

### [Resumen]

La tecnología CAD/CAM ofrece la posibilidad de llevar a cabo restauraciones computerizadas y de trabajarlas con precisión mediante fresadoras y recortadoras automáticas.

Esta tecnología se ha ido consolidando en las cerámicas. En el mercado aparecen resinas que se pueden trabajar empleando menos tiempo y esfuerzo gracias a la tecnología CAD/CAM.

Para ello es necesario readaptar muchos parámetros. En este estudio se comprueba la influencia de la superficie de sección transversal de los conectores sobre la carga de rotura de prótesis provisionales de tres piezas.

### Palabras clave

Prótesis provisionales. Prótesis provisionales de larga duración. Resinas CAD/CAM. Puentes de PMMA. Carga de rotura. Superficie de sección transversal de conectores.

(Quintessenz Zahntech. 2010;36(7):9222-928)

## Influencia de la superficie de sección transversal de los conectores sobre la carga de rotura de prótesis provisionales de tres piezas

### Un nuevo método de toma de impresión

**Bogna Stawarczyk, Andreas Ender, Albert Trottman y Christoph Hans Franz Hämmerle**

En tanto que solución intermedia hasta la incorporación de la prótesis dental definitiva, una prótesis provisional restablece la forma original del diente, a fin de garantizar las funciones masticatorias y del habla<sup>8</sup>. En cada restauración de gran tamaño, tras la preparación de la sustancia dental se requiere una prótesis provisional, dado que un tratamiento mediante prótesis dental fija suele extenderse durante varias sesiones de tratamiento. Es preciso cubrir la sustancia dental tallada, a fin de proteger la lesión en la dentina contra estímulos térmicos, químicos y bacterianos<sup>9</sup>. Además, las restauraciones provisionales tienen un cometido de profilaxis estructural, consistente en conservar, proteger y restablecer un estado sano de todo el tejido duro y blando existente<sup>10,11</sup>.

De ahí que las propiedades mecánicas de las resinas provisionales empleadas desempeñen un papel determinante. Las prótesis provisionales convencionales son confecciona-

### Introducción



Fig. 1. Un modelo de acero con muñones preparados de un diente 5 y de un diente 7.

das por el odontólogo en la consulta (prótesis provisional directa) o en el laboratorio por el protésico dental (prótesis provisional a modo de cáscara de huevo) y a continuación son rebasadas por el odontólogo. Recientemente se han comercializado resinas CAD/CAM a partir de las cuales mediante una máquina CAD/CAM se talla la reconstrucción. Para la técnica CAD/CAM, las resinas provisionales se encuentran ya en estado polimerizado (pieza bruta). Las piezas brutas son de fabricación industrial. Esto significa que la estructura y las características se pueden definir y controlar mejor. Se elimina así la posibilidad de fallos en el laboratorio o en la consulta durante la polimerización. El contenido en moléculas de monómero sin transformar, el llamado contenido residual de monómero, es escaso. De este modo, ni el protésico dental en el laboratorio ni el odontólogo o el paciente en la consulta tienen que preocuparse de los monómeros. Así se minimiza el peligro de aparición de alergias durante el procesamiento de estas resinas. También la resistencia a la abrasión de las resinas polimerizadas industrialmente es superior a la de las resinas polimerizadas manualmente<sup>5</sup>.

Los valores iniciales de carga de rotura de las prótesis provisionales CAD/CAM son superiores en comparación con las prótesis provisionales directas<sup>6,7</sup>. Se sitúan en el rango de las fuerzas masticatorias promedio<sup>2</sup>. Incluso en comparación con otros materiales, como cerámicas vítreas, las resinas CAD/CAM se sitúan en torno a una tercera parte por encima en cuanto a la carga de rotura<sup>4</sup>. Además, los valores de carga de rotura de las resinas indicadas para la tecnología CAD/CAM son los que permanecen más estables durante el envejecimiento artificial. Si bien las cargas de rotura de las prótesis provisionales a modo de cáscara de huevo se sitúan en el mismo rango de valores que artBloc Temp, en su caso la carga de rotura disminuye continuamente con el envejecimiento. También las prótesis provisionales directas realizadas en resinas PMMA ven reducida su carga de rotura con el paso del tiempo<sup>3</sup>. Así pues, con las nuevas resinas de alto rendimiento CAD/CAM existe la posibilidad de confeccionar prótesis provisionales de larga duración.

### Planteamiento del problema

Una prótesis provisional debe asumir temporalmente la función de la restauración dental definitiva. El diseño de las estructuras CAD/CAM debe ser optimizado en primer lugar para la utilización de la prótesis provisional de larga duración y debe ser adaptado al procesamiento CAD/CAM.

El objetivo del presente estudio era alcanzar la máxima carga de rotura con una superficie de sección transversal de conectores satisfactoria estética y clínicamente. Con este estudio se pretende mostrar al usuario la influencia que ejerce la superficie de sección transversal de los conectores sobre la carga de rotura total, y se pretende determinar la superficie mínima que todavía se encuentre en el rango de la fuerza masticatoria máxima promedio. Para la comparación se confeccionan prótesis provisionales directas de una resina UDMA con idénticas superficies de sección transversal de los conectores.

### Método

Para la confección de las estructuras se utilizó un modelo de acero con muñones preparados de los dientes 4 y 6 (fig. 1). Los muñones del modelo eran axialmente simétricos y presentaban un diámetro a la altura del hombro de 7 mm (diente 4) y 8 mm (diente 6). Los muñones fueron diseñados como cilindros de acero con extremos de montaje esféricos, hombro circular de 1 mm de ancho y preparación cónica de 6°. La altura de los muñones era de 5 mm. Los muñones se colocaron con sus raíces en un blo-

# INVESTIGACIÓN

## PRÓTESIS PROVISIONALES

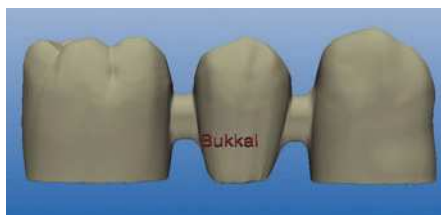


Fig. 2. Un puente con una superficie de sección transversal de los conectores de 6 mm<sup>2</sup>.

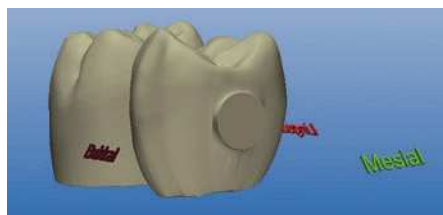


Fig. 3. Una superficie de sección transversal de los conectores de 6 mm<sup>2</sup>.

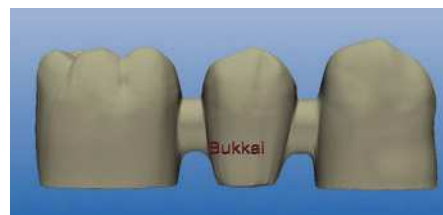


Fig. 4. Un puente con una superficie de sección transversal de los conectores de 9 mm<sup>2</sup>.

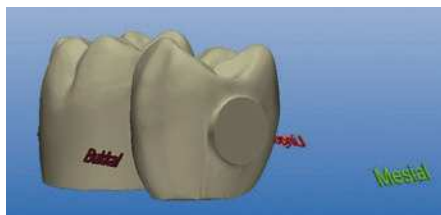


Fig. 5. Una superficie de sección transversal de los conectores de 9 mm<sup>2</sup>.



Fig. 6. Un puente con una superficie de sección transversal de los conectores de 12 mm<sup>2</sup>.

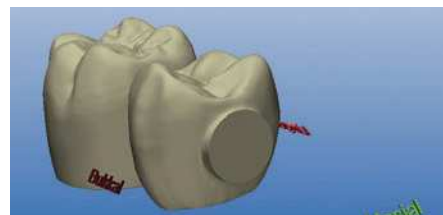


Fig. 7. Una superficie de sección transversal de los conectores de 12 mm<sup>2</sup>.



Fig. 8. Un puente con una superficie de sección transversal de los conectores de 16 mm<sup>2</sup>.

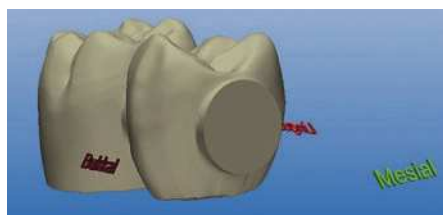


Fig. 9. Una superficie de sección transversal de los conectores de 16 mm<sup>2</sup>.



Fig. 10. Una pieza en bruto CAD/CAM artBloc-Temp.

que de aluminio, de modo que los ejes de rotación de ambos mostraran una distancia de 16,5 mm. El alojamiento en el bloque se llevó a cabo con un retén de goma de 0,75 mm de grosor para simular la movilidad propia de los dientes naturales en el periodonto<sup>1</sup>.

El estudio se llevó a cabo con la resina CAD/CAM (artBloc Temp, Merz Dental, Lütjenburg, Alemania) y la resina UDMA para prótesis provisionales directas (CronMix K, Merz Dental). Se confeccionaron en total 60 puentes por resina, con cuatro secciones transversales de conector distintas. La geometría de conector fue propuesta por el software y se determinó la superficie de sección transversal. La superficie de sección transversal de las cuatro series se fijó en 6 mm<sup>2</sup>, 9 mm<sup>2</sup>, 12 mm<sup>2</sup> y 16 mm<sup>2</sup> (figs. 2 a 9).

La construcción de los cuerpos de ensayo se correspondía con un puente de tres piezas anatómico de características clínicas, desde el primer premolar al primer molar. Las secciones transversales de los conectores presentaban una forma circular. La confección de las estructuras CAD/CAM se llevó a cabo con el sistema Cerec 3D (Sirona Dental Systems, Bensheim, Alemania).

El modelo de preparación fue captado con la cámara Cerec 3D (unidad de captación Cerec 3D SN 24883, Sirona Dental Systems) y la estructura del puente se diseñó mediante el software CAD/CAM (inLab Software 3.10, Sirona Dental Systems). Las superficies de sección transversal de los conectores se fijaron a ambos lados en 6 mm<sup>2</sup>, y posteriormente en 9 mm<sup>2</sup>, 12 mm<sup>2</sup> y 16 mm<sup>2</sup>. A continuación se tallaron los puentes



Fig. 11. El tallado de una prótesis provisional CAD/CAM.



Fig. 12. Puentes artBloc-Temp de tres piezas sometidos a ensayo con distintas secciones transversales de los conectores.



Fig. 13. Un puente artBloc-Temp sobre el modelo de ensayo.



Fig. 14. La disposición del ensayo para determinar la carga de rotura de las prótesis provisionales de tres piezas.

a partir de piezas en bruto de PMMA artBloc Temp (fig. 10) en una unidad de tallado inLab MCXL (inLab MCXL, SN 101385, Sirona Dental Systems) (fig. 11). Cada serie constó de 15 puentes.

Los cuatro puentes tallados con las distintas superficies de sección transversal se muestran en la figura 12. A la izquierda puede verse el puente con la superficie de sección transversal más pequeña de 6 mm<sup>2</sup>, a continuación las de 9 mm<sup>2</sup>, 12 mm<sup>2</sup>, y a la derecha el puente con la mayor superficie de sección transversal, la de 16 mm<sup>2</sup>.

Para establecer los datos comparativos, se confeccionaron mediante el método de inyección 15 prótesis provisionales directas de forma idéntica por cada superficie de sección transversal de conector.

Para ello, las cuatro prótesis provisionales CAD/CAM con distintas superficies de sección transversal de conectores se duplicaron en sendas cubetas empleando una silicona A (Dublisil 30, Dreve, Unna, Alemania) (fig. 6). Se inyectó la resina UDMA para prótesis provisionales directas (resina autopolimerizable CronMix K, Merz Dental) en los espacios huecos del molde de duplicado. La polimerización se realizó siguiendo las indicaciones del fabricante.

A continuación se determinó la carga de rotura de las estructuras. Para ello se posicionó la estructura sin cementar sobre los muñones del modelo de ensayo (fig. 13) y se colocó una bola de acero con un diámetro de 5 mm sobre la superficie oclusal del pónico.

# INVESTIGACIÓN

## PRÓTESIS PROVISIONALES

En una máquina universal para ensayos (Zwick Z010, Zwick, Ulm, Alemania) se cargó la bola de acero mediante un punzón cilíndrico con una superficie frontal  $d = 5 \text{ mm}$  hasta que se fracturó el puente (fig. 14). La velocidad de avance fue de  $1 \text{ mm/min}$ . Una lámina de teflón doblemente plegada ( $0,2 \text{ mm}$ ) entre la bola de acero y el puente garantizó una distribución homogénea de la carga sobre la pieza del puente. La valoración estadística de los valores de carga de rotura se realizó con ONE WAY ANOVA, efectuándose a continuación un test de Scheffé post-hoc (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EE. UU.). El nivel de significación se estableció en  $p < 0,05$ .

Los valores de carga de rotura más bajos, de  $357,1 \pm 28,3 \text{ N}$ , fueron registrados por puentes con la menor sección transversal de conectores ( $6 \text{ mm}^2$ ) (tabla 1). Una superficie de sección transversal de  $9 \text{ mm}^2$  en puentes provisionales de tres piezas de artBloc Temp arrojó un valor promedio de la carga de rotura de  $528,3 \pm 58,5 \text{ N}$ . Con una superficie de sección transversal de  $12 \text{ mm}^2$  se midieron cargas de rotura de  $616,0 \pm 36,1 \text{ Nm}$ , y para  $16 \text{ mm}^2$ , de  $782,9 \pm 62,8 \text{ N}$ . En síntesis, puede formularse la afirmación de que los valores de carga de rotura se incrementan en proporción a la superficie de sección transversal de los conectores.

La prótesis provisional directa alcanza con todas las superficies de sección transversal de los conectores unos valores de carga de rotura significativamente más bajos que la prótesis provisional CAD/CAM.

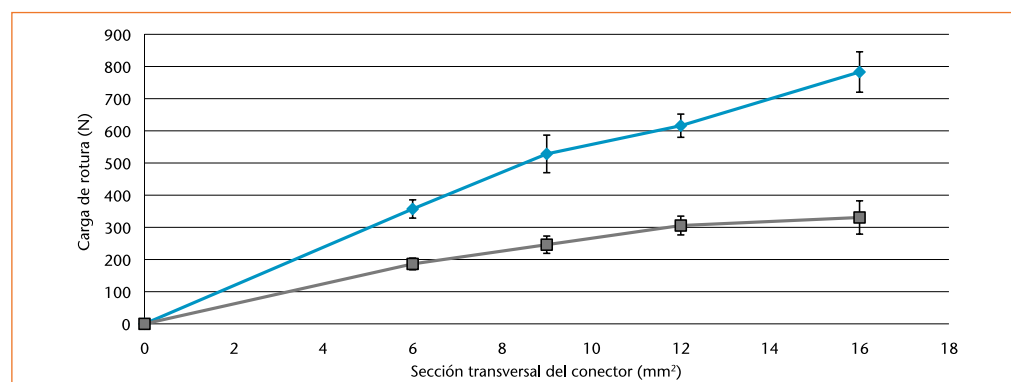
Los valores de carga de rotura de las prótesis provisionales directas ensayadas, así como los de las prótesis provisionales CAD/CAM, se muestran en la figura 15.

En todos los cuerpos de ensayo se observó durante la medición la formación de una fisura desde el pónico hacia el conector (fig. 16).

### Resultados

**Tabla 1.** Vista de conjunto de las series sometidas a ensayo

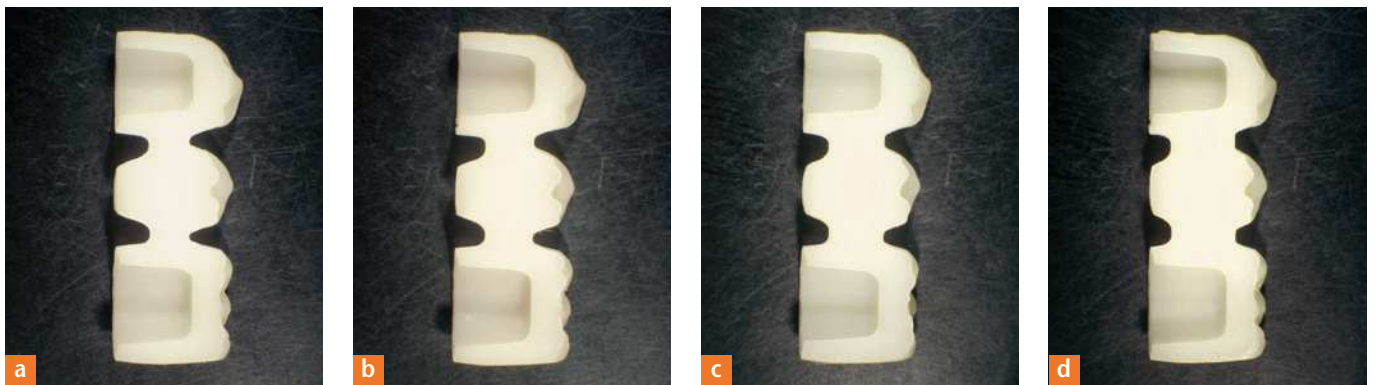
Serie	Sección transversal del conector	Cargas de rotura (N) prótesis provisional CAD/CAM	Carga de rotura (N) prótesis provisional directa
1. Serie	$6 \text{ mm}^2$	$357,1 \pm 28,3$	$186,8 \pm 15,7$
2. Serie	$9 \text{ mm}^2$	$528,3 \pm 58,5$	$245,9 \pm 28,0$
3. Serie	$12 \text{ mm}^2$	$616,0 \pm 36,1$	$308,9 \pm 29,0$
4. Serie	$16 \text{ mm}^2$	$782,9 \pm 62,8$	$328,8 \pm 54,5$



**Fig. 15.** Las cargas de rotura de las prótesis provisionales de tres piezas en función de la sección transversal del conector.



Fig. 16. Una típica fractura de los puentes.



Figs. 17a a 17d. Imágenes al microscopio óptico de los puentes sometidos a ensayo.

Tras el ensayo de carga de rotura, se cortaron por la mitad los puentes con las distintas superficies de sección transversal de conectores y se fotografiaron bajo el microscopio óptico. Las imágenes se muestran en las figuras 17a a 17d.

**Discusión** El promedio de las fuerzas masticatorias en la región molar se sitúa en 400 N<sup>2</sup>. Todos los valores de carga de rotura máximos aquí medidos de las prótesis provisionales CAD/CAM se situaron muy por encima de dicho valor a partir de la sección transversal de conector de 9 mm<sup>2</sup>. Los valores de carga de rotura de las series CAD/CAM presentaron una dispersión muy reducida de los valores. Esto es atribuible a la fabricación industrial y por consiguiente controlada, y sobre todo a la polimerización de las piezas en bruto. La prótesis provisional directa de CronMix K registra, incluso con una superficie de sección transversal de conectores de 16 mm<sup>2</sup>, unos valores de carga de rotura por debajo de las fuerzas masticatorias promedio máximas de 400 N. Así pues, sobre la base de este ensayo in vitro puede afirmarse que la prótesis provisional CAD/CAM, con sus valores de carga de rotura significativamente mayores incluso con superficies de sección transversal de conectores más pequeñas, está indicada como prótesis provisional de larga duración. Estudios anteriores demuestran que el envejecimiento artificial de las prótesis provisionales CAD/CAM no ejerce influencia alguna sobre la carga de rotura, mientras que en las resinas polimerizadas manualmente es de esperar primero una polimerización posterior y a continuación una disminución significativa de la carga de rotura<sup>3</sup>. Los resultados reflejan el perfeccionamiento de las resinas provisionales llevado a cabo por la industria odontológica. Los resultados referentes a la carga de rotura de los ma-

# INVESTIGACIÓN

## PRÓTESIS PROVISIONALES

teriales estudiados muestran la superioridad de los materiales modernos polimerizados industrialmente, y por consiguiente estandarizados, sobre las prótesis provisionales directas autopolimerizables.

En el software InLab, el usuario puede determinar libremente la superficie de sección transversal de los conectores de puentes. En prótesis provisionales de larga duración de tres piezas, según este estudio es recomendable una superficie de sección transversal de los conectores de 9 mm<sup>2</sup> como mínimo. De este modo, en condiciones normales el puente es capaz de soportar sin problemas las fuerzas masticatorias promedio de 400 N en la región molar.

Las prótesis provisionales directas convencionales no alcanzan las fuerzas masticatorias promedio ni tan siquiera con una superficie de sección transversal de los conectores de 16 mm<sup>2</sup>.

Los autores agradecen a la empresa Merz Dental, Lütjeburg, Alemania, por haber facilitado los materiales.

1. Filser F, Kocher P, Weibel F, Lüthy H, Schärer P, Gauckler LJ. Zuverlässigkeit und Festigkeit vollkeramischen Zahnersatzes hergestellt im DCM-Verfahren. Int J Computer Dent 2001;4:89-106.
2. Helkimo E, Carlson GE, Helkimo M. Bite force and state dentition. Acta Odont Scand 1976;35:297-303.
3. Stawarczyk B, Ender A, Trottmann A, Hämmerle CHF, Fischer J. Einfluss der künstlichen Alterung auf die Bruchlast konventionell oder mittels CAD/CAM hergestellter Brücken-Provisorien. Quintessenz Zahntechnik 2009;35:320-328.
4. Stawarczyk B, Jahn D, Fischer J, Hämmerle CHF. Vergleichende Bruchlastuntersuchungen dreigliedriger Brücken. Welche Kräfte halten unsere Werkstoffe aus? Quintessenz Zahntechnik 2009;35:78-86.
5. Stawarczyk B, Schmutz F, Fischer J, Hämmerle CHF. Abrasionsbeständigkeit provisorischer Kunststoffe. Sind CAD/CAM-Kunststoffe abrasionsbeständiger? Quintessenz Zahntechnik, im Druck.
6. Stawarczyk B, Trottmann A, Fischer J. Bruchlast konventionell oder mittels CAD/CAM hergestellter Brücken-Provisorien. Quintessenz Zahntechnik 2008;34:412-421.
7. Stawarczyk B, Trottmann A, Fischer J. Vergleichende Bruchlastuntersuchung von dreigliedrigen Provisorien. Dig Dent News 2008;2:6-13.
8. Vahidi F. The provisional restoration. Dent Clin North Am 1987;31:363-381.
9. Wirz J, Bangert R, Jäger K. Kronen- und Brückenprovisorien Teil 1: Anforderungen. Quintessenz 1992;43:1297-1305.
10. Wirz J, Nigg N, Schmidli F. Moderne Provisorienkunststoffe Teil 1: Materialübersicht und Untersuchungsmethoden. Quintessenz 1995;46:83-91.
11. Wirz J, Nigg N, Schmidli F. Moderne Provisorienkunststoffe Teil 2: Resultate und Diskussion. Quintessenz 1992;46:245-255.

Dipl.-Ing. (FH) Bogna Stawarczyk, MSc.  
Klinik für Kronen- und Brückenprothetik, Teilprothetik und zahnärztliche Materialkunde.  
Correo electrónico: Bogna.Stawarczyk@zzmk.uzh.ch

Dr. med. dent. Andreas Ender.  
Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie.

ZT Albert Trottmann, Prof. Dr. med. dent. Christoph Hans Franz Hämmerle.  
Klinik für Kronen- und Brückenprothetik, Teilprothetik und zahnärztliche Materialkunde.

Todos:  
Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Zürich.  
Plattenstrasse 11, 8032 Zürich, Suiza.

### Conclusiones

### Agradecimientos

### Bibliografía

### Correspondencia