

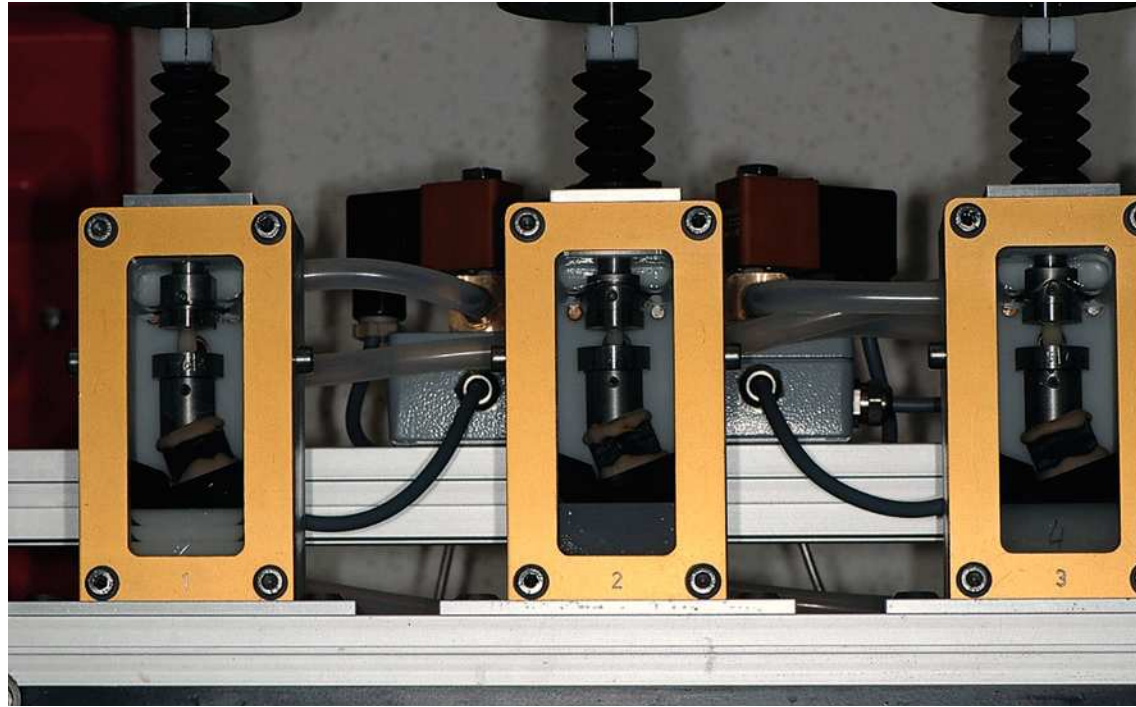
[Resumen]

Existen diversos métodos para confeccionar prótesis provisionales de resina. El espectro abarca prótesis provisionales directas confeccionadas por el odontólogo junto al sillón de tratamiento; prótesis provisionales indirectas confeccionadas por el protésico dental en el laboratorio y, como relativamente recién llegadas al mercado, prótesis provisionales que pueden tallarse mediante una máquina CAD/CAM a partir de una pieza bruta polimerizada. En el presente estudio se ha medido y comparado la resistencia a la abrasión de estas resinas que presentan distintos métodos de procesamiento.

Palabras clave

Prótesis provisionales.
Restauración provisional.
Resistencia a la abrasión.
Resinas CAD/CAM.
Resinas para prótesis provisionales. Prótesis provisionales a modo de cáscara de huevo. Prótesis provisionales directas.

(Quintessenz Zahntech.
2010;36(7):954-62)



Resistencia a la abrasión de resinas para prótesis provisionales

¿Son las resinas CAD/CAM más resistentes a la abrasión?

**Bogna Stawarczyk, Felix Schmutz, Jens Fischer
y Christoph Hans Franz Hämmerle**

Introducción

Dado que un tratamiento odontológico mediante reconstrucciones fijas suele prolongarse durante varias sesiones de tratamiento, como solución intermedia para cerrar la lesión en la dentina se utiliza una prótesis provisional.

Las prótesis provisionales se dividen básicamente en dos grandes grupos: Resinas PMMA y composites^{6,9}. Las resinas PMMA son sistemas de polvo-líquido basados en polimetacrilato de metilo y metacrilato de metilo. Contienen iniciadores en caliente o en frío. En los composites 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. Los composites pueden ser fotopolimerizables, quimiopolimerizables o autopolimerizables. El tipo de polimerización viene determinado básicamente por el sistema iniciador utilizado. Desde la introducción de la tecnología CAD/CAM puede hacerse una nueva división entre resinas polimerizadas industrialmente y polimerizadas manualmente por el protésico dental o el odontólogo. En las resinas CAD/CAM, la polimerización de las resinas tiene lugar en condiciones industriales. De este modo, el protésico dental o el odontólogo recibe las piezas brutas en

INVESTIGACIÓN

PRÓTESIS PROVISIONALES

estado polimerizado y puede tallar inmediatamente su reconstrucción a partir de la pieza bruta. Se evitan fallos de procesamiento que pueden aparecer durante la polimerización manual. Ni el protésico dental/odontólogo ni el paciente están expuestos a los olores desagradables y a los monómeros irritantes que pueden provocar fácilmente alergias. Otra ventaja reside en el hecho de que pueden definirse mejor la estructura y las características. En virtud de las posibilidades de mecanización y la asociada polimerización industrial de las resinas, estos materiales que antaño se contaban entre los materiales más inestables, se están convirtiendo actualmente en materiales de alto rendimiento con nuevas indicaciones. En virtud de su proceso de fabricación optimizado, las modernas resinas CAD/CAM polimerizadas industrialmente presentan únicamente un contenido de monómero residual muy reducido, y en cuanto a los valores de carga de rotura se sitúan casi en el ámbito de las fuerzas masticatorias promedio de 400 N^{2,8}. Por lo tanto, las resinas están indicadas para su uso como prótesis provisional de larga duración.

Para la idoneidad clínica de estos materiales para la confección de una restauración se deben valorar las propiedades fisicoquímicas. En estudios anteriores ya se ha comparado la carga de rotura de los puentes CAD/CAM provisionales de tres piezas con la de las prótesis provisionales directas e indirectas.⁸ Por eso, las prótesis provisionales realizadas por CAD/CAM se revelan como una alternativa a las prótesis provisionales a modo de cáscara de huevo y a las prótesis provisionales confeccionadas directamente.

Otro aspecto a considerar es la abrasión de estos materiales. El término abrasión se utiliza con frecuencia como concepto genérico para todas las formas de pérdida de sustancia dental dura y material dental de avance lento debido a influencias mecánicas.

A fin de analizar la resistencia al desgaste de los materiales de restauración dental en condiciones in vitro, se utilizan simuladores de masticación. Como antagonistas se emplean cuerpos de ensayo de esmalte natural. A continuación se determinan las superficies de abrasión mediante un aparato medidor del perfil de la superficie.

La prótesis provisional debe asumir temporalmente la función de la restauración dental definitiva.

Para ello es preciso comprobar las propiedades mecánicas de los materiales de la prótesis provisional. En este estudio se determinó la resistencia a la abrasión de las resinas CAD/CAM para prótesis provisionales y se comparó con las prótesis provisionales directas y prótesis provisionales a modo de cáscara de huevo polimerizadas manualmente.

Se estudió la resistencia a la abrasión de cinco resinas en estado polimerizado. En este caso se trató de dos resinas CAD/CAM (artBloc Temp, PMMA, Merz Dental, Lütjeburg, Alemania y composite microrrellenado CADTemp, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania), dos resinas para prótesis provisionales directas (Unifast III, PMMA, GC Europe, Lovaina, Bélgica, y CronMixK, UDMA-Composite, Merz Dental) y una resina para cáscara de huevo PMMA (integral esthetic press, Merz Dental) (tabla 1). Las resinas CAD/CAM se encontraban como piezas brutas en estado polimerizado. En el caso de las prótesis provisionales directas se trataba de materiales autopolimerizables. La resina para cáscara de huevo era un material autopolimerizable y se endureció durante 20 min a 2 bar y 40 °C en una olla a presión siguiendo las indicaciones del fabricante. Se confeccionaron seis cuerpos de ensayo a partir de cada resina.

Planteamiento
del problema

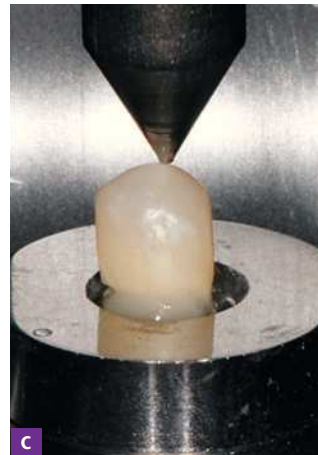
Método



Fig. 1. Cuerpos de ensayo de resinas para prótesis provisionales para la medición de la abrasión.

Tabla 1. La técnica de procedimiento y los materiales de las prótesis provisionales estudiadas

Técnica de procedimiento	Materiales
Prótesis provisionales CAD/CAM	artBloc Temp (Merz Dental, Lütjenburg, Alemania) CADTemp (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania)
Prótesis provisional directa	CronMix K (Merz Dental, Lütjenburg, Alemania) Unifast III (GC, Lovaina, Bélgica)
Prótesis provisional a modo de cáscara de huevo	Integral esthetic press (Merz Dental, Lütjenburg, Alemania)



Figs. 2a a 2d. Confección de los antagonistas para las mediciones de la abrasión: **a** molar superior del cual se corta una cúspide mesiobucal; **b** la cúspide cortada con retenciones; **c** orientación de la posición de la cúspide en un dispositivo construido al efecto para la máquina de masticación; **d** antagonista ya fijado para la máquina de masticación.

En el caso de las piezas brutas CAD/CAM polimerizadas se cortó un trozo mediante un disco de corte y se introdujo con una resina autopolimerizable (Temp2000, Kerr, Rastatt, Alemania) en los soportes previstos para la máquina de masticación. Las resinas para las prótesis provisionales directas y a modo de cáscara de huevo se aplicaron directamente en los soportes metálicos y se polimerizaron siguiendo las indicaciones del fabricante. Finalmente se pulieron todos los cuerpos de ensayo hasta P4000 mediante SiC (TegraPol-21, Struers, Ballerup, Dinamarca) (unidad fresadora Tegra Force/Tegra Pol, Struers) (fig. 1).

En la máquina de masticación se utilizaron como antagonistas las cúspides mesiobucales de molares humanos (fig. 2a). Para ello se cortó la cúspide empleando un disco de corte (fig. 2b), se posicionó en posición centrada para la máquina de masticación con ayuda de un dispositivo auxiliar (fig. 2c) y se fijó en un soporte metálico con amalgama (fig. 2d). Para evitar que la sustancia dental se secara, se conservaron los dientes en agua destilada.

A continuación se marcaron con una lámina oclusal las superficies de contacto entre la resina y el antagonista en el simulador de masticación (construcción propia de la Universidad de Zúrich). Para determinar la situación de partida de la superficie de resina, se fijaron los cuerpos de ensayo en una máquina de rugosidad superficial 3DS (construcción propia de la Universidad de Zúrich) y se registró el perfil de la superficie. Para ello

INVESTIGACIÓN

PRÓTESIS PROVISIONALES



Fig. 3. Los cuerpos de ensayo, fijados en la máquina de masticación.



Fig. 4. Una simulación de masticación.

fue preciso posicionar correctamente los cuerpos de ensayo en el aparato de medición. Esto fue posible con ayuda del microscopio correspondiente y de una marca en los portamuestras. Se palpó una superficie de resina de 3 x 3 mm empleando una punta palpadora de diamante. Después de determinar los parámetros de medición, la medición transcurrió automáticamente y se guardaron los datos para las mediciones posteriores. A continuación se introdujeron los cuerpos de ensayo en la máquina de masticación para someterlos a 144.000 ciclos de masticación (figs. 3 y 4). Además de la fuerza masticatoria de 50 N, los cuerpos de ensayo fueron sometidos adicionalmente a ciclos de carga térmica. Para ello, se utilizaron baños de agua a temperaturas de 5 °C y 50 °C. El cambio de agua en la 11ª prueba una serie con seis cuerpos de ensayo simultáneamente^{3,5}. Al cabo de 24 horas (144.000 ciclos de masticación) se repitió la medición en la máquina de rugosidad superficial 3DS (figs. 5a y 5b). Con ayuda del software correspondiente se pudo calcular la diferencia entre la situación de partida y la pérdida de superficie al cabo de 24 h en la máquina de masticación. A continuación se sometieron a carga los cuerpos de ensayo en la máquina de masticación durante seis días más (990.000 ciclos de masticación) y posteriormente se midió de nuevo la abrasión. Acto seguido se introdujeron nuevamente los cuerpos de ensayo en la máquina de masticación durante 21 días (3.124.000 ciclos de masticación). Al cabo de un total de 28 días de simulación de masticación (4.114.000 ciclos de masticación) se procedió a la medición final de la abrasión.

Durante la evaluación se calculó y se representó gráficamente la diferencia entre el valor inicial y el valor medido al cabo de 144.000, 990.000 y 4.114.000 ciclos de masticación. A partir de los seis cuerpos de ensayo por serie se calculó el promedio, adoptando el valor de abrasión más elevado en cada caso.

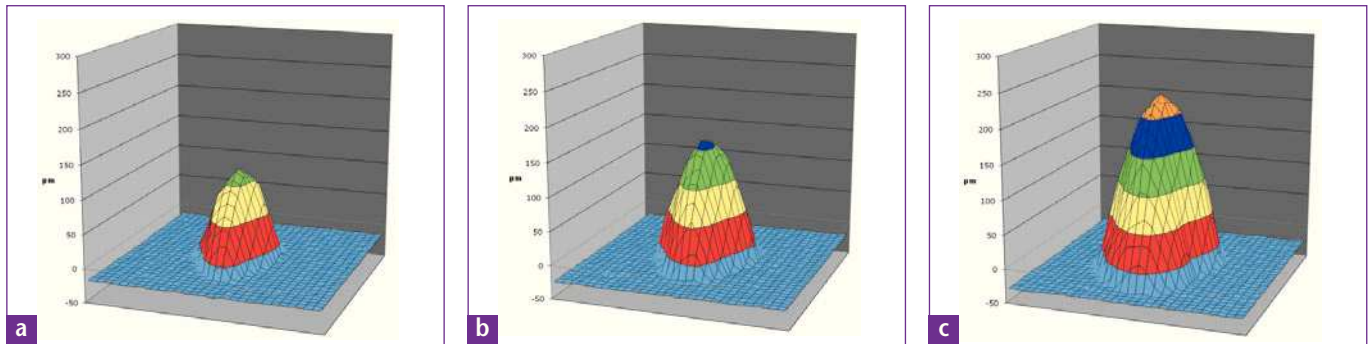
Las figuras 6 hasta 10 muestran en los gráficos de área las pérdidas de material. Representan las diferencias positivas entre dos conjuntos de datos: la situación de partida y la superficie tras la correspondiente simulación de masticación. Se observó el mayor grado de abrasión en la figura 8, para la resina integral esthetic press, con más de 300 µm después de 4.114.000 ciclos de masticación. El menor grado de abrasión se registró



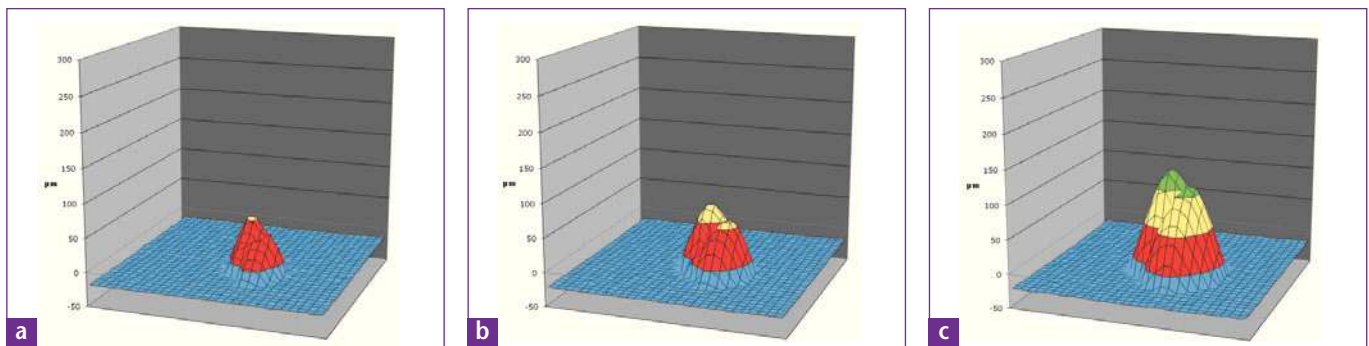
Figs. 5a y 5b. La medición de la abrasión **a** en el antagonista y **b** en la resina para prótesis provisionales.

Resultados

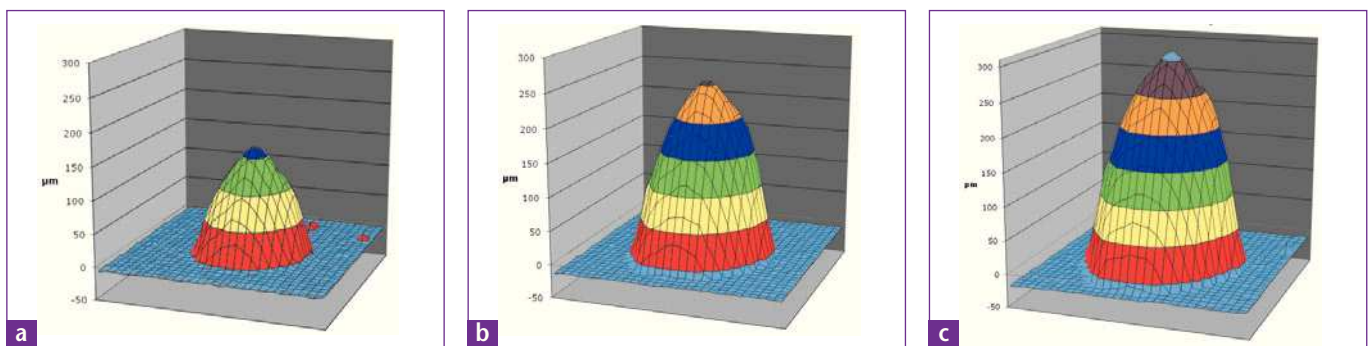
INVESTIGACIÓN PRÓTESIS PROVISIONALES



Figs. 5a y 5b. La medición de la abrasión a en el antagonista y b en la resina para prótesis provisionales.



Figs. 6a a 6c. La pérdida de material artBloc Temp al cabo de 144.000, 990.000 y 4.114.000 ciclos de masticación.



Figs. 7a a 7c. La pérdida de material CADTemp al cabo de 144.000, 990.000 y 4.114.000 ciclos de masticación.

300-310 µm	200-250 µm	100-150 µm	0-50 µm
250-300 µm	150-200 µm	50-100 µm	-50-0 µm

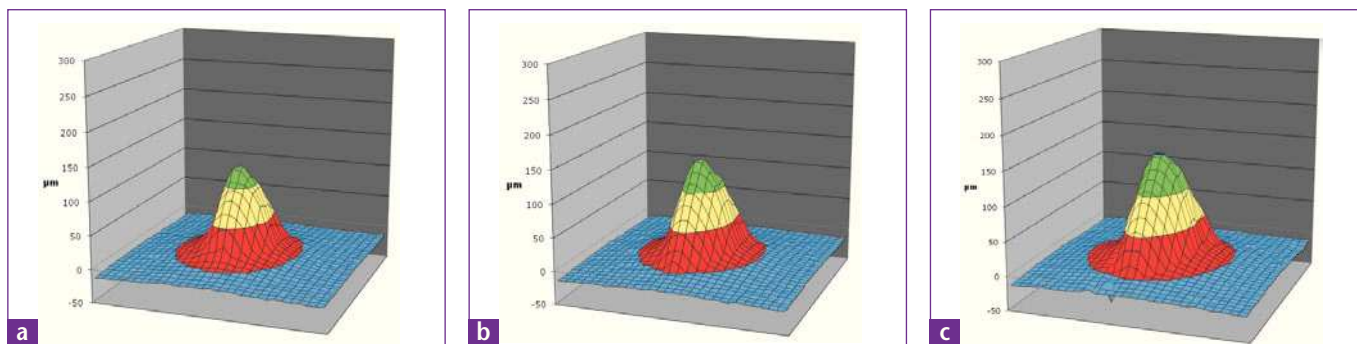
Figs. 8a a 8c. La pérdida de material integral esthetic press al cabo de 144.000, 990.000 y 4.114.000 ciclos de masticación.

para CADTemp (fig. 9). En este caso, la pérdida de material después de 4.114.000 ciclos de masticación se situó tan sólo entre 100 y 150 µm.

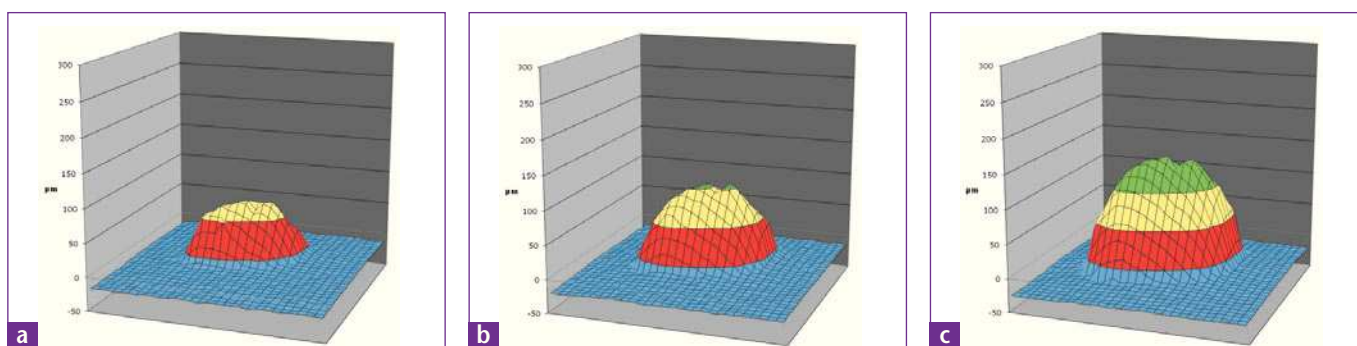
Los valores promedio determinados para las pérdidas de material de las distintas series se representan en la figura 11 y en la tabla 2. La menor pérdida de material, como puede observarse ya en los gráficos de área, se midió en el composite CAD/CAM CADTemp (después de 144.000: $32,0 \pm 24,8$ µm; después de 990.000: $87,2 \pm 52,9$ µm; después de 4.114.000: $128,0 \pm 48,4$ µm). La segunda menor pérdida de material después de 144.000 ciclos de masticación corresponde a la pieza bruta PMMA-CAD/CAM artBloc

INVESTIGACIÓN

PRÓTESIS PROVISIONALES



Figs. 9a a 9c. La pérdida de material CronMixK al cabo de 144.000, 990.000 y 4.114.000 ciclos de masticación.



Figs. 10a a 10c. La pérdida de material Unifast III al cabo de 144.000, 990.000 y 4.114.000 ciclos de masticación.

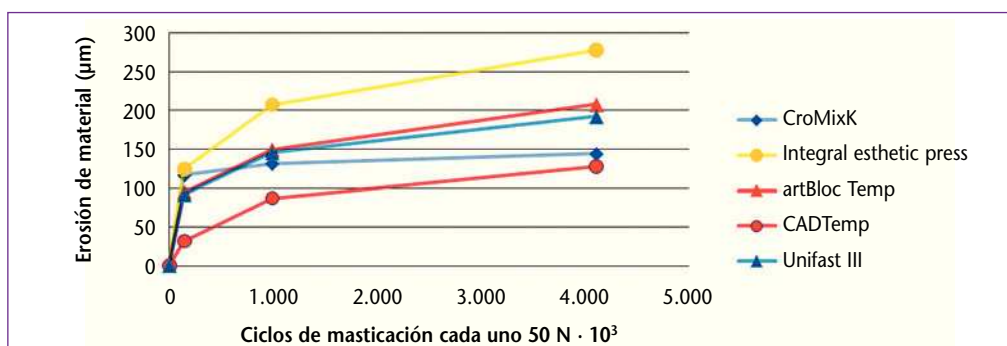


Fig. 11. Los valores de la resistencia a la abrasión.

Tabla 2. Los valores de pérdida de material en el rango μm

Material	Al cabo de 144.000 ciclos de masticación	Al cabo de 990.000 ciclos de masticación	Al cabo de 4.144.000 ciclos de masticación
artBloc Temp	94,5 ± 43,6	148,8 ± 61,6	207,3 ± 70,3
CADTemp	32 ± 24,8	87,2 ± 52,9	128,0 ± 48,4
CronMixK	116,2 ± 10,2	131,3 ± 9,9	143,8 ± 12,2
Unifast III	91,3 ± 14,6	144,8 ± 29,2	191,8 ± 32,8
Integral esthetic press	123,7 ± 52,8	206,7 ± 61,3	277,2 ± 81,2

Temp (94,5 ± 43,6 μm) con la resina PMMA Unifast III (91,3 ± 14,6 μm). Al cabo de tan sólo otros seis días en la máquina de masticación (990.000 ciclos de masticación),

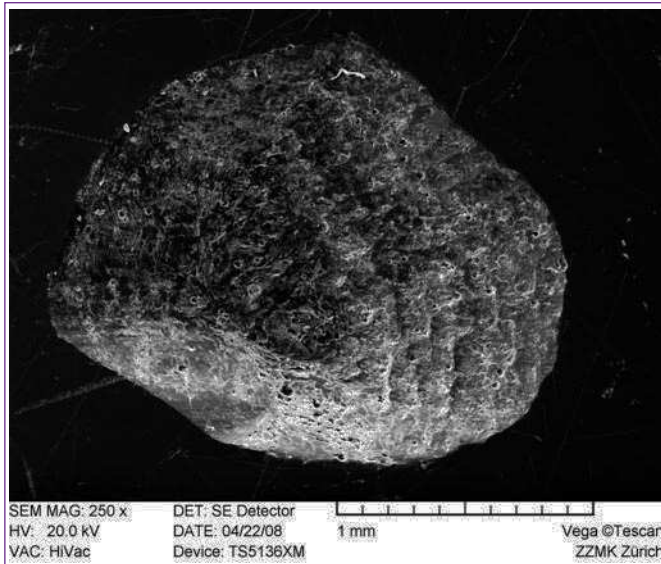


Fig. 12. Imagen MEB de la superficie desgastada de artBloc Temp al cabo de 3.124.000 ciclos de masticación (equivalente a aproximadamente 13 años de situación en boca).

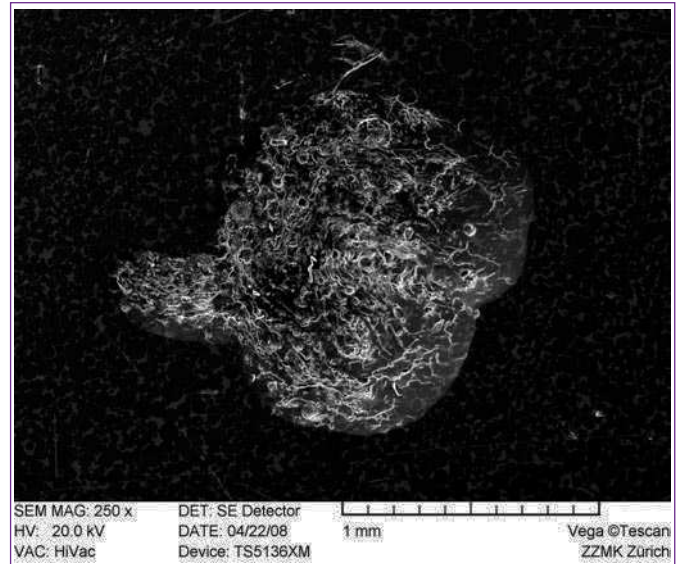


Fig. 13. Imagen MEB de la superficie desgastada de CADTemp al cabo de 3.124.000 ciclos de masticación.

la pérdida de material de estos materiales (artBloc Temp: $148,8 \pm 61,6 \mu\text{m}$; Unifast III: $144,8 \pm 29,2 \mu\text{m}$) aumentó y superó al composite UDMA CronMixK ($131,3 \pm 9,9 \mu\text{m}$), el cual si bien había empezado con un mayor valor de abrasión al cabo de 24 h de $116,2 \pm 10,2 \mu\text{m}$, alcanzó casi el máximo después de 990.000 ciclos de masticación. La resina autopolimerizable PMMA integral esthetic press arrojó en este estudio los valores de abrasión más elevados. Al cabo de 144.000 ciclos de masticación se había desgastado una superficie de material de tamaño comparable al registrado con Unifast III. Sin embargo, posteriormente se midieron pérdidas de material de $206,7 \pm 61,3 \mu\text{m}$ al cabo de 990.000 y de $277,2 \pm 81,2 \mu\text{m}$ al cabo de 4.114.000 ciclos de masticación. Al observar el gráfico llama la atención el hecho de que, en las resinas PMMA, todas las curvas de pérdida de material presentan tendencias muy similares en cuanto al recorrido y la pendiente tomando en consideración los ciclos de masticación.

Además se tomaron imágenes bajo el MEB de las zonas de abrasión de todas las resinas al cabo de 4.114.000 ciclos de simulación de masticación (figs. 12 a 16). Las imágenes de las superficies desgastadas se tomaron con el mismo aumento en todas las resinas. Puede apreciarse claramente que en las resinas PMMA la superficie desgastada es mayor que en los composites.

Discusión El desgaste producido al cabo de entre 240.000 y 250.000 ciclos de masticación equivale al desgaste tras un uso clínico de un año^{1,4,7}. Así pues, para simular un uso de cinco años deberían efectuarse entre 1.200.000 y 1.250.000 ciclos de masticación en el simulador de masticación. En el presente estudio se midió la resistencia a la abrasión al cabo de 144.000 ciclos de masticación (aproximadamente 7 meses de situación en boca), al cabo de 990.000 ciclos de masticación (aproximadamente 4 años y 2 meses) y al cabo de 4.114.000 ciclos de masticación (aproximadamente 17 años y 2 meses). En términos generales, puede extraerse de este estudio la conclusión de que los composites son más resistentes a la abrasión que las resinas PMMA. Por lo demás, puede afirmarse

INVESTIGACIÓN

PRÓTESIS PROVISIONALES

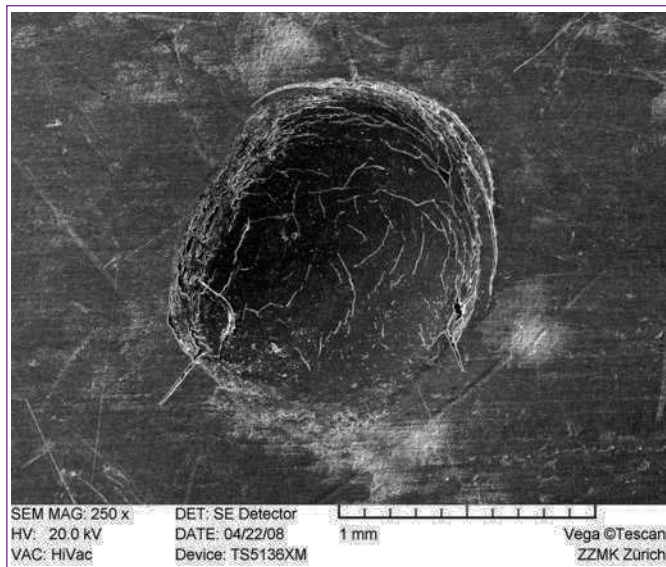


Fig. 14. Imagen MEB de la superficie desgastada de Cron-Mix al cabo de 3.124.000 ciclos de masticación.

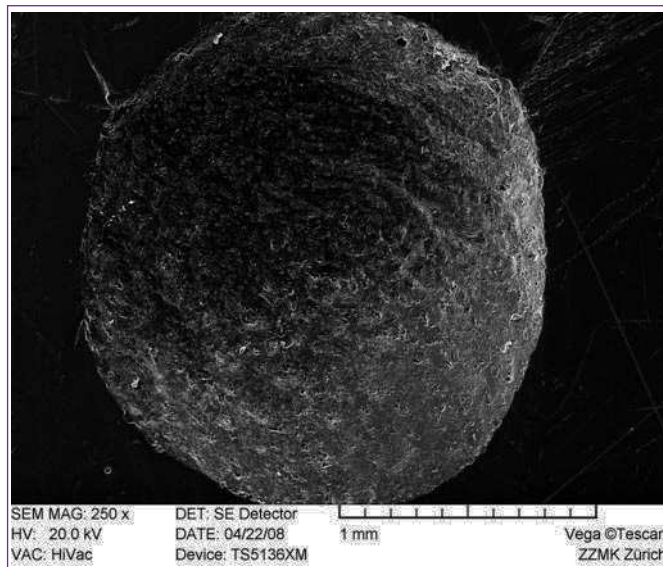


Fig. 15. Imagen MEB de la superficie desgastada de integral esthetic press al cabo de 3.124.000 ciclos de masticación.

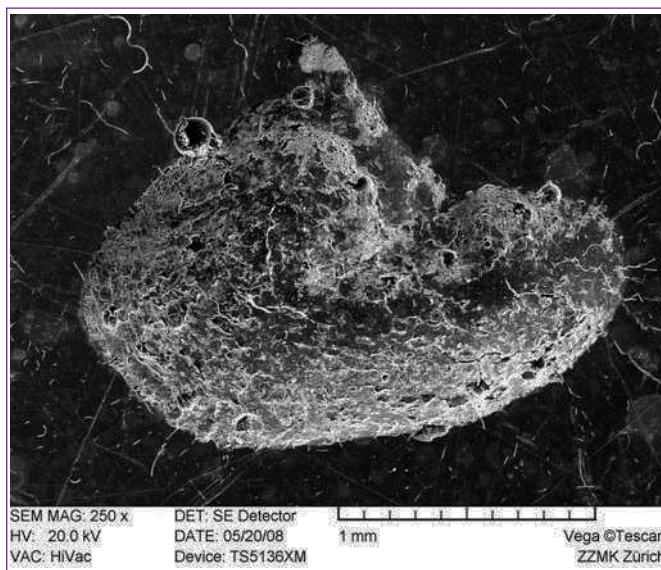


Fig. 16. Imagen MEB de la superficie desgastada de Unifast III al cabo de 3.124.000 ciclos de masticación.

que las resinas CAD/CAM polimerizadas industrialmente presentan, tras las simulaciones de masticación, unas pérdidas de material menores que las resinas polimerizadas manualmente del mismo grupo.

Unifast III presenta propiedades muy llamativas en este sentido. Es una resina PMMA autopolimerizable para prótesis provisionales directas y a modo de cáscara de huevo. Sus valores de abrasión se sitúan incluso por debajo de los de la resina PMMA-CAD/CAM artBloc Temp.

La resistencia a la abrasión de las piezas brutas confeccionadas industrialmente, a partir de las cuales puede tallarse una prótesis provisional en pocos minutos, es por norma general mejor que la de las resinas polimerizadas manualmente de la misma clase de material. Así pues, las piezas brutas CAD/CAM son recomendables no sólo desde el punto de vista económico o biológico, sino también desde la perspectiva de la ciencia de materiales.

Conclusiones Las resinas PMMA sometidas a ensayo en este estudio son menos resistentes a la abrasión que los composites. El tipo de polimerización desempeña un papel determinante. Las resinas polimerizadas manualmente tienden a alcanzar unos resultados peores que las polimerizadas industrialmente, es decir, artBloc Temp alcanza una mayor resistencia a la abrasión que integral esthetic press. También CADTemp presenta una pérdida de material tras 4.114.000 ciclos de masticación que CronMixK. Sorprendentemente, Unifast III alcanza aquí una resistencia a la abrasión mayor que la de la resina PMMA polimerizada industrialmente artBloc Temp. El composite microrrellenado y polimerizado industrialmente CADTemp alcanza en este estudio la mayor resistencia a la abrasión.

Agradecimientos Los materiales fueron amablemente facilitados por las empresas Merz Dental (Lutjenburg, Alemania), Vita Zahnfabrik (Bad Säckingen, Alemania) y GC Europe (Lovaina, Bélgica). Los autores desean expresar su agradecimiento a Jacqueline Hoffmann-Lobsiger, Instituto de Biología Oral, Centro de Medicina Dental, Bucal y Maxilofacial de la Universidad de Zúrich, por la realización de las imágenes mediante microscopio electrónico de barrido.

- Bibliografía**
1. DeLong R, Sakaguchi RL, Douglas WH, Pintado MR. The wear of dental amalgam in an artificial mouth: a clinical correlation. *Dent Mater* 1985;1:238-242.
 2. Helkimo E, Carlson GE, Helkimo M. Bite force and state dentition. *Acta Odont Scand* 1976;35:297-303.
 3. Krejci I, Lutz F, Reimer M, Heinzmann JL. Wear of ceramic inlays, their enamel antagonists, and luting cements. *J Prosthet Dent* 1993;69:425-430.
 4. Krejci I, Lutz F. In vitro test results of the evaluation of dental restoration system. Correlation with in-vivo results. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1990;100:1445-1449.
 5. Krejci I, Reich T, Lutz F, Albertoni M. An in vitro test procedure for evaluating dental restoration systems. 1. A computer-controlled mastication simulator. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 1990;100:953-960.
 6. Rzanny A, Welker D, Göbel R. Werkstoffkundlicher Vergleich temporärer K&B-Kunststoffe. *Phillip J* 1996;13:Sonderdruck, Heft 11-12.
 7. Sakaguchi RL, Douglas WH, DeLong R, Pintado MR. The wear of a posterior composite in an artificial mouth: a clinical correlation. *Dent Mater* 1986;2:235-240.
 8. Stawarczyk B, Trottmann A, Fischer J. Bruchlast konventionell oder mittels CAD/CAM hergestellter Brücken-Provisorien. *Quintessenz Zahntech* 2008;34:412-421.
 9. Welker D. Kunststoffe für die temporäre Versorgung. In: Meiners H, Lehmann KM. *Klinische Materialkunde für Zahnärzte*. München, Wien: Hanser, 1998;325-335.

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

ZT Felix Schmutz.
Klinik für Präventivzahnmedizin, Parodontologie und Kariologie.
Plattenstrasse 11, 8032 Zúrich, Suiza.

PD Dr. med. dent. Dr. rer. nat. Jens Fischer.
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 Zúrich, Suiza.