

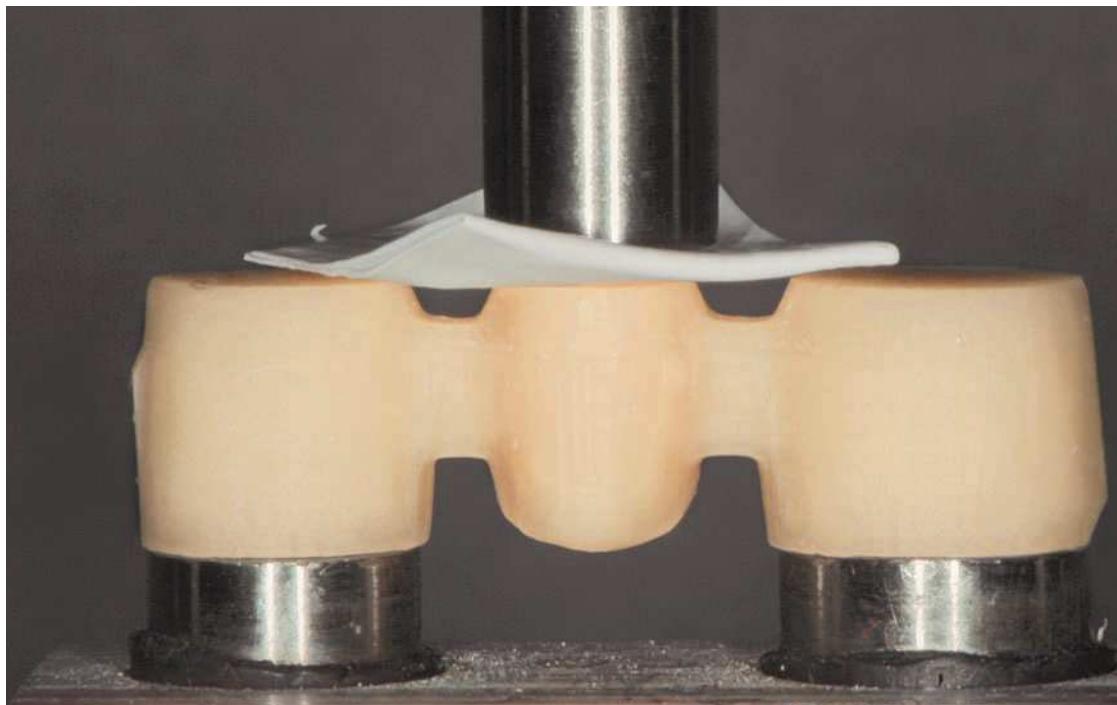
[Resumen]

La tecnología CAD/CAM ofrece la posibilidad de llevar a cabo restauraciones computerizadas y de trabajarlas con precisión mediante fresadoras y recortadoras automáticas. La tecnología se ha ido consolidando en las cerámicas. En el mercado aparecen nuevos materiales que se pueden trabajar empleando menos tiempo y esfuerzo gracias a esta tecnología. En este estudio se compara la carga de rotura de las estructuras provisionales de los puentes realizados mecánicamente a base de resina con prótesis provisionales a modo de cáscara de huevo y prótesis provisionales directas.

Palabras clave

Prótesis provisionales.
Tratamiento temporal. Resinas CAD/CAM. Puentes de PMMA. Carga de rotura.

(Quintessenz Zahntech.
2008;34(4):412-21)



Carga de rotura convencional o mediante puentes provisionales fabricados mediante tecnología CAD/CAM

Bogna Stawarczyk, Albert Trottman y Jens Fischer

Introducción

Las prótesis provisionales deben cumplir requisitos muy exigentes en todo lo que atañe al diagnóstico, la terapia y la funcionalidad. De esta manera, los tratamientos provisionales no se emplean para restaurar los dientes que faltan, sino más bien para mantener, proteger y transferir a un estado sano todo el tejido duro y blando existente, a modo de prevención estructural^{20,21}.

El aparato provisional reproduce la forma original del diente. Es una solución provisional que se emplea hasta la incorporación de la prótesis definitiva, a fin de garantizar las funciones masticatorias y del habla¹⁶. Los dientes pilares se deben fijar a los antagonistas dentro de la hilera en su situación topográfica. Debido a que a menudo el tratamiento con prótesis fija se alarga durante varias sesiones, la sustancia dental limada se debe cubrir para proteger la cavidad contra estímulos térmicos, químicos y bacteriales¹⁹.

El aparato provisional forma parte de la terapia protésica. El cierre marginal exacto del aparato provisional es muy importante para tener éxito posteriormente, del

INVESTIGACIÓN PRÓTESIS PROVISIONALES

el mismo modo que lo es el tratamiento definitivo, pues hay que evitar las caries, recesiones y gingivitis^{8,18}. Por eso, el aparato provisional se debe contornear y acabar con exactitud^{3,9,10}.

Con las prótesis provisionales se puede determinar el color, la forma, la oclusión y el equilibrio articular y muscular incluso antes de la fabricación de la prótesis definitiva. Para aquellos pacientes exigentes con la estética, sobre todo para las restauraciones en el puente de dientes frontales, se pueden tener en cuenta todos estos puntos durante la fabricación del aparato provisional. De esta manera se consigue una estética diferenciada y un sistema de control que previenen de la decepción al paciente, al protésico dental y al dentista. La estética tiene un papel cada vez más importante en la sociedad actual porque las personas van dando mayor importancia a su apariencia exterior.

Las prótesis provisionales se fabrican principalmente con resina. Las resinas son sintéticas, macromoleculares, pero principalmente materiales orgánicos. Las macromoléculas (polímeros) se producen por la polimerización (policondensación o poliadición) de pequeñas moléculas reactivas (monómeros). La combinación de estos polímeros con otros materiales orgánicos o inorgánicos produce una gran variedad de materiales con las propiedades más diversas adaptadas a todas las aplicaciones. Las resinas para prótesis provisionales se dividen en tres grandes grupos^{13,17}:

- Sistemas de polvo-líquido basados en polimetacrilato de metilo y metacrilato de metilo: el polvo de los polimetacrilatos de metilo (PMMA) fotopolimerizado se mezcla y enlaza con el monómero líquido (MMA).
- Acrilatos de elevado peso molecular: preparados de polvo-líquido autopolimerizables a base de monómeros con elevado peso molecular, por ejemplo, las mezclas de polvo de polimetacrilato de metilo (PEMA) y líquido de metacrilato de iso-butilo.
- Preparados a base de diacrilato: se utilizan monómeros, como el metacrilato glicidil bisfenol A (BisGMA), dimetacrilato de uretano (UDMA), trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA) y similares, además de rellenos inorgánicos u orgánicos. Todos ellos son los llamados composites.

Las adiciones convencionales, como los catalizadores, inhibidores, copolímeros, como-nómeros, ablandadores, reticulantes, aceleradores y absorbentes de UV, proporcionan a los diferentes productos el comportamiento químico y físico necesario y facilitan el uso en los procesos de elaboración directos e indirectos^{11,12}.

Para la técnica CAD/CAM estos materiales se encuentran ya fotopolimerizados (pieza bruta). Las piezas brutas son de fabricación industrial. Esto significa que la estructura y las características se pueden definir mejor. Los fallos ocurridos en el laboratorio o en la consulta durante la polimerización quedan excluidos. El contenido de las moléculas de monómero sin transformar, el llamado contenido residual de monómero, es escaso.

CAD (Computer Aided Design) significa diseñar por ordenador una restauración dental, y CAM (Computer Aided Manufacturing) es la fabricación de una prótesis a través del fresado y limado automatizado. El sistema CAD/CAM Cerec se puede aplicar tanto chairside (en la consulta) como labside (en el laboratorio).

Con el proceso chairside se efectúa una medición intraoral de la preparación y se fabrica y coloca inmediatamente la restauración. De esta manera no es necesario llevar a cabo

INVESTIGACIÓN

PRÓTESIS PROVISIONALES

la impresión habitual. El aparato provisional se puede limar y colocar finalmente en el paciente en la consulta del dentista.

Con el proceso labside se efectúa un escaneo extraoral. El facultativo realiza una impresión de la situación dental. El protésico dental la cuela con yeso y la escanea. El registro elaborado se envía a la recortadora. A continuación, el protésico puede individualizar manualmente el aparato provisional¹.

El proceso de asistencia computerizada es un reto para crear con precisión la forma tridimensional del muñón preparado con el fin de obtener una restauración con una forma congruente¹⁴. Mediante el uso de la compilación digital y el tratamiento de datos este proceso se convierte en una automatización de gran alcance en el proceso de fabricación. En el caso ideal todas las fases de la producción, es decir, el registro de datos 3D, la generación del registro, el tratamiento del registro y el fresado, transcurren automáticamente en la fresadora CNC (Computerized Numerical Control). La tecnología CAD/CAM se está imponiendo cada vez más porque facilita las fases del trabajo y porque la calidad de los materiales se puede estandarizar. Mientras tanto, existe un gran número de sistemas, componentes y piezas brutas para la fabricación de prótesis. En pocos minutos se pueden producir prótesis provisionales de bajo coste.

Planteamiento del problema De las tareas y requisitos mencionados se deduce que el aparato provisional adopta temporalmente la función de la prótesis definitiva. Se trata de una valiosa y exigente medida odontológica, aunque esté temporalmente limitada. De esta manera, para la idoneidad clínica de estos materiales se deben valorar especialmente las propiedades fisicoquímicas. Entre ellas se encuentra la carga de rotura. Una alta carga de rotura es un requisito especial para la durabilidad de los puentes, especialmente para los puentes provisionales.

El objetivo del presente estudio es comparar la carga de rotura de un puente trabajado en una pieza bruta mediante el proceso CAD/CAM y la carga de rotura de prótesis provisionales directas fabricadas con el método tradicional y prótesis provisionales rebasadas a modo de cáscara de huevo.

Método Para la fabricación de armazones se utilizó un modelo de acero con muñones preparados del diente 5 y 7 (fig. 1). Los muñones del modelo eran de simetría rotativa y presentaban un diámetro a la altura del hombro de 7 mm (diente 5) y 8 mm (diente 7). 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 bloque de aluminio, de modo que los ejes de rotación de ambos mostraran una distancia de 16,5 mm. El alojamiento en bloque se llevó a cabo con un retén de goma de 0,75 mm de grosor para simular la movilidad individual de los dientes naturales en el periodonto⁵.

La fabricación de armazones CAD/CAM se llevó a cabo con el sistema Cerec inLab. Una vez en el soporte, el puente maestro se fijó con ScanWax (Sirona, Bensheim) y se colocó en la unidad de tallado (Cerec inLab, Sirona). El puente maestro se escaneó seis veces en la unidad de tallado con un escáner de láser de punto. El armazón rotaba 72° antes de cada escaneo con el fin de registrar toda su superficie exterior e interior. Con los datos obtenidos y mediante el wax-up (inLab 3D, Software V. 3.03, Sirona) se generó una

INVESTIGACIÓN PRÓTESIS PROVISIONALES

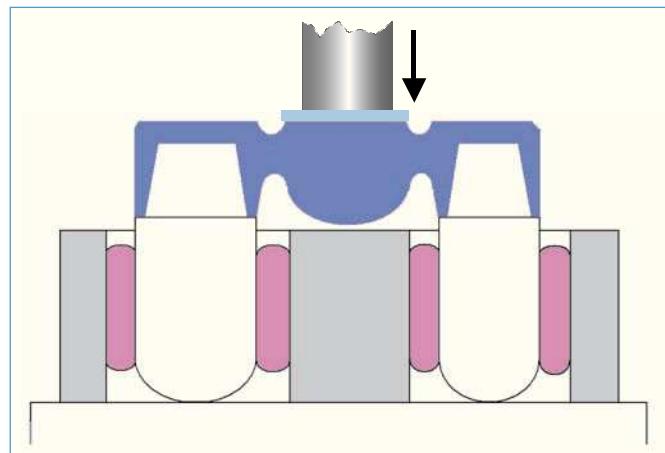
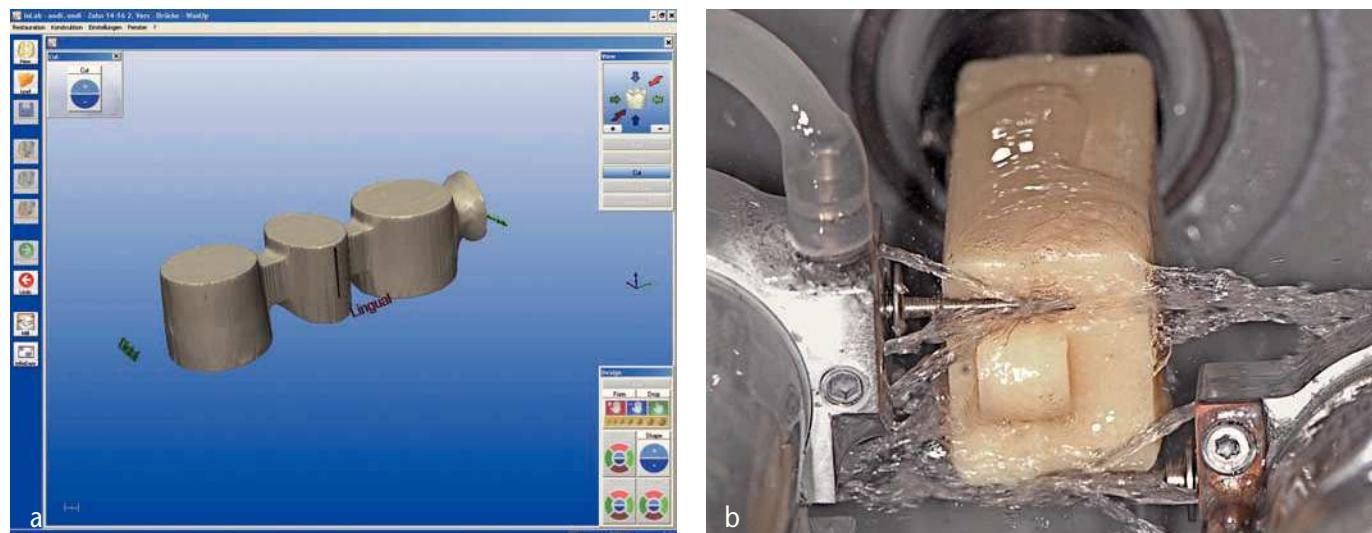


Fig. 1. Dibujo del modelo.



Figs. 2a y 2b. La construcción del armazón: a) el puente construido con Cerec; b) el tallado del puente.

pieza con la forma idéntica (fig. 2a) y a continuación se talló en la unidad de tallado inLab (fig. 2b).

Se comprobaron dos resinas CAD/CAM, una termopolimerizada PMMA (ArtBloc Temp, Merz Dental, Lütjenburg) (fig. 3) y un composite microrrellenado (CADTemp, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen) (fig. 4) con 15 piezas de prueba por serie.

La construcción de las piezas de prueba correspondió a un puente de tres piezas desde el segundo premolar al segundo molar. La sección del elemento de unión era rectangular y tenía una superficie aproximada de $7,4 \text{ mm}^2$ (fig. 5). El espesor de las coronas era de 0,9 mm.

Para establecer los datos comparativos, mediante el proceso de proyección de agua se fabricaron 15 prótesis provisionales fieles a la forma por cada proceso de fabricación (prótesis provisional directa y prótesis provisional a modo de cáscara de huevo).

El puente maestro se duplicó en una cubeta con silicona A (DUBLISIL 30, Dreve, Unna) (fig. 6). Los vacíos del modelo de duplicación se rociaron con la resina correspondiente

INVESTIGACIÓN PRÓTESIS PROVISIONALES

Fig. 3. artBloc Temp como pieza bruta y una vez tallado.

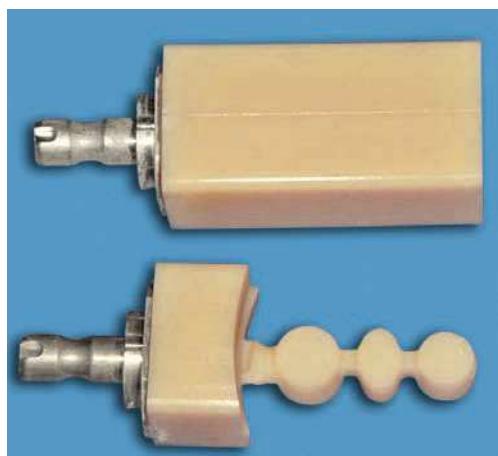


Fig. 4. CADTemp como pieza bruta y una vez tallado.

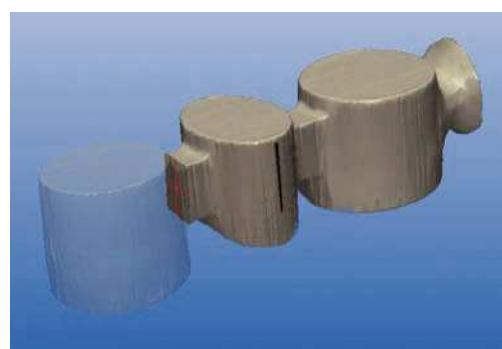


Fig. 5. Las medidas del elemento de unión (ancho 2,3 mm, alto 3,2 mm).



Fig. 6. El modelo de duplicación para la fabricación de la prótesis provisional directa.

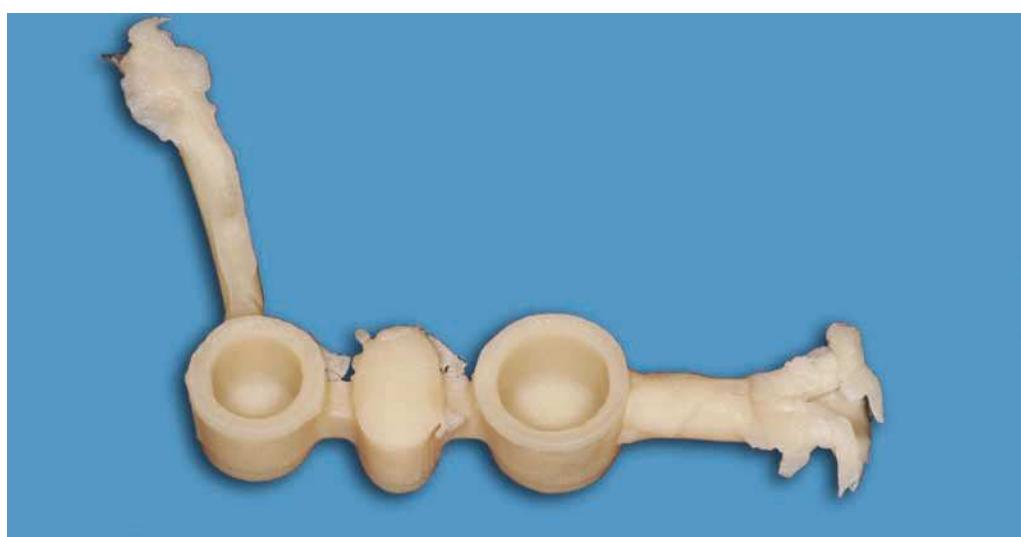


Fig. 7. Armazón de puente rociado en integral esthetic press.

para la cáscara de huevo (resina autopolimerizable PMMA, integral esthetic press, Merz Dental) y la prótesis provisional directa (resina autopolimerizable bis-acryl, CronMix K, Merz Dental). La polimerización se realizó siguiendo las indicaciones del fabricante. Para trabajar de manera análoga a la clínica, durante la fabricación de las prótesis provisionales a modo de cáscara de huevo los puentes rociados (fig. 7) se tallaron por

INVESTIGACIÓN PRÓTESIS PROVISIONALES

Técnica de procedimiento	Material
Prótesis provisionales CAD/CAM	ArtBloc Temp (Merz Dental, Lütjenburg) CADTemp (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen)
Prótesis provisional directa	CronMix K (Merz Dental, Lütjenburg)
Prótesis provisional a modo de cáscara de huevo	Integral esthetic press (Merz Dental, Lütjenburg) con Temp2000 (Kerr, Rastatt)

Tabla 1. Técnica de procedimiento y materiales de las prótesis provisionales estudiadas

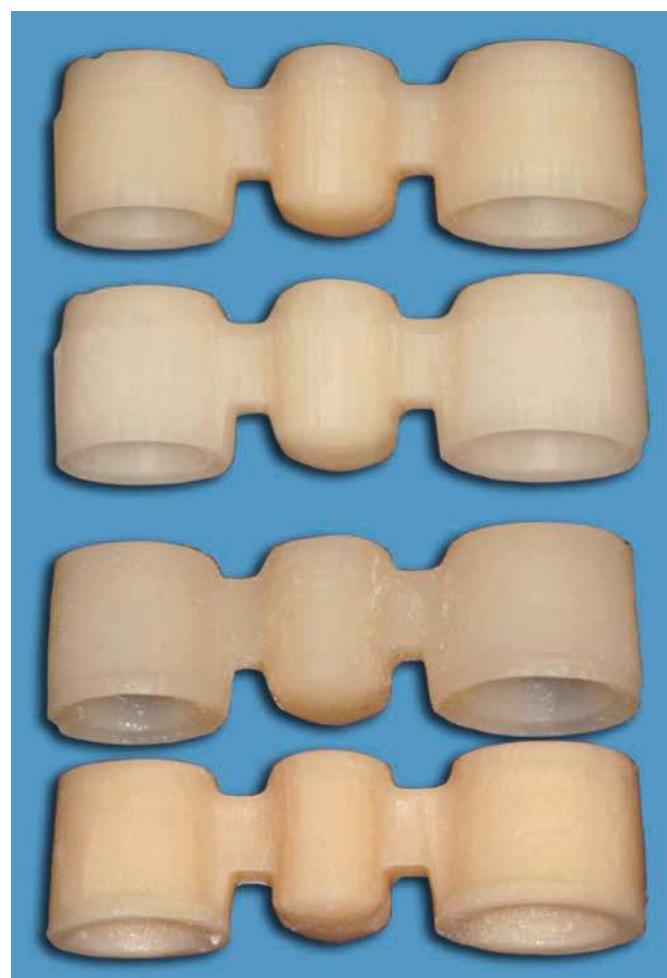


Fig. 8. Resumen de todas las prótesis provisionales (de arriba a abajo: artBloc Temp, CAD-Temp, CronMix K, integral esthetic press con Temp2000).

las superficies interiores de las coronas con una fresa de silicona de tallado cruzado de 0,2 mm y posteriormente se rebasaron sobre un modelo de yeso con una resina auto-polimerizable PMMA (Temp 2000, Kerr, Rastatt). La tabla 1 ofrece un resumen de los materiales probados y su técnica de fabricación. En la figura 8 aparece un ejemplo de cada uno de los puentes fieles a la forma.

Inmediatamente después de la fabricación de los armazones se efectuó la prueba de carga de rotura. El armazón se posicionó sin cementar sobre los hombros del modelo de prueba y se forzó hasta romper en una máquina universal para ensayos (Zwick, Ulm)

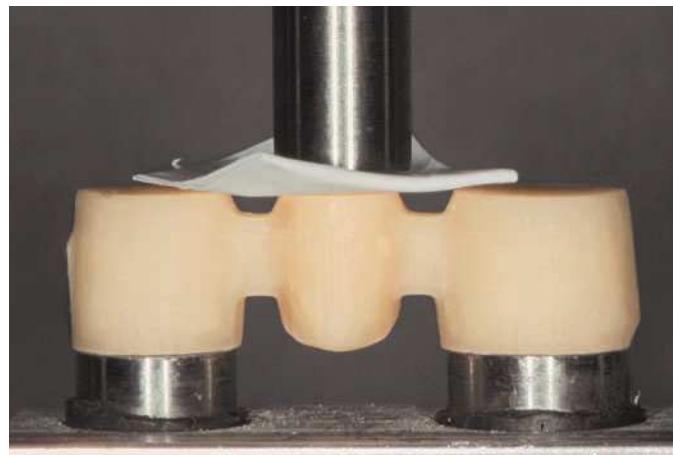


Fig. 9. Prótesis provisional de resina en el aparato para ensayos.

con la superficie frontal ($d = 5$ mm) de un punzón cilíndrico. La velocidad de avance fue de 1 mm/min. Se colocó una doble capa de teflón doblada (0,2 mm) entre el punzón y el puente para procurar una distribución homogénea de la carga sobre la pieza del puente (fig. 9).

La valoración estadística sobre las diferencias significativas ($p < 0,05$) se realizó con ONE WAY ANOVA, efectuándose a continuación un test de Scheffe post-hoc (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EE. UU.). Para comprobar la fiabilidad de los materiales se llevó a cabo una estadística de Weibull.

Resultados

Las fuerzas máximas obtenidas en las prótesis provisionales comprobadas alcanzaron el valor medio de $354,7 \pm 40,1$ N para las prótesis provisionales a modo de cáscara de huevo y de $335,4 \pm 45,3$ N para los puentes realizados por CAD/CAM en artBlocTemp. Las diferencias no tuvieron importancia para la estadística ($p = 0,586$). En el rango inmediatamente inferior se encontró el aparato provisional CAD/CAM de CADTemp con $288,9 \pm 30,2$ N. Este valor fue considerablemente mayor ($p = 0,000$) que la carga de rotura de la prótesis provisional directa de CronMix K ($180,4 \pm 33,7$ N).

En el diagrama de caja (fig. 10) se representan las medianas y la distribución de los valores de medición. Las medianas fueron de 345,6 N para artBlocTemp y 341,9 N para la prótesis provisional a modo de cáscara de huevo, muy parecidas entre sí. La mediana para CADTemp fue de 299,1 N y para CronMix K de 182,8 N. En el grupo de las prótesis provisionales a modo de cáscara de huevo se encontró un valor extraño situado en el área de resistencia (un círculo pequeño en el diagrama) que excedió claramente los valores de carga de rotura. Llama la atención la escasa dispersión de los valores de medición que se representan en la estadística de Weibull (fig. 11). La dispersión de la correlación registrada entre la probabilidad de rotura calculada y la carga de rotura medida ofrece una afirmación sobre la fiabilidad del material. Cuanto más inclinada esté la curva, más fiable es el material. La curva de la prótesis provisional a modo de cáscara de huevo (en amarillo) se comporta de manera atípica al mostrar un recorrido empinado en la parte inferior y plano en la parte superior.

En todas las piezas de prueba de todos los grupos se observó durante la medición la formación de una fisura en el pónico hacia el elemento de unión (fig. 12).

INVESTIGACIÓN PRÓTESIS PROVISIONALES

Fig. 10. Diagrama de caja de las cargas de rotura.

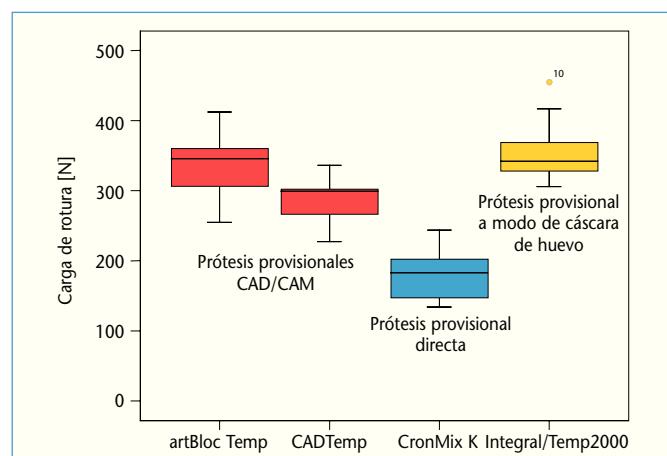


Fig. 11. Estadística de Weibull de las cargas de rotura de prótesis provisionales de tres piezas.

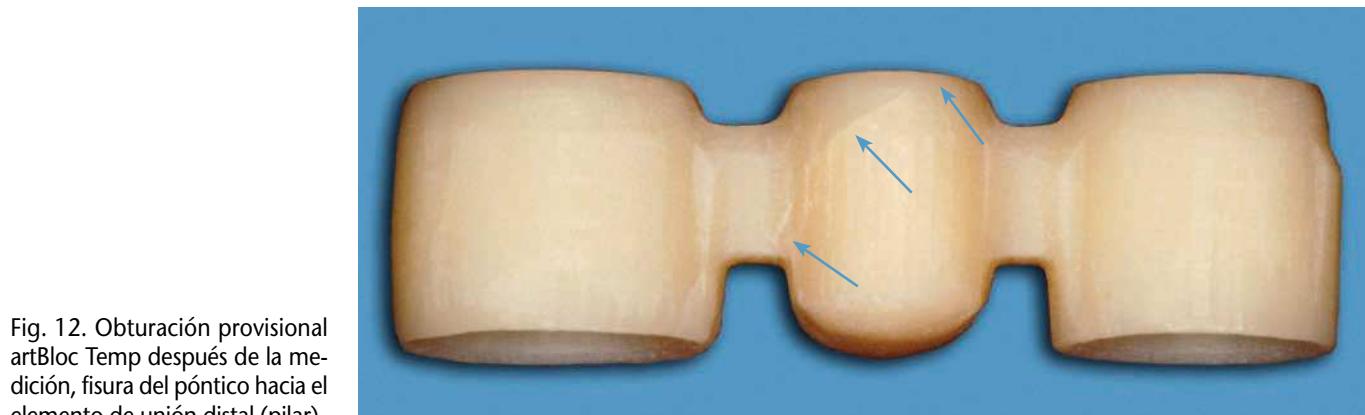
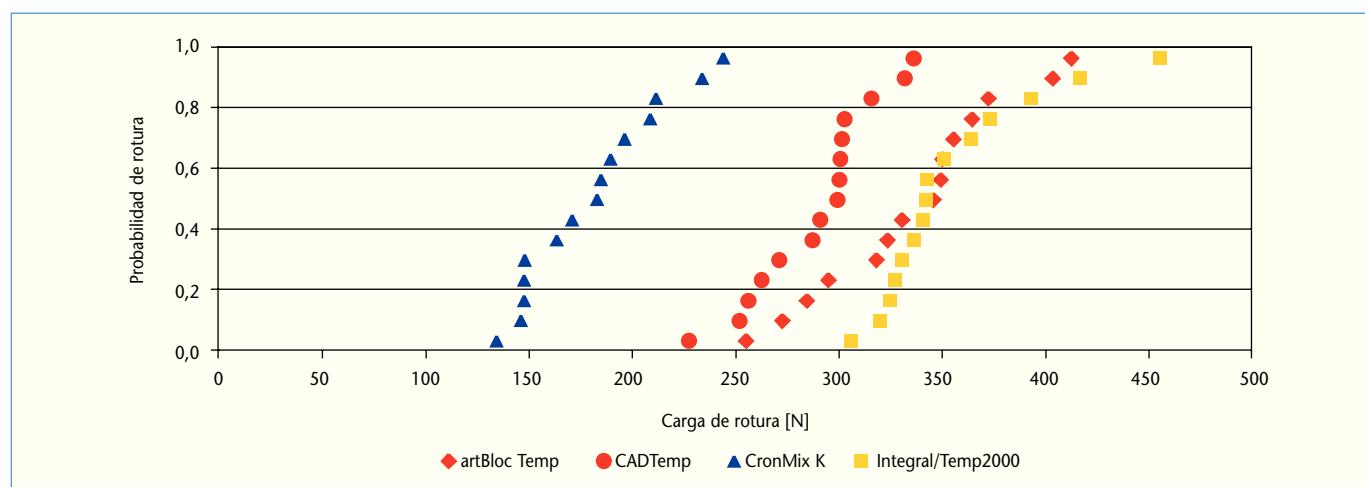


Fig. 12. Obturación provisional artBloc Temp después de la medición, fisura del póngico hacia el elemento de unión distal (pilar).

Las fuerzas masticatorias en la región molar se establecen con un promedio de 400 N⁷. Todas las fuerzas máximas medidas en el presente estudio se situaron por debajo de las fuerzas masticatorias promedio. La prótesis provisional a modo de cáscara de huevo y las prótesis provisionales extraídas de las piezas brutas artBlocTemp alcanzaron con

Discusión

INVESTIGACIÓN PRÓTESIS PROVISIONALES

valores aislados los 400 N. Los valores de la prótesis provisional directa se situaron muy por debajo. Como las prótesis provisionales sólo se pueden cargar por un tiempo limitado se puede considerar este hecho como poco relevante.

Puesto que las piezas de prueba se midieron inmediatamente después de la fabricación, el valor de carga de rotura de la resina autopolimerizable CronMix K puede aumentar teóricamente por la polimerización posterior en la boca del paciente. La polimerización posterior de las resinas impide el descenso de la resistencia debido a la retención de agua^{2,13}. En la práctica esto quiere decir que el paciente debe evitar cargar la prótesis temporal al principio de usarla, pues ésta debe todavía terminar de endurecerse⁶.

En la cavidad bucal la carga de rotura de un puente temporal puede verse influida por otros factores, como el diseño de los puentes, el tipo de preparación de los dientes pilares, la cementación, la oclusión, el envejecimiento, las parafunciones, la inclinación de los ejes dentales, etc. La presión de la restauración durante la masticación está determinada por la conjunción de diferentes fuerzas de carga¹⁵.

Los grupos de materiales estudiados reflejan el perfeccionamiento de las resinas provisionales llevado a cabo por la industria odontológica. Los resultados referentes a la carga de rotura de los materiales estudiados muestran el predominio de los materiales industriales modernos y estandarizados a base de resinas polimerizables frente a las prótesis provisionales directas autopolimerizables. La carga de rotura de una prótesis provisional a modo de cáscara de huevo se encuentra en el rango de la carga de rotura de piezas brutas de fabricación industrial de las que se puede tallar en pocos minutos el aparato provisional.

Por eso, las prótesis provisionales realizadas por CAD/CAM se muestran como una alternativa a las prótesis provisionales a modo de cáscara de huevo y a las prótesis provisionales de fabricación directa.

Conclusiones

La carga de rotura de prótesis provisionales fabricadas por CAD/CAM con artBloc Temp es desde el punto de vista estadístico igual que la carga de rotura de las prótesis provisionales a modo de cáscara de huevo rebasadas con Temp2000 en integral esthetic press. El aparato provisional fabricado por CAD/CAM en piezas brutas de CADTemp, así como la ya certificada prótesis provisional directa de CronMix K, alcanzan valores mucho menores a la hora de realizar el dimensionamiento fiel a la forma.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Dr. A. Ender, Estación para restauraciones por ordenador (Prof. Dr. W. Mörmann) de la Clínica de medicina preventiva, Parodontología y Cariología, Centro de tratamiento dental, bucal y maxilofacial de la Universidad de Zúrich para el estudio de las aplicaciones del software y hardware Cerec. Los autores agradecen a la empresa Merz Dental, Lütjenburg, por haber facilitado los materiales y por el apoyo financiero.

Bibliografía

1. Böhm U. CAD/CAM contra Gießen. Quintessenz Zahntech 2002;28:114-120.
2. Borchers L, Jung T. Werkstoffkundliche Untersuchungen an Materialien für Kronen und Brücken. Dtsch Zahnärztl Z 1984;39:757-760.
3. Bral M. Periodontal considerations for provisional restorations. Dent Clin North Am 1989;33:457-477.
4. Dylina TJ, Rutherford D. A fast and efficient method for cast core provisional restoration of anterior teeth. J Prosthet Dent 1995;74:319-320.

INVESTIGACIÓN PRÓTESIS PROVISIONALES

5. 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.
6. Gausmann M, Keller P, Wöstmann B, Ferger P. Bruchfestigkeit und Reparaturfähigkeit chemisch unterschiedlicher temporärer Kronen und Brückenmaterialien. *Zahnärztl Welt* 1999;108:720-724.
7. Helkimo E, Carlson GE, Helkimo M. Bite force and state dentition. *Acta Odont Scand* 1976;35:297-303.
8. Koumjian JH, Holmes JB. Marginal accuracy of provisional restorative materials. *J Prosthet Dent* 1990;63:639-642.
9. Liebenberg WH. Reducing marginal flash in the fabrication of direct provisional restorations: A new technique using light-cured resin and transparent silicone. *J Rest Dent* 1995;61:708-712.
10. Monday JJL, Blais D. Marginal adaptation of provisional acrylic resin crowns. *J Prosthet Dent* 1985;54:194-197.
11. Pfeiffer P, Schwickerath H. Provisorische Kronen- und Brückenmaterialien. *Dtsch Zahnärztl Z* 1988;43:552-557.
12. Rawls HR, Grenier RJ, Smid J, Cabasso I. Thermomechanical investigation of poly(methylmethacrylate) containing an organobismuth radiopacifying additive. *J Biomed Mater Res* 1996;31:339-343.
13. Rzanny A, Welker D, Göbel R. Werkstoffkundlicher Vergleich temporärer K&B-Kunststoffe. *Phillip J* 1996;13:Sonderdruck,Heft 11-12.
14. Schmidt A, Michael W, Böning K. CAD/CAM/CIM-Systeme in der restaurativen Zahnmedizin, *Quintessenz* 1998;49:1111-1122.
15. Seaton P. Mechanics of tensile and shear stress generation partial denture retainers. *J Prosthet Dent* 1994;71:237-244.
16. Vahidi F. The provisional restoration. *Dent Clin North Am* 1987;31:363-381.
17. Welker D. Kunststoffe für die temporäre Versorgung. In: Meiners H, Lehmann KM. *Klinische Materialkunde für Zahnärzte*. München/Wien: Hanser, 1998;325-335.
18. Wirz J, Bangert R, Jäger K. Kronen- und Brückenprovisorien Teil 3: Provisorienkunststoffe und ihre Eigenschaften. *Quintessenz* 1992;43:1647-1661.
19. Wirz J, Bangert R, Jäger K. Kronen- und Brückenprovisorien Teil 1: Anforderungen. *Quintessenz* 1992;43:1297-1305.
20. Wirz J, Nigg N, Schmidli F. Moderne Provisorienkunststoffe Teil 1: Materialübersicht und Untersuchungsmethoden. *Quintessenz* 1995;46:83-91.
21. Wirz J, Nigg N, Schmidli F. Moderne Provisorienkunststoffe Teil 2: Resultate und Diskussion. *Quintessenz* 1992;46:245-255.

Bogna Stawarczyk, Dipl.-Ing. (FH),

Correspondencia

Albert Trottmann, ZT, y Jens Fischer, PD Dr. med. dent. Dr. rer. nat.

Klinik für Kronen- und Brückenprothetik, Teilprothetik und zahnärztliche Materialkunde, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Zürich, Plattenstrasse 11, 8032 Zürich, Suiza.

Correo electrónico: bogna.stawarczyk@zzmk.uzh.ch