



Deflexión transversa de materiales alternativos a base de polímeros para fabricación de base de dentadura

Transverse deflection of polymer-based alternative materials for the manufacturing of a denture base

L Serrano Hernández,* FH Barceló Santana,[§] A Santos Espinoza^{||}

RESUMEN

En la actualidad se están desarrollando técnicas alternativas para la fabricación en tiempos cortos de prótesis totales en relación con la utilización de diferentes materiales para la base de dentadura. El propósito de este estudio fue comparar la deflexión transversa entre materiales a base de polímeros, propuestos como una alternativa a los materiales comúnmente utilizados para realizar una prótesis total en forma convencional. Se probaron resina acrílica termocurable, resina acrílica autocurable, láminas de acetato calibre 60 y 80 recubiertas con resina acrílica autocurable, resina acrílica fluida y resina fotopolimerizable para base de dentadura. Se fabricaron diez muestras de 65 x 10 x 2.5 mm de cada material. Las muestras se colocaron en agua a 37°C por 50 horas, se midió la deflexión transversa y se analizaron los resultados por análisis de varianza (ANOVA) de una vía. Los resultados mostraron que hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos. Las láminas de acetato recubiertas con acrílico autocurable pueden ser una alternativa para la rápida fabricación de bases de dentadura de uso temporal.

Palabras clave: Deflexión transversa, polímeros, base de dentadura.
Key words: Transverse deflection, polymers, denture base.

ABSTRACT

Nowadays, alternative techniques are being developed for short-time manufacturing of full prostheses, entailing different materials for the denture base. The purpose of the present study was to compare transverse deflection among polymer-based materials currently proposed as an alternative to materials commonly used to conventionally manufacture a full prosthesis. For the denture base the following materials were tested: thermo-cured (setting) acrylic resin, self-cured acrylic resin, 60 and 80 gauge acetate sheets coated with self-cured acrylic resin, liquid (fluid) acrylic resin as well as light-cured resin. Ten 65 x 10 x 2.5 mm samples of each material were manufactured. The samples were placed in water at 37°C for 50 hours. Transverse deflection was measured and results were analyzed with the help of one-way analysis of variance (ANOVA). Results exhibited statistically significant differences among groups. Acetate sheets coated with self-cured acrylic could represent an alternative for the rapid manufacturing of temporary denture basis.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día se proponen materiales alternativos para la elaboración de bases para dentadura de forma rápida y sencilla en comparación con los procedimientos que comúnmente conocemos. Sin embargo, en la actualidad existe poca información en la literatura acerca de la deflexión transversa de estas alternativas.

La aplicación más frecuente de los polímeros en odontología son las bases de prótesis removibles totales o parciales.¹

Las resinas acrílicas comenzaron a utilizarse en los años 1936-1940, principalmente por los doctores Dappen y Schuebel en Alemania. Los polímeros de acrílico se introdujeron por primera vez como material de base de dentaduras en 1937.² La resina acrílica lla-

mada acrílico es una resina sintética, cuerpo químico artificial derivado del ácido acrílico análogo a la resina o polimetilmetacrilato (PMMA) de metilo. Se presenta en forma de polvo y líquido. El líquido es la forma

* Egresada de la Especialidad en Prótesis Bucal de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología de la UNAM.

§ Profesor del Laboratorio de Investigación de Biomateriales Dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología de la UNAM.

|| Profesor de la Especialidad en Prótesis Bucal de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología de la UNAM.

monómera del metacrilato y el polvo o polímero es la forma polimerizada.³

La resistencia de las resinas acrílicas para bases varía según la composición de la resina, el proceso técnico y el medio en que funciona la prótesis. Por lo general, las propiedades tensionales de la resina se miden por un ensayo de resistencia transversal como lo describe la especificación número 12 de la *American Dental Association* (ADA).⁴ La deflexión transversa se refiere a la deformación por flexión de un objeto.⁵ La muestra se somete a una carga de desviación transversal en un grado específico. La exigencia de la especificación núm. 12 de la ADA estipula ciertas deflexiones máximas en el centro de las muestras entre diversas cargas. En la práctica, la prueba evalúa una combinación de propiedades, como la resistencia a la tensión y a la compresión y módulo de elasticidad.⁴ Muchos investigadores han examinado la resistencia flexural de polímeros para base de dentadura: Hargreaves, 1983; Reitz, Sanders y Levin, 1985; Montes-G y Draughn, 1986; Bunch, 1987; Shlosberg, 1989; Hayakawa, 1990; Iwahori, 1992. Arima y colaboradores, en 1995, reportaron la resistencia flexural de seis polímeros autopolimerizables y demostraron que la resistencia flexural fue más baja que en aquellos polímeros curados por calor.⁶ Ruyter y Svendsen, en 1980, reportaron la resistencia flexural de resinas acrílicas autopolimerizables; Stafford, en el mismo año, estudió una variedad de resinas termocurables para base de dentadura al alto impacto.⁷ Esta prueba mecánica nos permitirá predecir el comportamiento clínico de las bases para prótesis total.

Las resinas acrílicas termocurables son generalmente formadas por PMMA y tiene como iniciador para la polimerización al peróxido de benzoílo. La química de las resinas autocurables es idéntica a las termocurables excepto en que el curado es iniciado por una amina terciaria (dimetil-p-toluidina o ácido sulfónico).^{4,8} Este método de curado no es tan eficiente como el calor y resulta en un material de peso molecular más bajo. Esto tiene un efecto adverso en las propiedades de resistencia del material y origina una cantidad de monómero residual no curado en la resina.^{4,8}

Dentro de las alternativas al uso de las resinas acrílicas termocurables y autocurables utilizadas convencionalmente, se ha propuesto y usado una combinación de acetato de polivinil-acetato-polietileno con recubrimiento de resina acrílica autocurable, esta última propuesta por el doctor Enrique C. Aguilar en su técnica «prótesis total en una cita», resina acrílica fluida y resina fotopolimerizable para base de dentadura.

La placa de acetato está formada por polímeros termoplásticos, un polímero de polivinil-acetato-polie-

tileno. Otros productos contienen poliuretano, caucho látex y vinil plastisol.^{1,3} Los copolímeros de acetato de vinilo-etileno son suministrados en forma de láminas que se ablandan con calor.⁹⁻¹¹

Las resinas acrílicas de tipo fluido son de composición similar a las resinas autocurables, pero son utilizadas con una relación polvo-líquido significativamente menor que oscila entre 2:1 y 2.6:1 en comparación con la de 3:1 que es empleada convencionalmente.³ El tamaño de las partículas de polvo del polímero es más pequeño.^{10,11} El tiempo de trabajo es menor al empleado para una termocurable; sin embargo, en relación con sus propiedades mecánicas estos materiales tienen una resistencia a la flexión inferior a las resinas termocuradas, son más blandas, tienen abrasión con facilidad y se deforman más bajo una carga constante.¹⁰

Las resinas fotopolimerizables para base de dentaduras fueron introducidas al mercado en 1983;¹² son un material constituido por una matriz de dimetacrilato de uretano con un copolímero acrílico, rellenos microfinos de sílice y un sistema fotoiniciador canforoquinona.^{12,13} Para polimerizar el material se emplea una cámara de luz azul de 400-500 nm.¹² El sistema elimina la necesidad de enmuflado, encerado y tanques de hervido. Tiene como ventaja el corto tiempo de trabajo y similares propiedades físicas de la resina acrílica termocurable.¹⁴ Se ha utilizado esta resina porque no contiene metil metacrilato del monómero libre.^{15,16}

El objetivo de este trabajo fue comparar la deflexión transversa que existe entre resina acrílica termocurable, resina acrílica autocurable, láminas de acetato No. 60 y 80 recubiertas con resina acrílica autocurable, resina acrílica fluida y resina fotopolimerizable, todas ellas propuestas y utilizadas para la fabricación de base de dentadura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras para determinar la deflexión transversa se realizaron como lo describe la Asociación Dental Americana en su especificación número 12,¹⁷ siguiendo la información técnica indicada por los fabricantes.

Se conformaron muestras de resina acrílica termocurable (Nic Tone®, MDC Dental, Jalisco, México, lote 26589) como grupo control, resina acrílica autocurable (Cross linked, Nic Tone®, MDC Dental, Jalisco, México, lote 207863). Para la técnica de «prótesis total en una cita» se realizaron muestras de láminas de acetato del número 60 y 80 (Base plate sheets, Ultradent Products, Inc., U.S.A., Cat 25-0030) recubiertas con resina acrílica autocurable (Cross linked, Nic Tone®, MDC Dental, Jalisco, México, lote 207863) hasta ob-

tener un espesor de 2.5 mm con dimensiones de 65 x 10 mm. Resina acrílica fluida (Fluid cross linked, Nic Tone®, MDC Dental, Jalisco, México, lote 27074008), resina fotopolimerizable para base de dentadura (Triad®, Dentsply International, York, Pa.) de 65 x 10 x 2.5 mm. Las superficies de las muestras fueron pulidas con lijas de agua (No. 280, 320, 360, 500, Fandeli, México). Las dimensiones fueron corroboradas por medio de un vernier digital (Fowler & NSK Max-Cal) con 0.05 mm de tolerancia.

Todas las muestras fueron colocadas en un recipiente con agua dentro de una estufa de temperatura controlada (Felisa Horno, México) a 37°C por 50 horas, antes de la prueba. Las muestras fueron montadas en un equipo (Máquina de prueba universal, celda AFI, Mecmesin, Inglaterra) apropiadamente calibrado, capaz de proporcionar un índice de carga uniforme y equipado con un dispositivo para medir la deflexión (Profundímetro Hommel, Germany) dentro de 0.01 mm de aproximación en el centro de la muestra. La carga se aplicó en línea recta, los dos soportes en los cuales se colocó la muestra constan de una superficie cilíndrica altamente pulida de 3.2 mm de diámetro, paralelos. La distancia entre los centros de los soportes fue de 50 ± 0.025 mm.

La carga fue aplicada en línea recta, en el punto medio de la muestra. Las muestras permanecieron inmersas en agua durante la prueba. La carga inicial consistió en el libre movimiento de las partes del aparato, dirigiendo suficiente fuerza para proporcionar una carga de 14.71 N a la muestra. Cada 4.90 N se incrementó la fuerza a una velocidad uniforme durante los últimos 30 segundos de cada minuto. El cuadro

Cuadro I. Esquema para registrar los resultados de la carga (lectura) como lo especifica la norma número 12 de la ADA.

Tiempo		Carga		Lectura
Min	Seg	N	g	mm
0	00	14.71	1,500	
0	30	14.71	1,500	
1	00	19.61	2,000	
1	30	19.61	2,000	
2	00	24.52	2,500	
2	30	24.52	2,500	
3	00	29.42	3,000	
3	30	29.42	3,000	
4	00	34.32	3,500	
4	30	34.32	3,500	
5	00	39.22	4,000	
5	30	39.22	4,000	

mostrado (*Cuadro I*) fue utilizado para aplicar la carga y hacer las observaciones. Las diferencias entre las deflexiones en la carga inicial y las cargas específicas se registraron como la deflexión de la muestra. El valor de deflexión se reportó lo más cercano a 0.1 mm.

Los valores de la deflexión transversa fueron capturados según como lo señala la norma, en donde la muestra se carga en un inicio a 14.71 N (1,500 g) y se registra en milímetros como deflexión de la muestra; posteriormente se aplica carga registrándose los milímetros de deflexión cada 500 g hasta llegar a la deflexión máxima o la fractura.

Para la obtención de los valores se aplicaron las fórmulas B-A y C-A, donde A = 1,500 g, B = 3,500 g y C = 5,000 g.

Se realizó un promedio de los valores para ser comparados con los requeridos por la norma. Los valores obtenidos fueron analizados estadísticamente utilizando análisis de varianza (ANOVA) de una vía y Tukey $p < 0.05$ para comparar los grupos examinados.

RESULTADOS

El *cuadro II* describe la comparación de los valores obtenidos de las muestras y los valores requeridos por la norma. Las muestras de resina fotopolimerizable para base de dentadura no pudieron ser consideradas para el análisis estadístico, ya que se fracturaron antes de llegar a los valores de deflexión de 3,500 y 5,000 g especificados por la norma. Las muestras de resina acrílica termocurable y acetato 80 recubierto con resina acrílica autocurable presentaron los valores más bajos de deflexión; las muestras de acetato 60 recubierto con resina acrílica autocurable obtuvieron valores de deflexión altos pero dentro de lo establecido por la norma; las muestras de resina acrílica fluida obtuvieron valores de deflexión altos aceptados por la norma sólo al recibir la carga a 3,500 g; sin embargo, en la carga a 5,000 g se fracturaron sin llegar a los límites establecidos por la norma. Las muestras de resina acrílica autocurable mostraron un valor de deflexión alto no permitido por la norma en la carga a 3,500 g, y en la carga a 5,000 g se fracturaron sin poder llegar al límite permitido por la norma.

El análisis estadístico ANOVA de una vía mostró los valores promedio de los grupos analizados (*Cuadros III y IV*), existiendo una diferencia estadísticamente significativa ($p = < 0.001$).

La prueba de Tukey en la deflexión a 3,500 g B-A (3,500-1,500 g) arrojó diferencia entre todos los grupos, a excepción de acetato 60 recubierto con resina acrílica autocurable contra resina acrílica fluida, y resina acrílica termocurable contra acetato 80 recubierto con resina acrílica autocurable.

Cuadro II. Rangos de deflexión obtenidos en el estudio y rangos de deflexión especificados por la norma.

Material	B-A	Norma		C-A	Norma	
	3,500 g	Mín	Máx	5,000 g	Mín	Máx
A. termocurable	1.2*	...	2.5	2.7*	2.0	5.5
A. autocurable	3.3*	...	2.5		2.0	5.5
Acetato 60 + A. auto	2.3*	...	2.5	4.7*	2.0	5.5
Acetato 80 + A. auto	1.1*	...	2.5	2.3*	2.0	5.5
A. fluido	2.2*	...	2.5		2.0	5.5
A. fotopolimerizable		...	2.5		2.0	5.5

*Promedio

Los espacios que se encuentran en blanco no registraron valores, ya que las muestras se fracturaron antes de llegar a 3,500 y 5,000 g, respectivamente.

Cuadro III. Promedio y desviación estándar de la deflexión a 3,500 g (N = B-A).

Material	Promedio	Desviación estándar
A. termocurable	1.250	0.227
A. autocurable	3.300	0.278
Acetato 60 + A. auto	2.370	0.340
Acetato 80 + A. auto	1.100	0.0667
A. fluido	2.200	0.163
A. fotopolimerizable	*	*

* Las muestras de acrílico fotocurable no pudieron ser consideradas para el análisis, ya que se fracturaron antes de llegar a los valores especificados por la norma.

Cuadro IV. Promedio y desviación estándar de la deflexión a 5,000 g (N = C-A).

Material	Promedio	Desviación estándar
A. termocurable	2.720	0.368
A. autocurable	*	*
Acetato 60 + A. auto	4.733	0.137
Acetato 80 + A. auto	2.320	0.0789
A. fluido	*	*
A. fotopolimerizable	*	*

* Las muestras de acrílico autocurable, fluido y fotocurable no pudieron ser consideradas para el análisis, ya que se fracturaron antes de llegar a los valores especificados por la norma.

La prueba de Tukey en la deflexión a 5,000 g C-A (5,000-1,500 g) arrojó diferencia entre todos los grupos.

DISCUSIÓN

El acetato 80 recubierto con resina acrílica autocurable mostró una menor deflexión transversa, esto puede atribuirse a que el acetato 80 confiere resistencia a la resina acrílica autocurable; los acrílicos de polivinilo y plásticos reforzados tienen un módulo de flexión 20% más bajo que las resinas convencionales de termocurado,⁴ a diferencia del uso de la resina acrílica autocurable de forma independiente, donde los valores obtenidos no son los establecidos por la norma, ya que este material mostró una mayor deformación por flexión. Esto puede ser relacionado a la cantidad de monómero residual en las resinas acrílicas autocurables (cerca de 10 veces más que en las resinas acrílicas termocurables; Anusavice, 1996). Los polímeros en una resina acrílica autocurable además presentan un peso molecular más bajo (Anusavice, 1996; Craig, 1996). Una gran cantidad de monómero residual en el polímero disminuye las propiedades mecánicas.⁶ Cuanto más bajo sea el grado de polimerización, menor será su resistencia y rigidez.⁴ El acetato 60 recubierto con resina acrílica autocurable obtuvo valores dentro de la norma, siendo éstos más altos que los comparados a la resina acrílica termocurable; esto es, se obtuvieron valores más altos de deformación por flexión.

La resina acrílica fluida sólo obtuvo valores aceptables por la norma en la deflexión a 3,500 g, sin poder

alcanzar los valores determinados por la norma en la deflexión a 5,000 g, esto puede deberse al tamaño de la partícula, que es muy fino,^{10,11} además de su relación polvo/líquido menor 2:1 en promedio utilizada. Debido a las temperaturas más bajas utilizadas se limita el grado de polimerización con mayor monómero residual. Se deforman bajo una carga constante y tienen inferior resistencia al impacto.¹⁰

La resina fotopolimerizable para base de dentadura no llegó a los valores de flexión especificados por la norma, ocurriendo la fractura prematura del material en comparación con el grupo control. Andreopoulos y Dar-Odeh mencionan que este material en sus pruebas cumplió los valores requeridos por la norma 12 de la ADA. Las pruebas de resistencia transversa revelaron que las resinas fotopolimerizables para base de dentadura tienen mayor rigidez que los materiales termocurables o autocurables y estos últimos demostraron una menor resistencia a la fractura.^{12,14}

Se han comparado las propiedades mecánicas entre termocurables y fotopolimerizables. En 1991 y 1995 se reportaron valores más bajos de las fotopolimerizables;^{2,6,18} en 1993 se demostraron valores similares. Recientemente, en 2004 se publicó que el material para base de dentadura fotopolimerizable es inferior en términos de propiedades físicas y biocompatibilidad cuando se compara a la resina de polimetacrilato. Por lo tanto, la resina para base de dentadura fotopolimerizable no es ampliamente aceptada como material para base de dentadura permanente.¹⁸ Con estos resultados se justifica el porqué varios autores sólo recomiendan este material para la fabricación de bases de registro, como material de rebase rígido, construcción de portaimpresiones, para reparar dentaduras fracturadas⁸ (Goto, 1986;¹⁴ Andreopoulos y Polyzois, 1991;¹² Dixon, 1991).¹⁵ Estos resultados en relación con nuestro estudio nos ayudan a sustentar que la resina fotopolimerizable para base de dentadura no es recomendable para uso de forma definitiva como base de dentadura.

El alcance clínico de este estudio reside en la importancia del adecuado manejo de los materiales dentales por la respuesta de los mismos en la cavidad bucal, de esto deducimos que en el caso de esta investigación podemos comentar que entre mayor deflexión transversa posea un material para base de dentadura, ocasionará que durante la función masticatoria se separe la base de la dentadura del reborde alveolar, ocasionando pérdida de la retención y estabilidad de la prótesis en la cavidad bucal, lo que puede contribuir a una mayor pérdida ósea de los procesos residuales.¹

Las láminas de acetato 60 y 80 recubiertas con acrílico autocurable obtuvieron bajos niveles de deflexión con valores aceptados por la norma, por lo que este material demostró ser una alternativa para la fabricación rápida o de una cita de bases de dentadura con el previo conocimiento de ser utilizadas únicamente de forma temporal. Dependiendo del material utilizado para la base de dentadura será el resultado clínico a largo plazo.

CONCLUSIONES

Bajo esta metodología podemos concluir que la resina acrílica termocurable reportó el nivel más bajo de deflexión y se encuentra dentro de los rangos establecidos por la norma.

La resina acrílica autocurable presentó un alto grado de deflexión y rebasó los límites aceptados por la norma.

Las láminas de acetato 60 y 80 recubiertas con resina acrílica autocurable mostraron bajos niveles de deflexión y sus valores se encontraron dentro de los límites establecidos por la norma.

La resina acrílica fluida reportó un grado de deflexión cercano al límite máximo permitido por la norma a 3,500 g. A 5,000 g tuvo un alto grado de deflexión y rebasó los límites determinados por la norma.

La deflexión de la resina fotopolimerizable para base de dentadura no pudo ser calculada, ya que hubo fractura prematura del material por su mayor rigidez, no cumpliendo así con lo establecido por la norma.

REFERENCIAS

1. Combe EC. Materiales dentales. Barcelona: Editorial Labor; 1990.
2. O'Brien WJ. Dental materials and their selection. 3th ed. Canada: Quintessence Publishing Co., Inc.; 2002.
3. Vega JM. Materiales en odontología: fundamentos biológicos, clínicos, biofísicos y fisicoquímicos. Madrid: Ediciones Avances Médico dentales, S. L.; 1996.
4. Phillips RW. La ciencia de los materiales dentales de Skinner. 8^a ed. México, D.F: Editorial Interamericana; 1980.
5. Diccionario Técnico Científico. Barcelona, España: Editorial Océano; 2000.
6. Archadian N, Kawano F, Ohguri T, Ichikawa T, Matsumoto N. Flexural strength of rebased denture polymers. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2000; 27: 690-6.
7. Chitchumnong P, Brooks SC, Stafford GD. Comparison of three- and four-point transverse deflection testing of denture-base polymers. *Dent Mater*. 1989; 5 :2-5.
8. Noort RV. Introduction to dental materials. 2nd ed. United Kingdom: Mosby; 2002.
9. Craig RG, Powers JM, Wataha JC. Dental materials. Properties and manipulation. 8th ed. China: Mosby; 2004.
10. Williams DF. Materiales en la odontología clínica. Oxford: Editorial Mundi S.A.I.C. y F.; 1982.

11. Summer. The geriatric patient: one- or two-visit complete denture construction technique. Part 1. *JNJ Dent Assoc.* 1989; 60: 31-5.
12. Andreopoulos AG, Polyzois GL, Demetriou PP. Repairs with visible light-curing denture base materials. *Quintessence Int.* 1991; 22: 703-6.
13. Stipho HD, Talic YF. Repair of denture base resin with visible light-polymerized relined material: Effect on tensile and shear bond strengths. *J Prosthet Dent.* 2001; 86: 143-8.
14. Dar-Odeh NS, Harrison A, Abu-Hammad O. An evaluation of self-cured and visible light-cured denture base materials when used as a denture base repair material. *Journal of Oral Rehabilitation.* 1997; 24: 755-60.
15. Harvey WL, Harvey EV. Dimensional changes at the posterior border of baseplates made from a visible light-activated composite resin. *J Prosthet Dent.* 1989; 62: 184-9.
16. Fellman S. Visible light-cured denture base resin used in making dentures with conventional teeth. *J Prosthet Dent.* 1989; 62: 356-9.
17. Council on dental material and devices. Revised American Dental Association specification No. 12 for denture base polymers. *JADA.* 1975; 90: 451-8.
18. Ling B. A three-visit, complete-denture technique utilizing visible light-cured resin for tray and base plate construction. *Quintessence Int.* 2004; 35: 294-8.

Dirección para correspondencia:
Dr. Federico Humberto Barceló S
Tel: 56225548
E-mail: barcelo@servidor.unam.mx