

Evaluación de absorción de agua y porosidad de tres resinas para base de dentaduras.

Evaluation of the water sorption and porosity of three resin denture base materials.

Lucía del Carmen Castellanos Albores,* Roberto Méndez Maya,** María Antonieta Cornejo Peña,**
Raúl Sánchez Rubio Carrillo,*** Rogelio Oliver Parra****

RESUMEN

Introducción: La absorción de agua y porosidad de las resinas para bases de dentaduras afecta sus propiedades mecánicas. **Objetivo:** Comparar la absorción de agua y libertad de porosidad de tres resinas para bases de dentaduras Pro base Hot, Lucitone 199 y Nictone frente a la norma ISO No. 1567. **Materiales y métodos:** Se elaboraron cinco especímenes de cada una de las resinas acrílicas de acuerdo con la especificación ISO 1567 para evaluar la absorción de agua ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$) y 4 de cada resina para la libertad de porosidad que fue analizada por dos observadores previamente calibrados ($\kappa = 0.85$). El análisis estadístico se realizó con Anova de una vía, prueba de Scheffé y χ^2 ($\alpha = 0.05$). La absorción de agua se calculó mediante la desecación e hidratación de los especímenes empleando la fórmula de absorción de la norma ISO 1567. **Resultados:** Nictone obtuvo el valor más elevado de absorción de agua ($31.05 \mu\text{g}/\text{mm}^3$) encontrándose cerca del límite superior de la norma ISO 1567 de $32 \mu\text{g}/\text{mm}^3$. Se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre Nictone y las otras dos resinas empleadas en el estudio ($p < 0.05$). La absorción de agua de Lucitone 199 fue de $27.91 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ y Pro base Hot $27.61 \mu\text{g}/\text{mm}^3$. En la prueba de libertad de porosidad las resinas Pro base Hot y Nictone obtuvieron 8 tiras libres de defectos. Lucitone 199 contó 11 tiras libres de porosidad (91.7%). **Conclusiones:** Los valores de absorción de agua de las tres resinas acrílicas cumplen con la Norma ISO 1567. La libertad de porosidad fue aprobada sólo por la resina Lucitone 199.

Palabras clave: Base de dentadura, ISO 1567, porosidad, absorción de agua.

ABSTRACT

Introduction: The water sorption and porosity of denture base resins affect their mechanical properties. **Objective:** To compare the water sorption and freedom from porosity of three denture base resins: ProBase Hot, Lucitone 199, and Nictone, in accordance with ISO 1567. **Materials and methods:** Five specimens of each of the acrylic resins were prepared in accordance with ISO specification 1567 to evaluate water sorption ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$), and 4 of each resin for freedom from porosity, which was analyzed by two previously calibrated observers ($\kappa = 0.85$). Statistical analysis was performed using a one-way ANOVA, Scheffé test, and χ^2 ($\alpha = 0.05$). Water sorption was calculated by drying and hydrating the specimens using the ISO 1567 sorption formula. **Results:** Nictone obtained the highest level of water sorption ($31.05 \mu\text{g}/\text{mm}^3$), close to the upper limit of the ISO 1567 standard of $32 \mu\text{g}/\text{mm}^3$. Statistically significant differences were identified between Nictone and the two other resins used in the study ($p < 0.05$). The water sorption of Lucitone 199 was $27.91 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ and that of ProBase Hot was $27.6 \mu\text{g}/\text{mm}^3$. In the freedom from porosity test, ProBase Hot and Nictone produced 8 specimen strips with no defects. Lucitone 199 produced 11 strips with no porosity (91.7%). **Conclusions:** The water sorption values of all three acrylic resins comply with ISO 1567. Freedom from porosity proved to be compliant only in the case of Lucitone 199.

Key words: Denture base, ISO 1567, porosity, water sorption.

INTRODUCCIÓN

En los próximos años se espera que aumente el edentulismo en la población de edad avanzada y por lo tanto la necesidad de tratamientos con prótesis completa. La proyección en necesidad de dentadura completa para el 2020 en los Estados Unidos de América espera que crezca 4.3 millones en la población adulta;¹ es posible que en México esta cifra sea mayor. A pesar

* Egresada del Postgrado de Prostodoncia. Universidad Autónoma de Tamaulipas.

** Profesor Investigador del Postgrado de Prostodoncia. Universidad Autónoma de Tamaulipas.

*** Profesor Investigador. Universidad Autónoma de Baja California Norte, Campus Mexicali.

**** Profesor Investigador. Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Recibido: Enero 2014. Aceptado para publicación: Marzo 2014.

de los avances científicos, no se ha conseguido reducir la presencia de edentulismo, especialmente en los países subdesarrollados. Es esencial que los materiales de base para dentaduras postizas estén sometidos a las normas de calidad como ISO 1567 y la norma Nº 12 de la ANSI/ADA. Las resinas protésicas se introdujeron en la fabricación de bases de dentaduras en la década de 1930.²⁻⁴ El poli-metil metacrilato (PMMA) actualmente es la resina acrílica más utilizada⁵ y ha dominado el mercado por más de 70 años.⁶⁻⁸ Los principales requerimientos de un polímero para base de dentaduras son: adecuadas propiedades mecánicas, suficiente estética, fácil manejo de la resina y un mínimo de liberación residual de monómeros.⁹ Sin embargo, el PMMA presenta absorción de agua y porosidad consideradas como características no deseadas dentro de una resina acrílica. El PMMA absorbe cantidades relativamente pequeñas de agua con lentitud durante cierto tiempo cuando se coloca en un medio acuoso. La absorción se debe a las propiedades polares de las moléculas de la resina; sin embargo, se comprobó que el mecanismo consiste en la difusión de las moléculas de agua según las leyes de difusión.¹⁰ La absorción de agua dentro de la base de la dentadura actúa como un plastificante disminuyendo sus propiedades mecánicas, principalmente la dureza, fuerza transversal y el límite de fatiga; además puede influenciar la estabilidad dimensional de una prótesis removible resultando en un incremento de volumen y peso.¹¹⁻¹⁴ La porosidad en la resina para base de dentadura puede resultar en la tinción de ésta, así como en la adherencia de substancias¹⁵ y microorganismos como la *Candida albicans*, asociada con la estomatitis protésica; además, la presencia de poros puede causar un elevado estrés interno y vulnerabilidad a la distorsión y deformación.¹⁶

Miettinen y cols.¹⁷ reportaron que la absorción de agua de la resina Probase Hot reforzada con fibra de vidrio es de $16.390 \mu\text{g}/\text{mm}^3$, mientras que su grupo control (sin refuerzo de fibra de vidrio) fue de $16.968 \mu\text{g}/\text{mm}^3$, encontrándose ambos valores dentro de los parámetros de la norma ISO 1567, que señala que la absorción de agua de una base para dentadura de resina acrílica debe ser menor de $32 \mu\text{g}/\text{mm}^3$. Dhir y cols.¹⁸ por su parte, reportaron valores de $20.3 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ de absorción de agua en la resina acrílica Lucitone 199, observando que este material cumple con el parámetro establecido por la norma ISO 1567.

La porosidad en la resina acrílica es un fenómeno complejo de origen multifactorial que parece depender en parte de la sustancia y/o del método de polimerización y la combinación de la técnica utilizada en el enmuflado.

Una vez que la resina acrílica ha sido polimerizada y se forman poros en su masa, es muy difícil determinar si la porosidad del material es resultado del ciclo de polimerización o de la manipulación del proceso del enmuflado.¹⁶ Diversos métodos han sido usados para estudiar la porosidad, incluyendo observación microscópica de cortes de especímenes, método fotográfico y porosimetría de mercurio; este último es considerado como el mejor método disponible para la determinación de rutina del tamaño del poro.¹⁵ Una técnica diferente para calcular la porosidad consiste en pesar el espécimen antes y después de su inmersión en agua, medir el volumen del espécimen, la densidad de la resina, el agua y el aire atrapado en los poros.^{19,20} Mediante el uso de ecuaciones se realiza el cálculo de porosidad media; la especificación ISO 1567 para polímeros de base de dentaduras y la norma número 12 ANSI/ADA considera a una resina acrílica libre de porosidad si al menos 5 de 6 tiras de resina acrílica evaluadas mediante inspección visual presentan ausencia de poros o espacios en blanco en su superficie.

El objetivo de este estudio *in vitro* fue evaluar la absorción de agua y libertad de porosidad de tres resinas acrílicas para base de dentaduras y someter sus resultados a la aprobación de la norma ISO 1567.

MATERIALES Y MÉTODOS

En un estudio experimental *in vitro* y comparativo, tal como lo indica la norma ISO 1567, se elaboraron cinco especímenes en forma de disco con 50 mm de diámetro y 0.5 mm de espesor con diferentes mezclas de resinas acrílicas: Pro Base Hot (Vivolac Vivadent, Schaan, Liechtenstein), Lucitone 199 (Dentsply International Inc., York, PA), Nictone (mdc dental, Guadalajara, Jalisco, México) siguiendo las especificaciones del fabricante.

Absorción de agua

Esta prueba inició con la desecación de la *silica gel* (OKER-CHEMIE GMBH, Goslar, Alemania) a una temperatura de 130 °C por 300 minutos que posteriormente se introdujo en el interior de un desecador (Glaswerk wetheim, LABORGERÄTEBÖRSE, Burladingen, Alemania); después los discos experimentales fueron introducidos en el desecador a una temperatura de 37 ± 1 °C por 23 horas; posteriormente fueron cambiados a un segundo desecador conteniendo *silica gel* recién deshidratada. Los especímenes se mantuvieron a una temperatura de 23 °C por una hora. Las muestras de resina acrílica se pesaron en una balanza analítica (Sartorius; Sartorius

AG, Göttingen, Alemania) con una precisión de 0.2 mg, los ciclos de desecación se repitieron utilizando *silica gel* recién deshidratada hasta que los especímenes adquirieran una masa constante (M1), es decir, que la pérdida de masa de cada ejemplar no fuera más de 0.2 mg entre las pesadas sucesivas.

Las muestras se sumergieron en agua bidestilada (Hycel, reactivos químicos, Zapopan, Jalisco, México) a una temperatura de 37 ± 1 °C por un lapso de siete días. Transcurrido este tiempo, los especímenes se pesaron (M2). Después se volvieron a iniciar los ciclos de desecación de los especímenes anteriormente mencionados, hasta alcanzar una masa constante (M3). El cálculo del volumen de los especímenes se determinó con un calibrador electrónico (Mitutoyo® Mod. 700-113, China) y la fórmula de volumen de un cilindro.

$$V = \pi r^2 h$$

Se empleó la fórmula de cuantificación de absorción de agua de la especificación ISO 1567 para medir esta variable.

$$W_{sp} = \frac{m_2 - m_3}{V}$$

Libertad de porosidad

Se elaboraron cuatro especímenes rectangulares de cada resina acrílica que contaban con las medidas de la especificación ISO 1567 para determinar la libertad de porosidad (*Figura 1*).

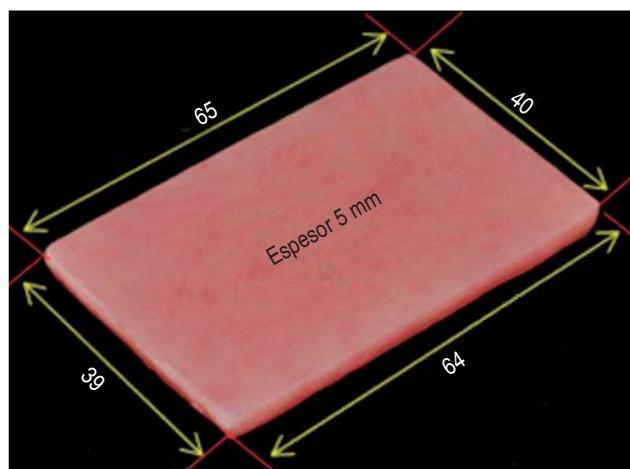


Figura 1. Dimensiones en milímetros del espécimen de resina acrílica.

Cada espécimen se seccionó longitudinalmente en tres partes iguales con la ayuda de un micromotor (Máratón III mdc dental, Guadalajara, Jalisco, México) y de un disco de diamante (KG Sorensen Cotia, São Paulo, Brasil) y se utilizó una secadora (Supermax, Conair, East Windsor, New Jersey) para evitar el sobrecalentamiento del espécimen. Se obtuvieron 12 tiras para cada resina acrílica, que fueron lijadas en húmedo con movimientos de arriba abajo por todas sus caras con papel metalográfico grano 50 y 100 (Fandeli, Tlalnepantla, Estado de México) para conseguir las siguientes dimensiones: 64 mm de largo, $10, 2 \pm 0, 2$ mm de ancho y $3, 3 \pm 0, 2$ mm de altura. Estas medidas fueron verificadas con un calibrador electrónico (Mitutoyo® Mod. 700-113, China). Las tiras fueron almacenadas en recipientes de plástico con tapa hermética hasta el momento de ser inspeccionadas por dos observadores de manera ciega, previamente calibrados en la evaluación de porosidad ($\kappa = 0.85$, fuerza de concordancia muy buena). La inspección visual se realizó de acuerdo con la norma ISO 1567 en busca de espacios en blanco, huecos y poros, los datos se analizaron en el programa PASW Statistics 18 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Se empleó Anova y una prueba de Scheffé manejando un valor de alfa = 0.05.

RESULTADOS

Encontramos que las tres resinas acrílicas se ajustan a la norma ISO 1567 para base de dentaduras en la absorción de agua. Los resultados se ilustran en los cuadros I y II.

A pesar de que todos los especímenes para la base de dentaduras utilizadas en este estudio cumplen con la norma, se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre los materiales (*Cuadro II*). Únicamente la resina Lucitone 199 aprobó la libertad de porosidad de acuerdo con la especificación ISO 1567. Los resultados se ilustran en el *cuadro III*.

DISCUSIÓN

Se estima que en los Estados Unidos de Norte América, en el año 2020 habrán 37.9 millones de personas edéntulas, lo que representará un incremento de 4.3 millones de personas, en comparación con el año 1991,¹ por lo que se podría esperar que el edentulismo aumente en todo el mundo, principalmente en los países subdesarrollados. Como consecuencia, es necesario realizar más investigaciones sobre los materiales

Cuadro I. Absorción de agua en $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ de tres diferentes resinas para base de dentaduras (n = 5).

Grupo	Media (D.E.)	Mínimo	Máximo	Intervalo de confianza 95%
ProBase Hot	27.61† (.72)	26.66	28.59	26.71-28.51
NicTone	31.05* (1.26)	29.74	32.48	29.48-32.62
Lucitone 199	27.91† (1.86)	25.10	30.34	25.60-30.22

* p = 0.006 †p > 0.05.

Cuadro II. Diferencia de medias de absorción de agua.

Comparación	Diferencia de medias $\mu\text{g}/\text{mm}^3$	Intervalos de confianza del 95%	p
Probbase- NicTone	3.43*	5.84-1.03	0.006
ProBase- Lucitone	0.29	2.70-2.10	0.943
NicTone- Lucitone	0.14*	0.73-5.54	0.012

* La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Cuadro III. Frecuencia y porcentajes de la libertad de porosidad en tres resinas acrílicas (p = .26).

		Grupos			
		ProBase	NicTone	Lucitone 199	Total
Libertad de porosidad	Sí	8 (66.7%)	8 (66.7%)	11 (91.7%)	27 (75%)
	No	4 (33.3%)	4 (33.3%)	1 (8.3%)	9 (25%)
	Total	12	12	12	36

Prueba de Scheffe (p = 0.26).

para base de dentadura existentes con el objetivo de incrementar la calidad de éstas y que se ajusten a las necesidades de pacientes edéntulos. Es muy importante que los materiales para base de dentadura disponibles en el mercado sean sometidos a estándares de calidad como la Norma ISO 1567 y verificar que sus propiedades físicas y mecánicas se encuentren dentro de los parámetros establecidos. Los resultados del presente estudio en el análisis de la absorción de agua indican que los materiales evaluados están en concordancia con la especificación ISO 1567 al observar una absorción de

agua menor a $32 \mu\text{g}/\text{mm}^3$, aunque descubrimos que la resina acrílica Nictone se encontró muy cerca del límite superior de la norma. Miettinen y cols.,¹⁷ en 1996, encontraron $16.96 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ de absorción de agua en la resina termopolimerizable Probbase Hot; este resultado se encuentra muy por debajo del reportado en esta investigación; probablemente la diferencia entre los resultados se deba al tamaño de los especímenes entre ambos estudios, ya que Miettinen y cols.¹⁷ estudiaron especímenes con mayores dimensiones que la norma ISO 1567, situación que pudo influir en la obtención

de valores menores de absorción de agua. Por su parte Dhir y cols.¹⁸ reportaron valores de $20.3 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ de absorción de agua en Lucitone 199. Por nuestra parte, encontramos $27.91 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ de absorción de agua empleando especímenes fabricados de acuerdo con la especificación ISO 1567. Las diferencias de los resultados obtenidos en ambas investigaciones probablemente también se deban, como lo señalamos anteriormente, a la desigualdad del espesor de los especímenes, debido a que al poseer un volumen mayor, el espécimen será un número mayor, el cual dividirá el peso del espécimen después de su absorción de agua; esto de acuerdo con la fórmula de la norma ISO 1567 y, por lo tanto, la absorción de agua disminuirá. La especificación ISO 1567 estipula que una muestra de resina acrílica para base de dentaduras elaborada bajo estándares estrictos, siguiendo las especificaciones del fabricante no debe poseer burbujas o huecos groseramente visibles a simple vista. Para que un material se considere libre de porosidad, al menos 5 de 6 tiras de resina acrílica deben de estar libres de porosidad. En la inspección visual realizada por dos observadores previamente calibrados encontramos que la mayor porosidad se encontró en las resinas acrílicas Probase Hot y Nictone con 4 tiras que presentaban defectos en su superficies tales como huecos, espacios en blanco y burbujas; Lucitone 199 sólo consiguió tener una tira con estos defectos. Comparando los resultados de este estudio con la norma ISO 1567, únicamente la resina Lucitone 199 superó la prueba de libertad de porosidad. Un factor importante que consideramos en los resultados observados es que la resina acrílica, Lucitone 199, además de contener polimetilmetacrilato, contiene como ingredientes butadieno-estireno que le permite modificar la estructura interna, lo que provoca que la resina copolimerice mejorando sus propiedades físicas y mecánicas, tal como lo menciona Anusavice.¹⁰ Es indispensable que los materiales para bases de dentaduras se sometan a diferentes estándares internacionales; los grosores de los especímenes utilizados en este estudio son muy diferentes a lo ideal de la prostodoncia total, por lo que es conveniente continuar investigando los materiales empleados en esta investigación en diferentes condiciones para asemejarse a las prótesis orales y al medio bucal.

CONCLUSIONES

Con las condiciones y limitaciones de este estudio *in vitro* se establece que:

1. Las resinas acrílicas Lucitone 199, Probase Hot, Nictone cumplen con la norma ISO 1567 en los valores de absorción de agua.
2. La absorción de agua entre las resinas Lucitone 199 y Probbase Hot es similar. La resina Nictone se encuentra cerca del límite superior de la norma ISO 1567.
3. La resina Lucitone 199 aprueba la libertad de porosidad de acuerdo con la norma estudiada.
4. La libertad de porosidad de las resinas para base de dentaduras Probbase Hot y Nictone es igual y no cumplen con la norma ISO 1567.
5. Por la anterior, concluimos que los materiales utilizados en México cumplen la norma ISO 1567 en lo que respecta a la absorción de agua; sin embargo, no todos aprueban la libertad de porosidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Douglass CW, Shih A, Ostry I. Will there be a need for complete dentures in the United States in 2020. *J Prosthet Dent.* 2002; 87: 5-8.
2. Koeck B. Prótesis Completas. Barcelona: Elsevier Masson; 2007: p. 364-78.
3. Wong DM, Cheng YI, Chow TW, Clark RK. Effect of processing method on the dimensional accuracy and water sorption of acrylic resin dentures. *J Prosthet Dent.* 1999; 81: 300-304.
4. Peyton FA. History of resins in dentistry. *Dent Clin North Am.* 1975; 19: 211-22.
5. Park SE, Periathamby AR, Loza JC. Effect of surface-charged poly (methyl methacrylate) on the adhesion of *Candida albicans*. *J Prosthodon.* 2003; 12: 249-254.
6. Abou-Tabl ZM, Tidy DC, Combe EC, Grant AA. The development of modified denture base materials. *J Biomed Mater Res.* 1983; 17: 885-898.
7. Murray MD, Darvell BW. The evolution of the complete denture base. Theories of complete denture retention a review. Part 1. *Aust Dent J.* 1993; 38: 216-219.
8. Prince CA. A history of dental polymers. *Aust Prosthodont J.* 1994; 8: 47-54.
9. Oyaed H, Ruyter IE. Creep studies of multiphase acrylic systems. *J Biomed Mater Res.* 1989; 23: 719-733.
10. Anusavice JK. Ciencia de los Materiales Dentales. 11a Ed. España: Elsevier; 2004: 721-57.
11. Dixon DL, Ekstrand KG, Breeding LC. The transverse strengths of three denture base resins. *J Prosthet Dent.* 1991; 66: 510-513.
12. Fuji K. Fatigue properties of acrylic denture base resins. *Dent Mater J.* 1989; 8: 243-259.
13. Kalachandra S, Turner DT. Water sorption of plasticized denture acrylic lining materials. *Dent Mater.* 1989; 5: 161-164.
14. Braden M. The absorption of water by acrylic resins and other materials. *J Prosthet Dent.* 1964; 14: 307-316.
15. Yannikakis S, Zissis A, Polyzois G, Andreopoulos A. Evaluation of porosity in microwave-processed acrylic resin using a photographic method. *J Prosthet Dent.* 2002; 87: 613-619.
16. Wolfaardt JF, Cleaton-Jones P, Fatti P. The occurrence of porosity in a heat-cured poly (methyl methacrylate) denture base resin. *J Prosthet Dent.* 1986; 55: 393-400.

17. Miettinen MV, Vallittu KP. Water sorption and solubility of glass fiber-reinforced denture base polymethyl methacrylate resin. *J Prosthet Dent.* 1997; 77: 531-534.
18. Dhir G, Berzins DW, Dhuru BV, Periathamby AR, Dentino A. Physical properties of denture base resins potentially resistant to candida adhesion. *J Prosthodont.* 2007; 16: 465-472.
19. Bafile M, Graser GN, Myers ML, Li EK. Porosity of denture resin cured by microwave energy. *J Prosthet Dent.* 1991; 66: 269-274.
20. Campagnoni MA, Barbosa DB, de Souza RF, Pero AC, The effect of polymerization cycles on porosity of microwave-processed denture base resin. *J Prosthet Dent.* 2004; 91: 281-285.

Correspondencia:

Dr. Rogelio Oliver Parra

Centro Universitario Tampico-Madero,
Facultad de Odontología.
Blvd. Adolfo López Mateos y Av. Universidad, 89337,
Tampico Tamaulipas, México.
E-mail: roliverp@hotmail.com

www.medigraphic.org.mx