva

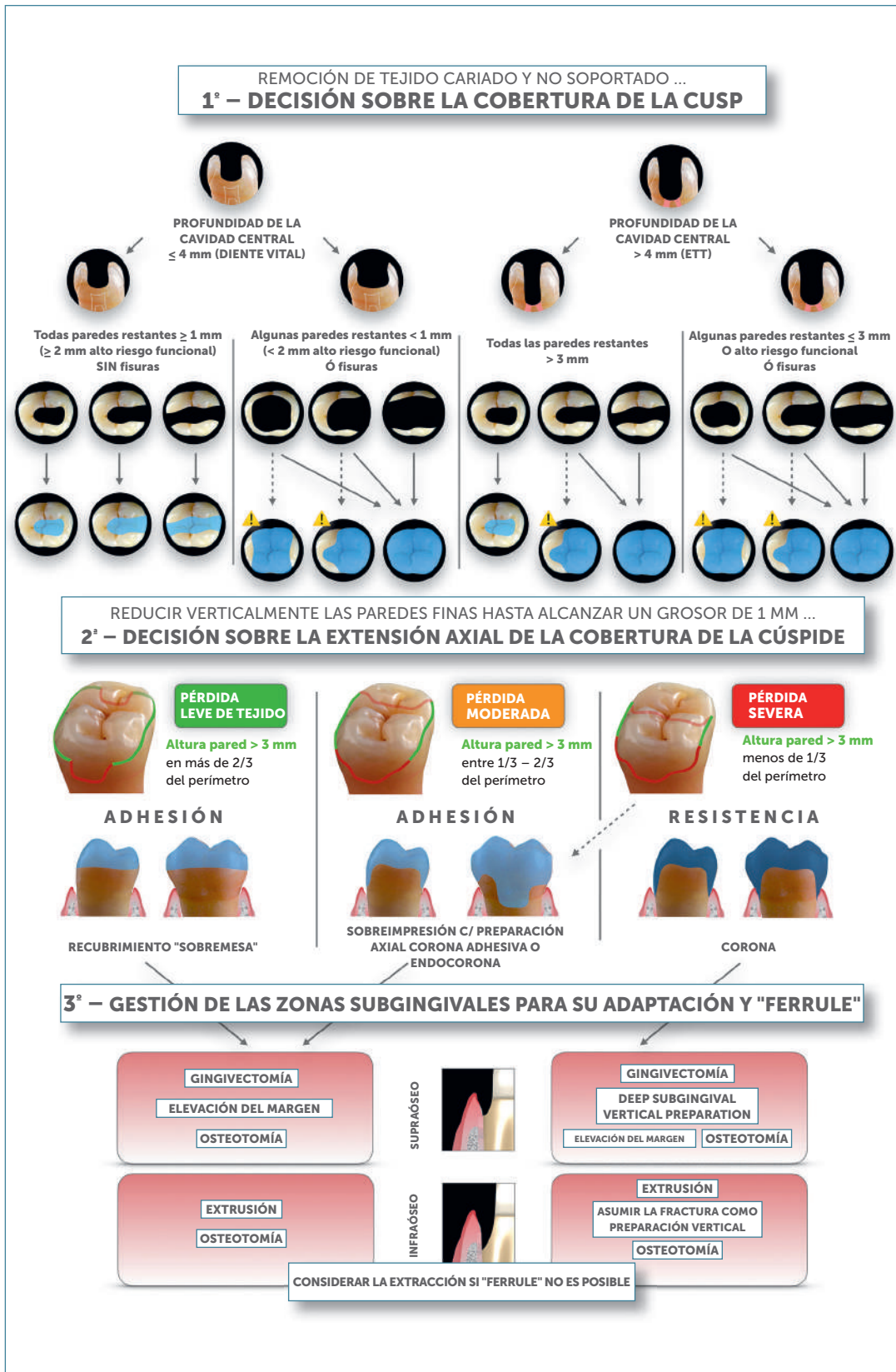


Fig 1 Tabla de decisión para dientes posteriores para cobertura de cúspide, extensión axial y manejo subgingival. El proceso de decisión completo se explica a lo largo de las Partes I, II y III de esta serie de artículos.

a una resistiva refleja algunas estrategias diferentes en cuanto a la preparación y los materiales utilizados.

Materiales para restauraciones posteriores retentivas de cobertura total

Para restauraciones resistivas de contorno total (coronas), la cerámica policristalina de óxido de zirconio es el material con mayor consenso científico; combina unas propiedades ópticas aceptables con una elevada resistencia a la flexión que, con un grosor adecuado, puede depender menos de la unión adhesiva.⁵ El uso de óxido de zirconio monolítico evita los problemas comunes asociados al astillamiento de la cerámica de recubrimiento.⁶ La evolución del material en cuanto a diferentes porcentajes de fase cúbica ha permitido una mayor translucidez, pero también una disminución de las propiedades mecánicas. Debido a sus diferentes formulaciones/composiciones, se puede asumir que el óxido de zirconio es un grupo de materiales con indicaciones clínicas distintas. Dado que estas restauraciones se basan principalmente en la resistencia intrínseca del óxido de zirconio, sólo la primera, segunda y cuarta generación

de óxido de zirconio están indicadas para coronas posteriores cementadas convencionalmente.^{6,7} Las generaciones anteriores ofrecerán una mayor resistencia, pero también serán más opacas y con un color menos natural, lo que puede ser importante incluso para dientes posteriores, dependiendo de la demanda del paciente y de la visibilidad del diente, así como de la experiencia del clínico o técnico de laboratorio a la hora de elegir la pastilla/bloque y realizar el procedimiento de tinción. El óxido de zirconio pulido parece causar un desgaste similar o mínimo en la dentición natural opuesta, especialmente si se realiza un pulido adecuado después del ajuste oclusal y antes de la cementación final.⁸

Preparación y diseño de coronas retentivas posteriores de cobertura total

En la última década, se ha prestado gran atención a las preparaciones con un diseño marginal en forma de pluma o filo de cuchillo. Estas se han denominado preparaciones verticales, en contraposición a las preparaciones con hombro o chamfer (conocidas como horizontales) (Fig. 2). Las razones del creciente interés por este diseño marginal son su mayor conservación de la estructura dental, su respuesta periodontal aparentemente favorable y la reciente posibilidad de fresar cerámicas de alta resistencia como el óxido de zirconio con márgenes más afinados. Las preparaciones verticales exigen estrategias específicas de preparación, manejo marginal, provisionalización, diseño de la restauración y espaciado del cemento. Son sensibles a la técnica y pueden resultar traumáticas para los tejidos blandos. Las razones para ello incluyen la dificultad para controlar y visualizar la profundidad de la preparación y la preocupación por la acumulación de placa en el margen de la corona. Por lo tanto, es imprescindible que

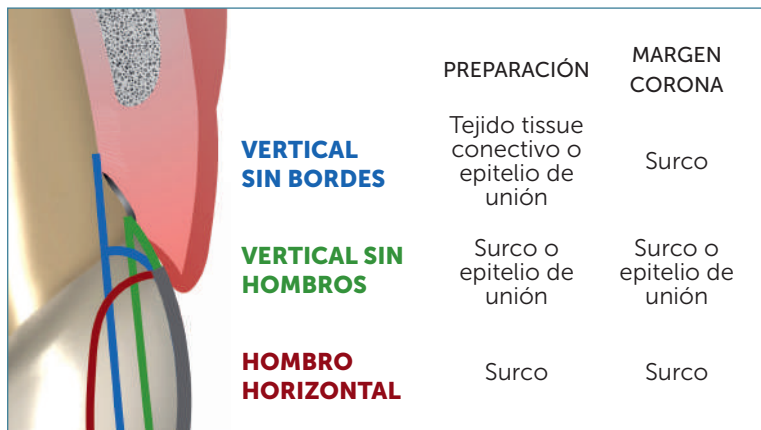


Fig 2 Preparaciones verticales "sin borde" y "sin hombro" frente a preparaciones horizontales de hombro: diseño marginal, nivel de preparación y posición marginal.

los pacientes estén periodontalmente estables, que el clínico tenga los conocimientos suficientes, que se examine el complejo dentogingival, que se utilice el instrumental adecuado, que exista una comunicación adecuada con el laboratorio dental en relación con la fabricación de la restauración y que se realice un seguimiento adecuado del paciente. Se han realizado varios estudios in vitro e in vivo en los que se comparan las preparaciones de coronas horizontales y verticales, pero las diversas metodologías relativas al tipo de óxido de zirconio utilizado, el material del muñón, el tipo de cemento y el espacio de cemento dificultan la obtención de conclusiones coherentes y específicas. Sin embargo, los estudios clínicos muestran un rendimiento clínico similar o superior en comparación con las preparaciones horizontales en varios parámetros como la supervivencia y la estabilidad de los tejidos blandos.⁹⁻¹⁴ Dado el apoyo científico a los márgenes de preparación vertical en las restauraciones monolíticas de óxido de zirconio, junto con la preservación del tejido cervical, es difícil ignorar las ventajas significativas de este enfoque.

Reducción axial

Con el fin de maximizar la estética cervical en las restauraciones de porcelana fundida sobre metal (PFM), y más recientemente con el uso generalizado de las restauraciones CAD/CAM, las técnicas de preparación horizontales como los hombros y los chamferes se han convertido en el estándar para permitir suficiente espacio y grosor para el fresado y la estratificación. Debido a estas técnicas, la técnica pionera de las preparaciones de borde de pluma (en los pasos históricos iniciales de las restauraciones PFM) se ha abandonado casi por completo.¹⁵ Más recientemente, se ha vuelto a prestar una atención significativa a las técnicas de preparación vertical debido a los avances en la precisión

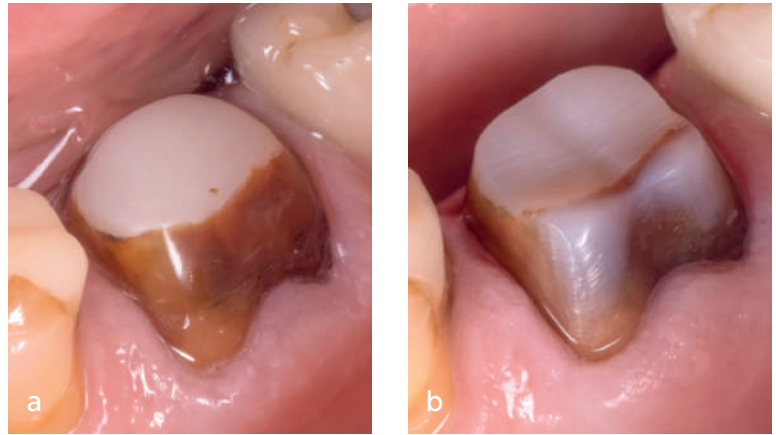
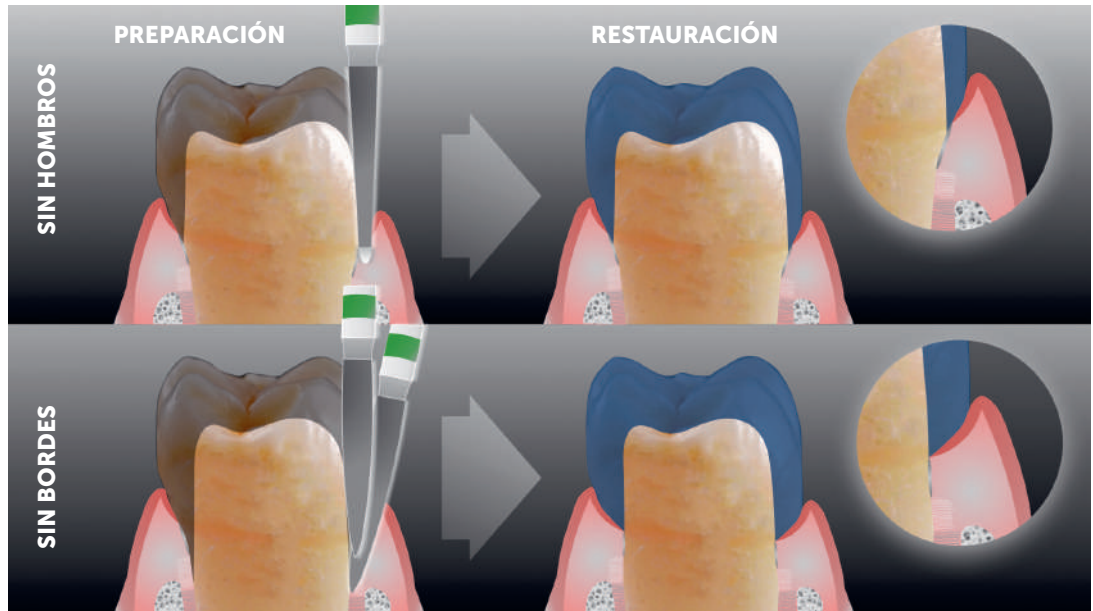


Fig 3 (a) Pilar de una corona existente que se desprendió, con diseño de conicidad excesiva. (b) Pilar nuevo con conicidad corregida, creada mediante una combinación de adición de composite en las zonas excesivamente preparadas axialmente, así como una preparación vertical cervical y subgingival adicional.

del fresado, las buenas propiedades mecánicas, los avances estéticos del óxido de zirconio teñido monolítico con márgenes finos y, hasta cierto punto, el buen comportamiento periodontal.¹⁶ Una de las ventajas más importantes de las preparaciones verticales es una mayor preservación del tejido cervical en comparación con las técnicas de preparación horizontal menos conservadoras. Las preparaciones verticales permiten preservar más tejido de la pared axial, maximizando el diseño del "ferrule" (Fig. 2) - una cantidad mínima de estructura dental de aproximadamente 2 mm de altura y 1 mm de grosor donde la restauración puede engancharse o agarrarse para un rendimiento clínico aceptable.^{17,18} El grosor axial de la corona depende de la conicidad y de la ubicación del margen vertical, pero también de la anatomía del diente y de la vía de inserción. En general, una conicidad de la preparación de unos 4 a 6 grados, con un margen subgingival en el surco, suele dar lugar a una reducción de unos 0,5 a 1 mm en la zona axial media, dependiendo de la anatomía del diente. Cuanto más profundo sea el margen, mayor será la reducción axial si se mantiene la misma conicidad. Las restauraciones de óxido de zirconio realizadas con una preparación

Fig 4 Diferencias en la preparación y el diseño de restauraciones "sin hombros" y "sin bordes".



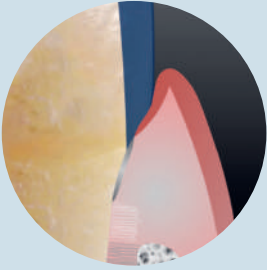
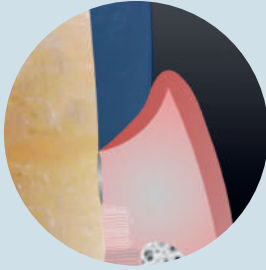
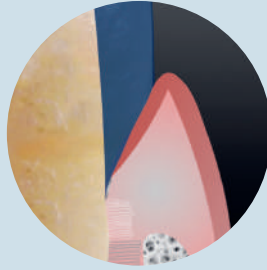
vertical (márgenes en forma de pluma o de cuchillo) con una conicidad de la preparación de entre 4 y 6 grados muestran una resistencia adecuada a las cargas oclusales en la región posterior in vitro.^{19,20} Debido a la menor reducción axial, es más probable que las preparaciones verticales den lugar a zonas socavadas para los clínicos que están más acostumbrados a las preparaciones horizontales y que empiezan a adoptar la técnica. Las coronas con preparaciones horizontales tradicionales que necesitan ser repuestas pueden transformarse de forma conservadora en preparaciones verticales añadiendo material restaurador a las zonas axiales existentes de chamferes y hombros y repasando la zona cervical según el concepto de margen vertical (Fig 3).

Diseño del margen: "sin hombros" y "sin bordes"

Aunque se han descrito indistintamente las preparaciones con borde de pluma y con borde de cuchillo, en estas últimas se observa un margen detectable que separa el

tejido preparado del no preparado. En el margen de borde de pluma, la superficie de la preparación se alisa en la superficie del diente de tal forma que no se observa ninguna distinción detectable entre las superficies preparadas y no preparadas. También es importante distinguir entre las dos estrategias clínicas diferentes para los márgenes verticales: "sin hombro" y "sin borde" (Figs. 2 y 4; Tabla 1).^{16,21} El enfoque "sin hombro" fue la técnica original propuesta para las restauraciones PFM, también conocida como técnica de borde de cuchillo o bisel, en la que se puede identificar un pequeño borde o margen después de la preparación vertical conservadora (Figs. 2 y 4; Tabla 1). Más recientemente, se ha sugerido utilizar esta técnica preparando el diente con fresas de punta inactiva para reducir el riesgo de socavaduras, evitar invadir el tejido conectivo supracrestal y minimizar el trauma periodontal. También se ha sugerido el uso de la retracción del tejido blando con cinta de teflón durante la preparación para una mayor protección de la acción de la fresa y para facilitar la impresión o el escaneo,

Tabla 1 Diferentes tipos de estrategias de preparación vertical, indicaciones y particularidades

	SIN HOMBROS	SIN BORDES	
		Región anterior o zonas estéticas (ejemplo: BOPT)	Dientes comprometidos para ganar 'ferrule' con preparación vertical subgingival profunda
			
Indicaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Como alternativa de primera opción a un hombro o chamfer en coronas posteriores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para coronas en la región anterior o en zonas estéticas, permitiendo cierto grado de cambio en la posición del tejido blando y maximizando su estabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Salvar dientes gravemente comprometidos, aumentar la "ferrule" subgingivalmente. • Los riesgos periodontales se equilibran con la alternativa de la remoción del diente
Profundidad de preparación	<ul style="list-style-type: none"> • Las fresas con punta inactiva limitarán la preparación en la zona del surco o epitelio de unión • El teflón correctamente envasado en el surco protegerá contra el daño del tejido conectivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Las fresas con punta activa son más difíciles de controlar y pueden penetrar más profundamente en el accesorio, dependiendo de la pericia del operario. 	
Presencia de una línea de acabados visible	<ul style="list-style-type: none"> • El margen suele ser visible (el llamado filo de navaja) 	<ul style="list-style-type: none"> • El margen suele ser no visible (el llamado borde de pluma) 	
Sangrado durante la preparación	<ul style="list-style-type: none"> • Hemorragia leve o inexistente 	<ul style="list-style-type: none"> • Hemorragia importante debida a la ruptura del tejido blando 	
Provisionales	<ul style="list-style-type: none"> • Se aconseja que el provisional no llegue al margen para cicatrización más rápida • Durante la cementación, la encía cicatrizada se reposicionará protésicamente 	<ul style="list-style-type: none"> • Los pasos de provisionalización crearán un nuevo "CEJ protésico" para guiar la cicatrización del tejido blando durante 6 semanas 	<ul style="list-style-type: none"> • Se aconseja que el provisional no llegue al margen para permitir una cicatrización más rápida • La encía cicatrizada se reposicionará protésicamente
Periodo de cicatrización de las impresiones	<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de impresión en el mismo día si hay hemorragia leve • Periodo de cicatrización de unas semanas para los clínicos menos experimentados 	<ul style="list-style-type: none"> • Impresión a las 6 semanas con tejido cicatrizado 	<ul style="list-style-type: none"> • Se aconseja tomar la impresión el mismo día para captar inmediatamente las zonas más profundas porque el tejido rebotará tras la cicatrización
Técnica de impresión/retracción	<ul style="list-style-type: none"> • Doble cordón o teflón para retracción de partes blandas • El teflón servirá además como contraste óptico para la exploración intraoral 	<ul style="list-style-type: none"> • Cordón doble tradicional para retracción de partes blandas 	<ul style="list-style-type: none"> • Electrocauterización • Sin cordones ni cinta para capturar zonas profundas para maximizar el 'ferrule'

	SIN HOMBROS	SIN BORDES	
		Región anterior o zonas estéticas (ejemplo: BOPT)	Dientes comprometidos para ganar 'ferrule' con preparación vertical subgingival profunda
Tejido dental capturado durante la impresión	<ul style="list-style-type: none"> Retracción suave de los tejidos blandos durante la preparación y la impresión no situará el margen a mayor profundidad 	<ul style="list-style-type: none"> La técnica de retracción suave del tejido cicatrizado no captará más profundamente que la zona del surco 	<ul style="list-style-type: none"> Se remueve el tejido supracrestal para exponer áreas para el "ferrule". El epitelio de unión y el hueso pueden capturarse durante la impresión
Colocación de márgenes	<ul style="list-style-type: none"> En el margen visible; si no hay margen visible, se debe profundizar tanto como sea posible, ya que una preparación/impresión suave no captará profundidades arriesgadas 	<ul style="list-style-type: none"> No hay margen visible, por lo que se indica al ceramista que deje el margen en el surco y cree una "prótesis CEJ" similar a la provisional 	<ul style="list-style-type: none"> No hay margen visible, por lo que se indica al ceramista que deje el margen a una distancia mínima de 1 mm del hueso (evitando la unión con el tejido conectivo) al tiempo que maximiza la "ferrule"
Riesgo periodontal	<ul style="list-style-type: none"> Margen dentro del surco o zona de epitelio de unión con riesgo menor 	<ul style="list-style-type: none"> Margen dentro del surco con riesgo menor La preparación inicial es más profunda que el área cubierta por la corona final, lo que aumentará el componente horizontal de la fijación supracrestal, maximizando su estabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> Margen en la zona del epitelio de unión Sólo se utiliza cuando el beneficio de crear una "ferrule" para salvar el diente está equilibrado con los riesgos periodontales y estéticos

BOPT: técnica de preparación de orientación biológica (biologically oriented preparation technique)

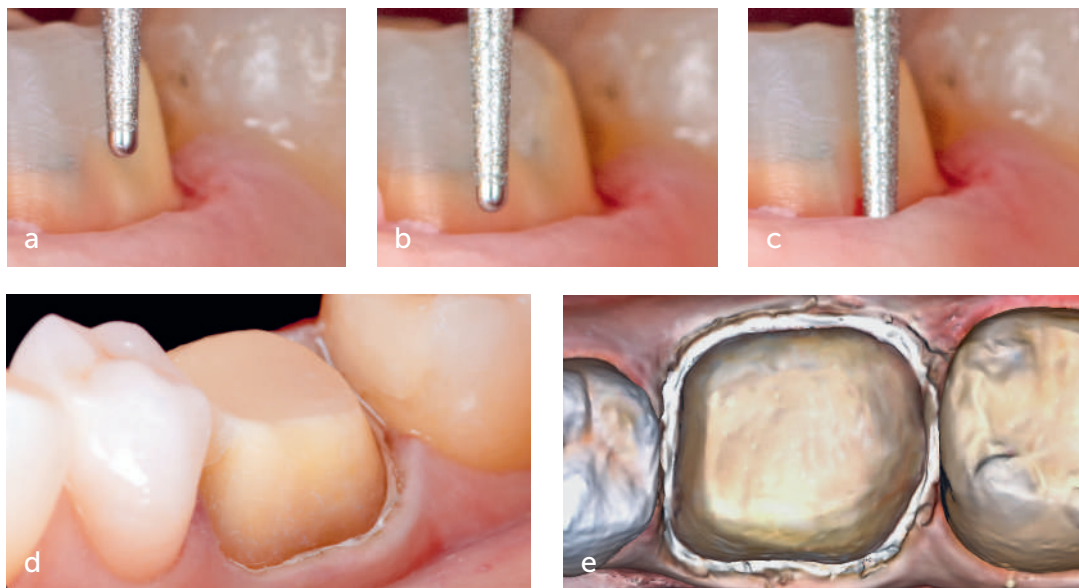


Fig 5 (a - d) Fresa con punta inactiva utilizada en el abordaje "sin hombro" para limitar la profundidad de la preparación, evitar socavaduras y minimizar el traumatismo de los tejidos blandos para permitir impresiones en el mismo día. (e) La cinta de teflón durante la preparación puede limitar la acción de la fresa evitando la fijación supracrestal del tejido conectivo. Mantener la cinta de teflón durante el proceso de exploración intraoral puede ser útil, ya que permite una clara distinción del color para facilitar la colocación del margen.



Fig 6 (a) Situación inicial del diente 34 ampliamente restaurado con esmalte muy limitado en la periferia, con la indicación de una corona resistiva de contorno total. (b y c) Preparación "sin hombros" con una línea de acabado vertical, lista para una impresión digital en el mismo día después de la retracción de los tejidos blandos con la técnica de doble cuerda, dejando el cordón 000 más profundo en el surco. (d) Resultado final 3 años después de la cementación de la corona monolítica teñida de óxido de zirconio.

aunque también se puede utilizar una técnica de doble cordón (Figs. 5 y 6). Este enfoque "sin hombro" más reciente se ha descrito como "vertiprep". Dado que el traumatismo de los tejidos blandos es mínimo, con cierta experiencia se pueden tomar impresiones el mismo día, y el margen resultante no es más profundo que el surco o el epitelio de unión, evitando la adhesión de tejido conectivo²¹ (Figs 2 a 6; Tabla 1). En cuanto al borde marginal, se ha considerado que 0,2 mm es el grosor máximo de la restauración para evitar una respuesta periodontal negativa.²² El enfoque "sin borde" se refiere a la estrategia -propuesta inicialmente por Pollard, Ingraham y Amsterdam, y desarrollada posteriormente por Carnevale y Di Febo²³ - aplicada a los dientes

periodontalmente afectados en los que no existe ningún borde o margen después de la preparación, que también puede caracterizarse como un margen con borde de pluma (Figs 2, 4 y 7; Tabla 1). La acción de una fresa con punta activa regular se utiliza a mayor profundidad que el surco, alcanzando la unión supracrestal del tejido conectivo, cerca del hueso, tanto para el alisado radicular como para el curetaje o gingitaje de los tejidos blandos. Los estudios en animales demuestran que esto da lugar a un epitelio de unión recién formado y cicatrizado en la porción preparada de la raíz a las 3 semanas.²⁴ Loi y Di Felice revisaron la técnica, denominándola técnica de preparación biológicamente orientada (BOPT).²⁵ La técnica hace hincapié no sólo en el

Fig 7 (a) Situación inicial de dos premolares con amplias restauraciones y paredes remanentes finas. (b a e) Preparaciones verticales 'sin bordes' y restauraciones provisionales en el estado inicial y después de 6 semanas de cicatrización. (f) Coronas monolíticas de óxido de zirconio con forma cervical para imitar una 'unión protésica cemento-esmalte' en las zonas vestibulares para estabilizar el nivel gingival. (g) Resultado a los 5 años mostrando un margen de tejido blando estable.





Fig 8 (a) Situación inicial del diente 15 tras la remoción del tejido cariado y no soportado y la reducción vertical de las paredes afinadas. Más de dos tercios de la estructura periférica permanecían por debajo del nivel del ecuador, lo que ofrecía una indicación para una preparación resistiva de contorno total para una corona. La pérdida de estructura vertical profunda condicionaba una "ferrule" adecuada, que estaba ausente en unos dos tercios de la estructura periférica. (b - e) Se realizó una preparación vertical subgingival profunda "sin bordes" para crear un diseño de "ferrule". Se utilizó electrocauterización y pasta de cloruro de aluminio para favorecer el acceso a las zonas preparadas, así como la hemostasia.

engrosamiento del tejido periodontal después de la preparación, sino también en la posibilidad estética de establecer un nuevo contorno cervical protésico final en la raíz preparada, con una forma similar a la de la CEJ. Esto se puede conseguir con una manipulación provisional del contorno de los tejidos blandos, y se recomienda tomar impresiones sólo después de que el tejido haya cicatrizado tras la preparación,

dejando el margen final a una profundidad no superior a la del surco (Fig. 7). Un estudio en humanos de la técnica BOPT descubrió que la histología del tejido recién formado alrededor de la restauración es similar al complejo dentogingival sano.²⁶ Dado que una ventaja importante es el manejo y la estabilidad del nivel de tejido blando, esta técnica está especialmente indicada para dientes anteriores o zonas estéticas que tengan

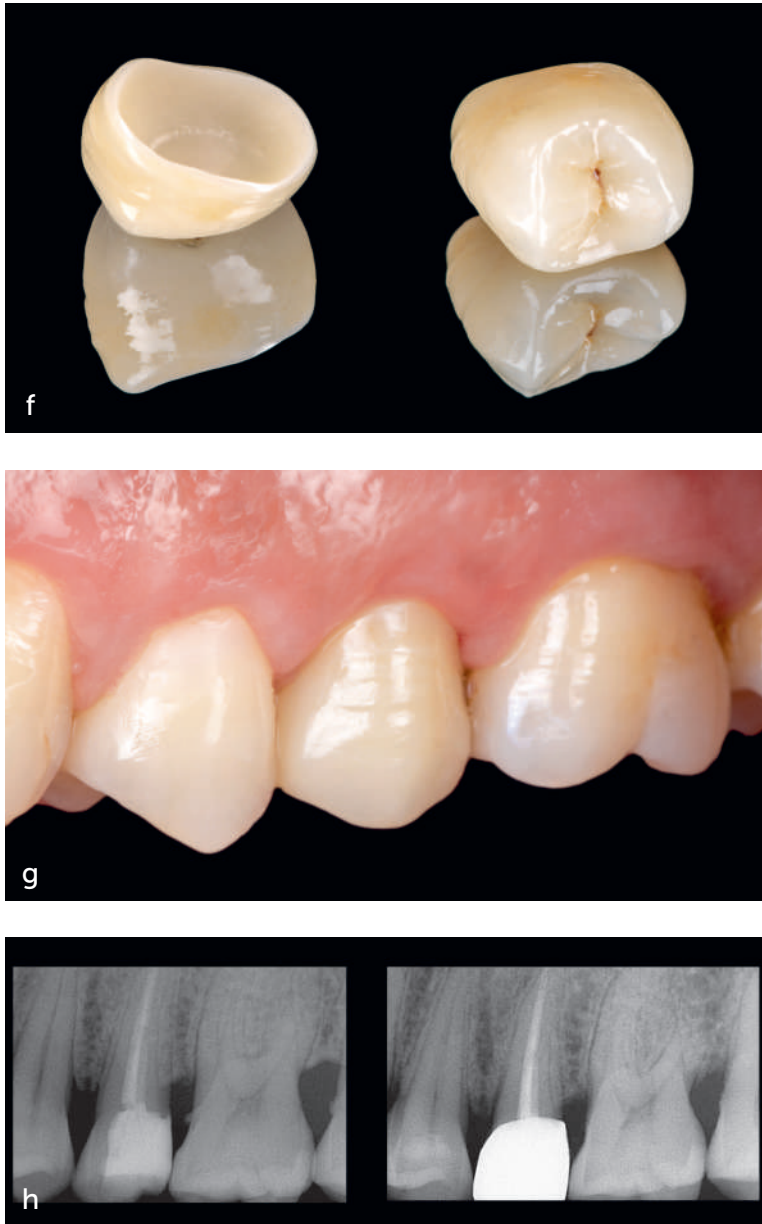


Fig 8 (continuación) (f) Vistas intaglio y oclusal de la corona monolítica de óxido de zirconio teñida con un margen colocado 1 mm coronal a la zona más profunda de la impresión para evitar el pinzamiento supracrestal del tejido conectivo. Además, en todo tipo de preparación vertical, los primeros 0,5 mm del margen deben estar sin esmaltar y pulidos para optimizar la respuesta del tejido blando. (g) Vista vestibular 2 años después de la cementación que muestra un tejido blando marginal estable. (h) Radiografías de la situación inicial (izquierda) y 2 años después de la cementación (derecha) mostrando hueso estable aunque el margen parece estar a nivel del epitelio de unión.

indicación de una corona resistiva de contorno total. Desde la perspectiva de los autores actuales, la técnica "sin bordes" también puede adaptarse para crear una preparación vertical subgingival profunda. Esto puede ser útil en dientes comprometidos, cuando se requiere maximizar el "ferrule" subgingivalmente. En esta técnica, aunque la preparación sea profunda, se realiza la hemostasia con electrocauterio y una pasta o líquido de retracción de cloruro de aluminio para tomar impresiones el mismo día, siempre que sea posible (Fig 8; Tabla 1). El electrocauterio debe utilizarse paralelo al eje del diente para evitar la remoción vertical de tejido blando y permitir un coágulo sanguíneo estable durante la cicatrización para proteger cualquier hueso expuesto, que puede causar molestias significativas. Una buena estrategia de hemostasia permite capturar zonas más profundas de la estructura dental con una impresión analógica o digital y, con una estrecha comunicación con el laboratorio dental, se maneja el nivel marginal para evitar la adhesión supracrestal de tejido conectivo. Esta técnica de preparación vertical subgingival profunda debe limitarse a los casos en los que el riesgo periodontal se equilibra con las opciones adicionales como la extrusión, el alargamiento de corona o incluso la extracción en una decisión clínica basada en el paciente. Los efectos de la colocación marginal en el epitelio de unión pueden ser seguros en algunas situaciones, pero evitar el pinzamiento del tejido conectivo es fundamental para prevenir el daño periodontal²⁷ (Fig. 9). Varios estudios clínicos demuestran que los márgenes de óxido de zirconio con filo de cuchillo o de pluma tienen un rendimiento clínico similar o mejor en comparación con otros tipos de líneas de acabado.^{9-13,28,29} Curiosamente, dos estudios demuestran una estabilidad significativamente mejor de los tejidos blandos de las preparaciones verticales con la técnica BOPT en comparación con los

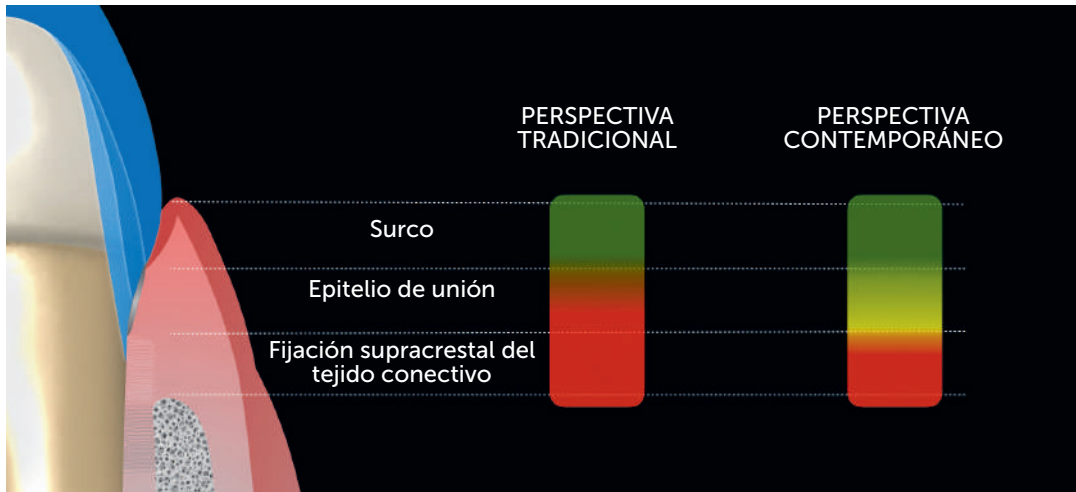


Fig 9 Riesgo potencial de daño periodontal de la colocación marginal en relación con la unidad dentogingival. Un margen colocado sobre el epitelio de unión puede llegar a ser bien tolerado, dependiendo del material utilizado, las dimensiones del hueco marginal y el biotipo gingival.

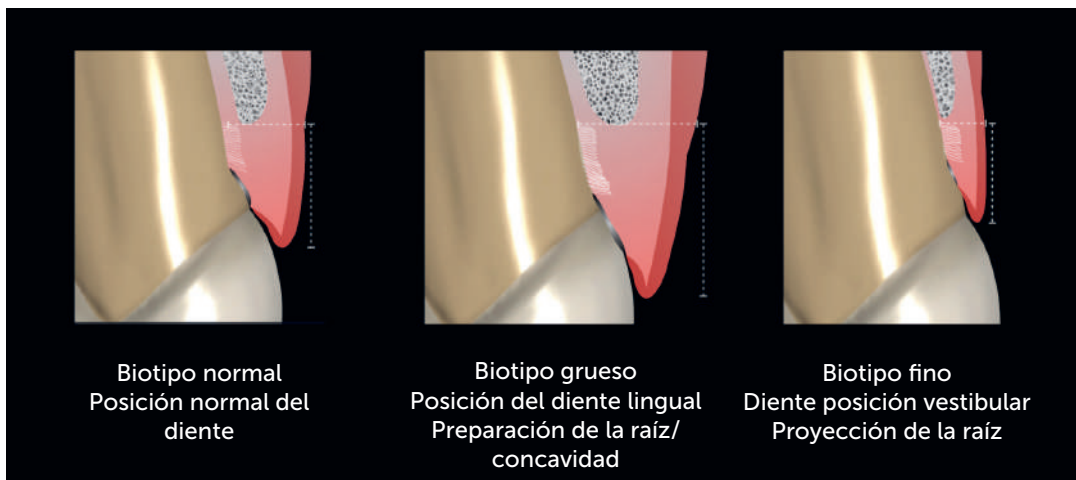


Fig 10 Influencia dinámica de la dimensión horizontal sobre la extensión vertical en la unidad dentogingival y posibles causas (considerando una distancia hueso-CEJ similar).

márgenes de chamfer o de hombro.^{9,13} En preparaciones más profundas como la técnica "sin bordes", la superficie radicular reducida horizontalmente no quedará completamente cubierta por la restauración final. Esto da lugar a unas dimensiones horizontales del tejido blando más gruesas que pueden contribuir a la buena estabilidad del tejido en la unidad dentogingival. Un fenómeno similar de desplazamiento marginal coronal se produce al crear concavidades radiculares para el tratamiento periodontal no quirúrgico.³⁰ El movimiento ortodóncico en dirección lingual también parece aumentar el grosor del tejido blando horizontal vestibular y la migración coronal.³¹ Una

fijación más gruesa del tejido blando parece promover cierta tendencia hacia la migración coronal y viceversa, lo que explica el comportamiento diverso del tejido blando de los diferentes biotipos y posiciones dentales dentro del hueso alveolar.³² Esta dinámica puede explicar cómo las concavidades radiculares, las preparaciones verticales en la raíz y el movimiento ortodóncico lingual reducen la proyección radicular en la unidad dentogingival y aumentan las dimensiones verticales del tejido blando o, al menos, lo hacen más estable (Fig. 10). Los NCCL y los dientes con recesión gingival se benefician especialmente de las preparaciones verticales cuando están indicadas las



Fig 11 (a y b) Situación inicial de los dientes posteriores del primer cuadrante con varios grados de pérdida de tejido. Diente 15 con una lesión cervical no cariosa asociada, decolorada y con una corona antigua de porcelana fundida sobre metal. (c a f) Cirugía plástica periodontal para aumentar el grosor de los tejidos blandos y evitar una mayor recesión sobre la futura corona del diente 15. Preparaciones para recubrimientos parciales adhesivos de disilicato de litio en los dientes 17, 16 y 14, y un monolito resistivo de contorno total. una corona monolítica de óxido de zirconio de contorno completo en el diente 15. (g y h) Resultado final a los 2 años que muestra la estabilidad del tejido periodontal grueso, ofreciendo una mayor protección contra la recesión para el diente 15. La dificultad de hacer coincidir estéticamente las restauraciones adhesivas translúcidas y la corona de óxido de zirconio opaca para ocultar el sustrato oscuro se explica en la Parte I de esta serie de artículos.

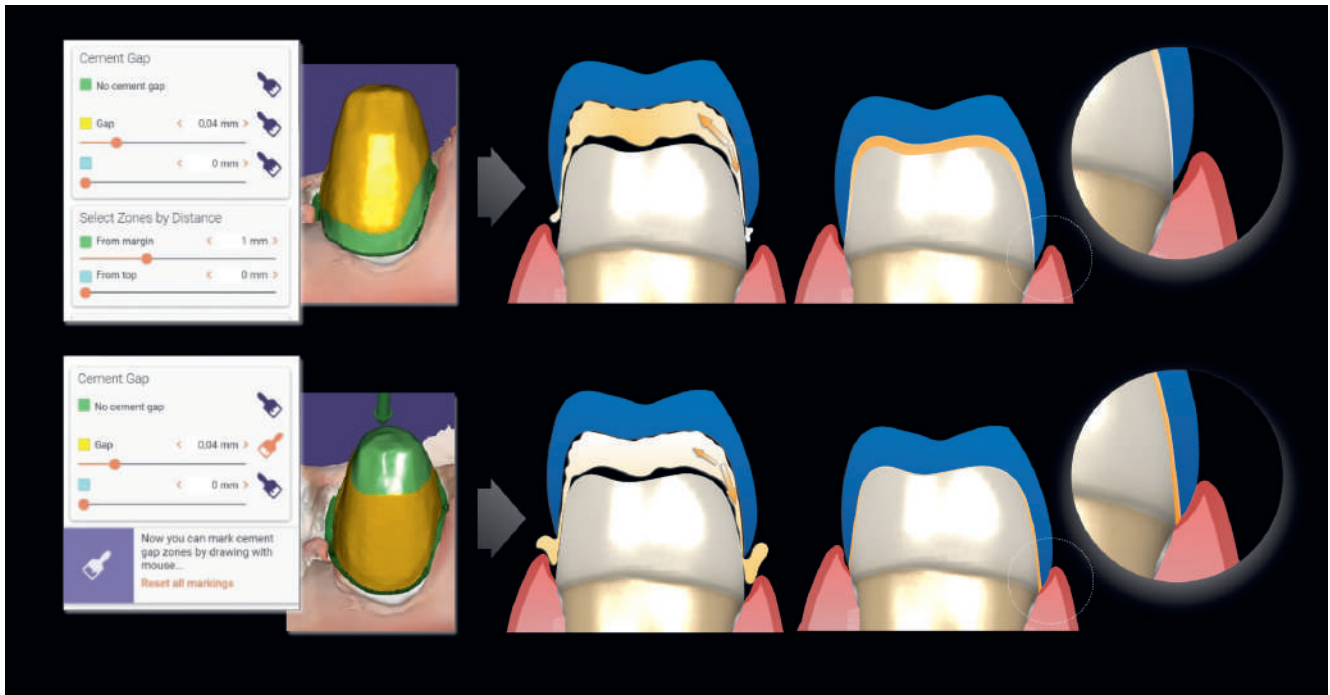


Fig 12 El diseño del hueco de cemento debe ofrecer una zona de escape cervical para permitir un ajuste adecuado y dejar cemento en el hueco inevitable.

Fila superior: El diseño tradicional del hueco de cemento en el software CAD, en el que un espaciador de muñón presente en la zona oclusal impide un escape adecuado. El resultado es una acumulación de cemento hacia la zona oclusal y, por tanto, un asentamiento incompleto, con un hueco en el margen.

Fila inferior: El diseño invertido del espacio de cemento ofrecido en las zonas axiales y en el margen (40 μ m), y no en la zona oclusal, permitirá un escape adecuado y un mejor asiento, y el hueco marginal inevitable se rellenará con cemento.

coronas, ya que se necesita una preparación mínima en la zona afectada. No obstante, lo ideal es que los pacientes con un biotipo periodontal delgado se sometan previamente a una cirugía plástica periodontal para el recubrimiento radicular o, al menos, se engrose el tejido para evitar una mayor pérdida de tejido blando³³ (Fig 11). Independientemente de la técnica utilizada, las zonas subgingivales de la restauración deben presentar óxido de zirconio pulido, no esmaltado, para optimizar el comportamiento de los tejidos blandos (Fig 8c).³⁴

Reducción oclusal

Varios estudios in vitro informan de que un grosor oclusal de sólo 0,5 mm puede tolerar fuerzas oclusales posteriores, especialmente cuando se utiliza óxido de zirconio

monolítico unido adhesivamente de mayor resistencia.^{19,35} Aunque esto puede ser apropiado para situaciones con espacio oclusal reducido, los grosores oclusales de 1 a 1,5 mm son más razonables, seguros y cercanos a las recomendaciones de los fabricantes, ya que ofrecen más libertad para la anatomía oclusal y mayor resistencia; además, minimizan las fracturas cuando se utilizan tipos de óxido de zirconio más translúcidos y menos resistentes y cuando se prefiere la cementación tradicional (Fig. 3).¹⁵

Cementación

Diseño del espacio para el cemento

En la bibliografía se ha prestado muy poca atención al efecto del espacio y la distribución del cemento dentro de la zona preparada y su influencia en el ajuste marginal

y la degradación en diferentes tipos de líneas de acabado. Los pocos estudios existentes no ofrecen conclusiones consensuadas sobre las ventajas relativas de las diferentes líneas de acabado y la distribución del espacio de cemento dentro de la superficie calcográfica. Sin embargo, pueden resumirse algunos principios. El uso de un espaciador de muñón (en el modelo de yeso o durante el proceso de diseño digital) mejorará significativamente el asentamiento de la corona en comparación con la ausencia de espaciador.³⁶ También reducirá la fricción interna, mejorará el escape del cemento, reducirá el grosor de la película de cemento y aumentará la retención de la corona.³⁶ En cuanto a la ubicación del espaciador dentro de la superficie calcográfica de las preparaciones verticales, la zona cercana al margen no debe diseñarse para intentar un ajuste absoluto y un tope cervical estable, como se preconiza en las preparaciones de hombro (Fig 12). Esta es la zona de escape para el cemento que rellenará el inevitable hueco marginal con su mínimo espesor. Por lo tanto, no se deben implementar huecos de cemento de cero en el margen, ya que esto impedirá el asentamiento completo de la corona. Esto ocurre porque el escape de cemento hacia el margen se bloqueará cuando la corona toque por primera vez la preparación en la zona cervical, donde no se observa espacio, provocando un hueco marginal sin cemento.³⁶ Por otro lado, cuando el área marginal es aliviada con un espaciador, y es el área oclusal la que no es aliviada para asegurar un tope estable, esto promoverá un mejor escape de cemento, y se logrará un mejor asentamiento tanto interno como en los márgenes.³⁷ Debido al riesgo de fricción interna, estas estrategias para el alivio interno parecen ser más críticas en las líneas de acabado chamfer y vertical que en los hombros.³⁸ Además, más

importante que aceptar los 120 μm sugeridos en la literatura³⁹ como una discrepancia marginal aceptable es darse cuenta de que un cemento no reabsorbible debe ocupar completamente el hueco inevitable para minimizar las fugas.^{40,41} Asimismo, el hueco marginal debe tener como objetivo ser tan fino como el grosor mínimo de cemento que es clínicamente posible durante la cementación³⁷, que es de alrededor de 25 a 40 μm , dependiendo del cemento utilizado.⁴² En resumen, un espaciador marginal y axial del muñón combinado con la ausencia de espaciador en la zona oclusal permitirá un flujo de cemento más favorable. Esto mejorará el asentamiento y la retención y dejará cemento en el hueco marginal inevitable, que debería tener el mismo espacio que el grosor mínimo de cemento después de la cementación que es clínicamente alcanzable.

Procedimiento clínico de cementación

Aunque tradicionalmente se sabía que el óxido de zirconio tenía una superficie que dificultaba la promoción de la adhesión, la adhesión a largo plazo de resina al óxido de zirconio es ahora una realidad aceptada. El protocolo más estudiado y práctico implica una limpieza adecuada, abrasión con partículas en el aire y aplicación de una imprimación con un monómero de fosfato sobre la superficie intaglio.^{43,44} Esto permite el uso del óxido de zirconio como material adhesivo incluso en restauraciones no retentivas como puentes adhesivos, con resultados aceptables a largo plazo⁴⁵. Sin embargo, para coronas con preparaciones resistivas, el proceso de cementación del óxido de zirconio puede realizarse con cementos de resina autoadhesivos, manteniendo el mismo tratamiento superficial de la superficie intaglio de la restauración pero eliminando el paso del procedimiento adhesivo sobre el sustrato del diente natural. Estos cementos

han ganado popularidad debido a este protocolo simplificado (sin necesidad de precondicionamiento de la dentina), respaldado por una amplia evidencia clínica.⁴⁵ Pueden tener una alta tolerancia a cierto grado de humedad,⁴⁶ por lo que el aislamiento con dique de goma no es obligatorio para preparaciones resistivas como las coronas. Sin embargo, en casos de márgenes subgingivales profundos con superficies húmedas, puede considerarse el uso de un ionómero de vidrio modificado con resina en restauraciones de óxido de zirconio.⁴³ Cabe mencionar que las preparaciones verticales suelen mostrar un rebote del tejido blando durante las semanas que transcurren desde la impresión hasta la cita de colocación debido al aumento del grosor de las dimensiones horizontales del tejido blando, como se ha explicado anteriormente, especialmente si el provisional se deja intencionadamente coronal al margen. Aunque este fenómeno tiene ventajas obvias, el tejido blando puede crear cierta resistencia al ajuste de la corona y causar algunas preocupaciones en cuanto a la remoción del cemento. El ajuste puede realizarse fácilmente con una ligera presión, y la remoción del cemento es similar a la de las coronas tradicionales preparadas horizontalmente con una sonda, seguida del curado final y el control radiográfico.

Estética

El óxido de zirconio monolítico de cobertura total y bien diseñado puede mantener unos resultados estéticos aceptables con un buen procedimiento de tinción para los dientes posteriores.⁴⁷ Sin embargo, en las zonas más expuestas de los dientes posteriores, como los premolares maxilares, algunos pacientes pueden esperar restauraciones más naturales. En este sentido, además del valor, el tono, el croma y la opalescencia, la fluorescencia es especialmente importante en

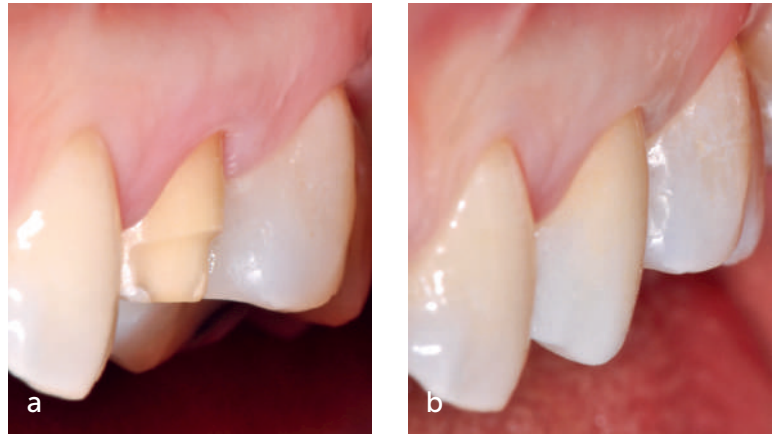


Fig 13 a y b 'Hombro invertido' en la zona vestibular para ofrecer más espacio de restauración, manteniendo al mismo tiempo una conicidad adecuada en la preparación.

sustratos dentales oscuros, ya que puede aumentar el valor sin afectar a la translucidez.⁴⁸ Por lo tanto, es importante que se implementen efectos de fluorescencia en el sistema de óxido de zirconio utilizado, o que se estratifique esmalte fluorescente o cerámica feldespática en la zona vestibular en las zonas estéticas más expuestas. Cuando se opta por un óxido de zirconio de mayor resistencia, suele ser demasiado opaco y puede ser necesario estratificarlo, lo que requiere espacio. Además, cuando se utilizan bloques multicapa, la zona oclusal necesita espacio para que la zona de óxido de zirconio más translúcida cree un efecto estético natural. Sin embargo, el carácter conservador de las preparaciones verticales tiene limitaciones en cuanto al espacio para la estética con el fin de mantener una conicidad adecuada para la resistencia. Para solucionar este problema, algunos autores proponen la preparación de una zona adicional en la superficie vestibular del tercio oclusal, denominada "hombro invertido", con el fin de crear espacio adicional manteniendo la conicidad de la preparación (Fig. 13).²¹ Un estudio demostró que esta modificación de la preparación vertical tiene un comportamiento biomecánico beneficioso *in vitro*.⁴⁹

Conclusiones sobre las restauraciones retentivas de cobertura total dentro del concepto CARES

Después de una cierta pérdida de tejido, el uso de restauraciones adhesivas se vuelve menos predecible y pueden ser necesarias restauraciones retentivas de cobertura total (coronas), como se explica en la Parte I de esta serie de artículos. Estas restauraciones requieren diferentes enfoques en comparación con las restauraciones adhesivas en lo que respecta a la preparación, cementación y elección del material. Por otro lado, también son la última opción de tratamiento en casos extremos en los que el daño tisular es extenso, lo que hace que el uso de formas de preparación resistivas sea especialmente importante.

Cobertura y adherencia:

- La decisión sobre cuándo una restauración debe convertirse en cobertura total, no sólo para evitar la fractura sino también para sujetar físicamente la estructura dental axial, no siempre es lineal, sino que está relacionada con la altura restante del tejido funcional y el esmalte en la periferia del diente.
- Aunque estas restauraciones no necesitan un riguroso acondicionamiento micromecánico de la superficie y un control de la ausencia de humedad, sí se benefician de la adhesión química simplificada que ofrecen los cementos autoadhesivos.

Resistencia:

- Un diseño de "ferrule" en el que la restauración pueda encajar es el principal factor para la supervivencia a largo plazo.
- Cada vez se observan más pruebas sobre el adecuado rendimiento clínico de las coronas con márgenes verticales. Este tipo de preparaciones pueden preservar más estructura dental que los

márgenes horizontales y optimizar la creación de un diseño "ferrule".

- En dientes gravemente comprometidos, puede ser necesario un enfoque interdisciplinario para crear un diseño de "ferrule". El uso de postes no está claramente respaldado por la literatura, pero puede ser beneficioso en algunos casos. Estos temas se tratarán con más detalle en la Parte III de esta serie de artículos.

Estética:

- Los materiales monolíticos de cobertura total deben presentar una estética natural en pacientes más exigentes para las zonas posteriores más expuestas, como los premolares maxilares.
- Puede ser necesaria una elección adecuada de la pastilla, una buena técnica de tinción, materiales fluorescentes y, en algunos casos, estratificación vestibular.

Manejo subgingival:

- Cada vez se observan más pruebas que apoyan el hecho de que los márgenes verticales parecen ofrecer preservación de los tejidos, mejor ajuste marginal cuando se diseña una distribución adecuada del espacio de cemento y, en algunos casos, mayor grosor de los tejidos blandos, así como potencialmente más estabilidad periodontal.
- Las preparaciones verticales, especialmente cuando se planea que los márgenes estén más cerca de la inserción supracrestal, son sensibles a la técnica, y es esencial un diagnóstico, un enfoque del tratamiento y una selección de casos correctos.

Bibliografía

1. Vagropoulou GI, Klifopoulou GL, Vlahou SG, Hirayama H, Michalakis K. Complications and survival rates of inlays and onlays vs complete coverage restorations: a systematic review and analysis of studies. *J Oral Rehabil* 2018;45:903–920.
2. Edelhoff D, Sorensen JA. Tooth structure removal associated with various preparation designs for posterior teeth. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2002;22:241–249.
3. Mante FK, Ozer F, Walter R, et al. The current state of adhesive dentistry: a guide for clinical practice. *Compend Contin Educ Dent* 2013;34(spec 9):2–8.
4. Gurel G, Sesma N, Calamita MA, Coachman C, Morimoto S. Influence of enamel preservation on failure rates of porcelain laminate veneers. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2013;33:31–39.
5. Gracis S, Thompson V, Ferencz J, Silva N, Bonfante E. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont* 2015;28:227–235.
6. Stawarczyk B, Keul C, Eichberger M, Figge D, Edelhoff D, Lümekemann N. Three generations of zirconia: From veneered to monolithic. Part I. *Quintessence Int* 2017;48:369–380.
7. Stawarczyk B, Keul C, Eichberger M, Figge D, Edelhoff D, Lümekemann N. Three generations of zirconia: From veneered to monolithic. Part II. *Quintessence Int* 2017;48:441–450.
8. Gou M, Chen H, Kang J, Wang H. Antagonist enamel wear of tooth-supported monolithic zirconia posterior crowns in vivo: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2019;121:598–603.
9. Agustín-Panadero R, Serra-Pastor B, Loi I, Suárez MJ, Pelaez J, Solá-Ruiz F. Clinical behavior of posterior fixed partial dentures with a biologically oriented preparation technique: a 5-year randomized controlled clinical trial. *J Prosthet Dent* 2021;125: 870–876.
10. Serra-Pastor B, Bustamante-Hernández N, Fons-Font A, Fernanda Solá-Ruiz M, Revilla-León M, Agustín-Panadero R. Periodontal behavior and patient satisfaction of anterior teeth restored with single zirconia crowns using a biologically oriented preparation technique: a 6-year prospective clinical study. *J Clin Med* 2021;10:3482. doi:10.3390/jcm10163482.
11. Scutellà F, Weinstein T, Zucchelli G, Testori T, Del Fabbro M. A retrospective periodontal assessment of 137 teeth after featheredge preparation and gingivitage. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2017;37:791–800.
12. Cagidiaco E, Discepoli N, Goracci C, Carboncini F, Vigolo P, Ferrari M. Randomized clinical trial on single zirconia crowns with feather-edge vs chamfer finish lines: four-year results. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2019;39:817–826.
13. Paniz G, Zarow M, Nart J, et al. Dual-center cross-sectional analysis of periodontal stability around anterior all-ceramic crowns with a feather-edge or chamfer subgingival preparation. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2020;40:499–507.
14. Poggio CE, Dosoli R, Ercoli C. A retrospective analysis of 102 zirconia single crowns with knife-edge margins. *J Prosthet Dent* 2012;107:316–321.
15. Campos F, Valandro LF, Feitosa SA, et al. Adhesive cementation promotes higher fatigue resistance to zirconia crowns. *Oper Dent* 2017;42:215–224.
16. Łabno P, Drobnik K. Comparison of horizontal and vertical methods of teeth preparation for a prosthetic crown. *Pre-Clin Clin Res* 2020;14:25–28.
17. Naumann M, Schmitter M, Frankenberg R, Krastl G. "Ferrule comes first. Post is second!" Fake news and alternative facts? A systematic review. *J Endod* 2018;44:212–219.
18. Juloski J, Radovic I, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Ferrule effect: a literature review. *J Endod* 2012;38: 11–19.
19. Jasim HH, Findakly MB, Mahdi NA, Mutar MT. Effect of reduced occlusal thickness with two margin designs on fracture resistance of monolithic zirconia crowns. *Eur J Dent* 2020;14:245–249.
20. Findakly MB, Jasim HH. Influence of preparation design on fracture resistance of different monolithic zirconia crowns: a comparative study. *J Adv Prosthodont* 2019;11:324–330.
21. Magallanes Ramos R, Clark D, Mazza M, et al. The shoulderless approach a new rationale in prosthetic dentistry. *Tomorrow Tooth J* 2017;1:1–29.
22. Ercoli C, Tarnow D, Poggio CE, et al. The relationships between tooth-supported fixed dental prostheses and restorations and the periodontium. *J Prosthodont* 2021;30:305–317.
23. Amsterdam M. Periodontal prosthesis. Twenty-five years in retrospect. *Alpha Omegean* 1974;67:8–52.
24. Ingraham R, Sochat P, Hansing FJ. Rotary gingival curettage – a technique for tooth preparation and management of the gingival sulcus for impression taking. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1981;1:8–33.
25. Loi I, Di Felice A. Biologically oriented preparation technique (BOPT): a new approach for prosthetic restoration of periodontally healthy teeth. *Eur J Esthet Dent* 2013;8:10–23.
26. Agustín-Panadero R, Martín-de Llano JJ, Fons-Font A, Carda C. Histological study of human periodontal tissue following biologically oriented preparation technique (BOPT). *J Clin Exp Dent* 2020;12:e597–602.
27. Jepsen S, Caton JG, Albandar JM, et al. Periodontal manifestations of systemic diseases and developmental and acquired conditions: Consensus report of workgroup 3 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol* 2018;89(suppl 1): S237–S248.
28. Serra-Pastor B, Loi I, Fons-Font A, Solá-Ruiz MF, Agustín-Panadero R. Periodontal and prosthetic outcomes on teeth prepared with biologically oriented preparation technique: a 4-year follow-up prospective clinical study. *J Prosthodont Res* 2019;63:415–420.
29. Agustín-Panadero R, Serra-Pastor B, Fons-Font A, Solá-Ruiz MF. Prospective clinical study of zirconia full-coverage restorations on teeth prepared with biologically oriented preparation technique on gingival health: results after two-year follow-up. *Oper Dent* 2018;43:482–487.
30. Aimetti M, Romano F, Peccolo DC, Debernardi C. Non-surgical periodontal therapy of shallow gingival recession defects: evaluation of the restorative capacity

of marginal gingiva after 12 months. *J Periodontol* 2005;76:256–261.

31. Wennström JL. Mucogingival considerations in orthodontic treatment. *Semin Orthod* 1996;2:46–54.
32. Lindhe J, Berglundh T, Sculean A, Lang NP. The mucosa at teeth and implants. In: Berglundh T, Gian-nobile WV, Lang NP, Sanz M (eds). *Lindhe's Clinical Periodontology and Implant Dentistry*, ed 7. Oxford: Wiley-Blackwell, 2022:86–101.
33. Cardoso JA, Almeida PJ, Fischer A, Phaxay SL. Clinical decisions for anterior restorations: the concept of restorative volume. *J Esthet Restor Dent* 2012;24:367–383.
34. Al Rezk F, Trimpou G, Lauer HC, Weigl P, Krockow N. Response of soft tissue to different abutment materials with different surface topographies: a review of the literature. *Gen Dent* 2018;66:18–25.
35. Tekin YH, Hayran Y. Fracture resistance and marginal fit of the zirconia crowns with varied occlusal thickness. *J Adv Prosthodont* 2020;12:283–290.
36. Pilo R, Cardash HS, Baharav H, Helft M. Incomplete seating of cemented crowns: a literature review. *J Prosthet Dent* 1988;59:429–433.
37. Saber FS, Abolfazli N, Mahboub F, Razavi FE. The effect of occlusal surface relief of dies on marginal adaptation of metal-ceramic casting copings. *J Prosthodont* 2013;22:287–291.
38. Neman V, Akulwar R, Meshram S. The effect of various finish line configurations on the marginal seal and occlusal discrepancy of cast full crowns after cementation – an in-vitro study. *J Clin Diagn Res* 2015;9:ZC18–ZC21.
39. McLean JW, Von F. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J* 1971;131:107–111.
40. Cristian AC, Jeanette L, Francisco MR, Guillermo P. Correlation between microleakage and absolute marginal discrepancy in zirconia crowns cemented with four resin luting cements: an in vitro study. *Int J Dent* 2016;2016:8084505. doi:10.1155/2016/8084505.
41. Rossetti PH, do Valle AL, de Carvalho RM, De Goes MF, Pegoraro LF. Correlation between margin fit and microleakage in complete crowns cemented with three luting agents. *J Appl Oral Sci* 2008;16:64–69.
42. Bagheri R. Film thickness and flow properties of resin-based cements at different temperatures. *J Dent (Shiraz)* 2013;14:57–63.
43. Blatz MB, Vonderheide M, Conejo J. The effect of resin bonding on long-term success of high-strength ceramics. *J Dent Res* 2018;97:132–139.
44. Yang L, Chen B, Xie H, Chen Y, Chen Y, Chen C. Durability of resin bonding to zirconia using products containing 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phos-

phate. *J Adhes Dent* 2018;20:279–287.

45. Quigley NP, Loo DSS, Choy C, Ha WN. Clinical efficacy of methods for bonding to zirconia: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2021;125:231–240.
46. Guarda GB, Gonçalves LS, Correr AB, Moraes RR, Sinhorett MA, Correr-Sobrinho L. Luting glass ceramic restorations using a self-adhesive resin cement under different dentin conditions. *J Appl Oral Sci* 2010;18:244–248.
47. Tabatabaian F. Color aspect of monolithic zirconia restorations: a review of the literature. *J Prosthodont* 2019;28:276–287.
48. Kim HK. Optical and mechanical properties of highly translucent dental zirconia. *Mater (Basel)* 2020;13:3395. doi:10.3390/ma13153395.
49. Abdulazeez MI, Majeed MA. Fracture strength of monolithic zirconia crowns with modified vertical preparation: a comparative in vitro study. *Eur J Dent* 2022;16:209–214.

Note: The references were reduced for editing purposes. Please contact the corresponding author for the full list of references.