

# Análisis comparativo de dureza, resistencia al impacto y flexión de cinco materiales para base de prótesis.

[Comparative analysis of hardness, impact resistance and flexural of five materials for dentures bases.]

## Autores:

Mg. Prof. De Barrio, Marcelo [1]  
Od. Prof. Azzarri, María José [2]  
Od. Prof. Gardiner, Ricardo [3]

## Fecha de recepción:

06/09/2012

## Fecha de aprobación:

22/10/2012

[1] Mg. Profesor Titular, Operatoria Dental I, Facultad de Odontología de la Universidad Católica convenio SOLP de La Plata, Prof. Adjunto, Integral Adultos I, Facultad de Odontología de la Univ. Católica de La Plata convenio SOLP. Jefe de trabajos Prácticos Operatoria Dental B Univ. Nac. de La Plata.

[2] Od. Profesora Adjunta, Materiales Dentales Facultad de Odontología de la Universidad Católica de La Plata convenio SOLP. Profesora Adjunta, Materiales Dentales Escuela de Odontología Universidad John F. Kennedy. Jefe de trabajos Prácticos Materiales Dentales Univ. Nac. de La Plata.

[3] Od. Profesor Asociado, Operatoria Dental Escuela de Odontología de la Universidad John F. Kennedy. Profesor Adjunto, Materiales Dentales de la Univ. Nacional de La Plata. Profesor Adjunto de Operatoria Dental B de la Univ. Nac. de La Plata.

Dirección de Contacto:  
Facultad de Odontología UCALP-SOLP.  
Calle 13 entre 45 y 46, N°680, La Plata.  
(1900) Prov. de Buenos Aires.  
E-mail: mdebarrio@gmail.com  
Tel.: 0221-4227297

Sociedad Odontológica de La Plata  
Biblioteca  
"Dr. Anibal E. Inchausti"

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue valorar cuantitativamente in vitro la Resistencia Flexural, Resistencia al impacto y dureza de tres resinas acrílicas y dos a base de poliamidas para la confección de base de prótesis. Para la medición de impacto se utilizó el Péndulo de Charppy, para resistencia flexural una máquina Instron y un durómetro Rockwell para la dureza. En cuanto a la resistencia al impacto los mayores valores obtenidos correspondieron a la poliamida Valplast, mientras que los menores, sin presentar diferencias significativas entre sí ( $p < 0,001$ ), correspondieron a los acrílicos curados por temperatura y microondas, viéndose invertidos estos valores en los análisis de dureza, presentándose la poliamida Deflex con valores similares a las resinas acrílicas. En cuanto a la resistencia flexural, los materiales más rígidos fueron las resinas acrílicas de termocurado y las curadas por microondas, mientras que la más flexible fue la poliamida Valplast.

## SUMMARY

The aim of this work was to value quantitatively test-tube the Flexural resistance, impact resistance and hardness of three acrylic resins and two polyamides for dentures bases preparation. For the measurement of impact the Pendulum of Charppy was used, for flexural resistance a machine Instron and a Rockwell durometer for hardness. The higher values obtained as far as the impact resistance corresponded to the Valplast polyamide, whereas the lower ones, without presenting significant differences ( $p < 0,001$ ) to each other, corresponded to acrylics cured by temperature and microwaves, being themselves inverted to these values in the hardness analyses, appearing the Deflex polyamide with values similar to the acrylic resins. As far as the flexural resistance, the most rigid materials were the acrylic resins cured by heat and microwaves, whereas the most flexible was the Valplast polyamide.



**PALABRAS CLAVE**

Curado, Poliamidas, Dureza, Resistencia a la flexión, Resistencia al impacto.

**KEY WORDS**

Cured, Polyamides, Hardness, Impact resistance, Flexural resistance.

**INTRODUCCIÓN**

Las prótesis removibles pueden estar retenidas por dientes remanentes naturales, artificiales o bien por implantes, pero son soportadas en mayor o menor grado por la mucosa del reborde alveolar residual. La parte de la prótesis que sostiene los dientes artificiales y que, a su vez, está destinada a adosarse y mantenerse junto a los tejidos blandos de la boca se denomina base de prótesis. Cuanto mayor sea la adaptación de la misma a los tejidos, tanto mejor será la retención y más cómoda para el paciente [1].

La introducción del caucho vulcanizado, marcó el inicio de la era de los polímeros. Luego fueron desplazados por polimetilmetacrilato, el poliestireno, el polivinilacrilico y las poliamidas. En los últimos tiempos se han utilizado resinas a base de polimetacrilato de metilo con diferentes métodos de activación, como termocurado, curado rápido y últimamente la radiación por microondas [1]. La principal ventaja de esta última radica en el tiempo empleado para el curado, aunque no es totalmente claro si el grado de conversión obtenido en este proceso, y las propiedades del material son superiores a la de los materiales curados con métodos convencionales [2]. Por otro lado, un bajo grado de conversión puede producir la liberación de monómero residual, productos de degradación e iones que pueden influir tanto en la biocompatibilidad como en las propiedades mecánicas del material siendo controlada por la forma de procesamiento del mismo [2-3]. Algunos autores coinciden en que la mucosa oral se puede ver afectada con el correr del tiempo por la presencia de estos monómeros residuales [4].

La más usada de las resinas acrílicas es el polimetacrilato de metilo, por ser la de mayor dureza y elevada temperatura de ablandamiento [5]. Su forma de presentación más frecuente es la de polvo-líquido siendo su composición la que determina entre otras características el tipo de polimerización.

Los polímeros son de naturaleza viscoelástica lo que indica que las propiedades mecánicas dependen además de la temperatura, de las fuerzas que actúan sobre ellos en función del tiempo transcurrido, por lo que los ensayos de impacto cobran especial relevancia en estos materiales [6]. Las poliamidas también denominadas nylon, son un polímero cristalino con moléculas de cadenas largas ordenadas en paralelo, lo que le confiere propiedades de insolubilidad y alta resistencia al calor, dentro de ellas las más utilizadas son el nylon-6 y el nylon 66 [7-8].

A diferencia de otros productos termoplásticos, las poliamidas no tienen una zona de reblandecimiento, sino un punto de fusión bastante definido, pasando del estado sólido al líquido en un intervalo de 1-2° C [9]. Considerando su peso molecular relativamente bajo, éstos policondensados se destacan entre los productos termoplásticos por su alta tenacidad, resistencia a la flexión, dureza superficial y resistencia a la abrasión [10].

Otra característica muy importante es su capacidad de absorción acuosa en atmósfera seca, se endurecen y vuelven quebradizas, actuando el agua, prácticamente como plastificante [11].

Dada la aparición reciente de las poliamidas para base de prótesis, y la consiguiente falta de trabajos de investigación sobre las mismas, este proyecto se basó en compararlas con materiales como las resinas acrílicas que desde décadas se vienen utilizando con éxito.

**MATERIAL Y MÉTODO**

Se utilizaron para el siguiente trabajo tres resinas acrílicas y dos a base de poliamidas, conformando 5 grupos de estudio a saber:

**Grupo 1,** Resina acrílica de termocurado. Subiton Prothoplast.

**Grupo 2,** Resina acrílica inyectada. Acrilato Deflex.

**Grupo 3,** Poliamida flexible. Deflex.

**Grupo 4,** Poliamida flexible. Valplast.

**Grupo 5,** Resina para microondas. Ruthenium Micropoll.

Los materiales se obtuvieron de dos partidas diferentes para minimizar la posibilidad de dispersión de datos. Se confeccionaron quince probetas para el estudio de cada propiedad (n=15), siguiendo las normas IRAM 27008 correspondientes a polímeros para base de dentadura y las indicaciones de cada fabricante. Las medidas de las mismas en milímetros fueron de 10 x 10 x 100 para la resistencia flexural y de 10 x 10 x 55 para la resistencia al impacto y la dureza (fig. 1).

**GRUPO 1:**

Las muestras fueron incluidas en una mufia de bronce y curadas en un ciclo de 8 horas a 70° C.

**GRUPO 2:**

Las muestras fueron obtenidas con una máquina inyectora modelo MAD a 280° C con un tiempo de plastificado de 15 minutos y sostenimiento de inyección de 30 segundos a 100 libras de presión [15]

**GRUPOS 3 y 4:**

Las muestras fueron obtenidas con una máquina polimerizadora Tecnodent - Polimat 2 a 120° C y 6 atmósferas de presión, durante 10 minutos.

**GRUPO 5:**

Las muestras fueron incluidas en una mufia de policarbonato, y llevadas a un horno de microondas marca Galanz a una potencia de 500 watts durante 10 minutos (5 por cada lado de la mufia) para la activación de la polimerización [12].

La resistencia a la flexión se evaluó con una máquina Instron modelo 4483 con una carga máxima de 15 toneladas desplazamiento de 0,7 mm por segundo (fig. 2).

Para la medición de resistencia al impacto se utilizó un Péndulo de Charpy (fig. 3).

Para la medición de dureza se utilizó un durómetro método Rockwell, escala M, esfera de ¼ de pulgada y carga de 100 kg. (fig. 4).





Fig. 1: Preparación de muestras. Fig. 2: Máquina Instron. Fig. 3: Péndulo de Charpy. Fig. 4: Durómetro Rockwell.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos se analizaron empleando el análisis de varianza unimodal de Kruskal – Wallis (Anova) con un grado de significación del ( $p < 0,001$ ), y para comparar las diferencias entre los grupos se empleó el test de Tukey.

## RESULTADOS

Los mayores valores obtenidos en cuanto a la resistencia al impacto (tabla I) correspondieron a la poliamida Valplast, seguida por el acrílato inyectado Deflex, la poliamida Deflex y finalmente sin presentar diferencias significativas entre sí ( $p < 0,001$ ), los acrílicos curados por microondas y de termocurado.

Con respecto a la dureza (tabla II), el valor más elevado correspondió al acrílico de termocurado, seguido por el acrílico curado por microondas y la poliamida Deflex, sin presentar diferencias significativas, posteriormente el acrílato inyectado y por último la poliamida Valplast ambos con diferencias entre ellos y con los tres anteriores ( $p < 0,001$ ).

En cuanto a la resistencia flexural (tabla III) los mayores valores obtenidos fueron para las resinas acrílicas de termocurado y las resinas curadas por microondas, sin existir diferencias significativas entre ambas, le siguieron en orden las poliamidas Deflex, las resinas acrílicas inyectadas y las poliamidas Valplast con diferencias ( $p < 0,001$ ) entre ellos y con los dos grupos anteriores.

## DISCUSIÓN

Desde los años 70 se realizaron diversos estudios sobre las bases de resinas acrílicas, llegando a la conclusión que las diferencias básicas existentes entre estos materiales son producidas durante su procesamiento en el laboratorio, así como también durante el uso de las mismas en boca [10]. En cuanto a dureza y resistencia al impacto, coincidimos con los estudios realizados por Neisser [6] y Tanji [2], observando similares valores en las resinas acrílicas. En cuanto a las Poliamidas se refiere, la mayor dureza y menor resistencia al impacto observadas, de la marca Deflex en relación a Valplast, podría tener directa relación con el tipo del Nylon utilizado en la composición de cada una de ellas [7].



TABLA I. RESISTENCIA AL IMPACTO.

IMPACTO		MEDIA Kgcm-cm <sup>2</sup>	DESV. STAND	TEST DE TUKEY
Acrílico Subiton	GRUPO 1	3,4	0,58	
Acrilato Deflex	GRUPO 2	8,5	0,6	
Poliamida Deflex	GRUPO 3	6	0,6	
Poliamida Valplast	GRUPO 4	13,1	0,53	
Microondas	GRUPO 5	3,1	0,58	

p&lt;0,001

TABLA II. DUREZA.

DUREZA		MEDIA Kgcm-cm <sup>2</sup>	DESV. STAND	TEST DE TUKEY
Acrílico Subiton	GRUPO 1	75,25	0,95	
Acrilato Deflex	GRUPO 2	63,25	0,5	
Poliamida Deflex	GRUPO 3	73,5	2,38	
Poliamida Valplast	GRUPO 4	41,75	1,7	
Microondas	GRUPO 5	74,5	0,57	

p&lt;0,001

TABLA III. RESISTENCIA FLEXURAL.

FLEXIÓN		MEDIA Kgcm-cm <sup>2</sup>	DESV. STAND	TEST DE TUKEY
Acrílico Subiton	GRUPO 1	107	0,13	
Acrilato Deflex	GRUPO 2	73,1	0,3	
Poliamida Deflex	GRUPO 3	89,2	0,86	
Poliamida Valplast	GRUPO 4	65,7	1,35	
Microondas	GRUPO 5	105	0,2	

p&lt;0,001

Miessi y col. encontraron en las resinas curadas por energía de microondas los mayores valores de dureza [1-13-14], a diferencia, en este estudio, si bien los valores fueron similares (aunque la potencia de los aparatos de microondas y el tiempo utilizado fueron diferentes), estos no superaron a las resinas acrílicas termopolimerizables. [16]

En cuanto a la flexión se refiere, como es de esperar, los valores encontrados, fueron inversamente proporcionales a los obtenidos en resistencia al impacto, siendo las de base poliamídicas las más flexibles a excepción del acrilato Deflex que presentó un comportamiento similar a estas últimas. Con respecto a las tres propiedades estudiadas las poliamidas Deflex fueron las que más se asemejaron al comportamiento de las resi-

nas acrílicas termopolimerizables y activadas por microondas.

Podemos inferir que dependerá de las diferentes situaciones clínicas que puedan presentarse, el material de elección, podrá ser rígido, semirígido o flexible.

### CONCLUSIONES

Dentro del marco de este estudio podemos concluir que las poliamidas marca Valplast fueron las más flexibles y menos duras de todos los materiales evaluados. Por otro lado los acrílicos Subitón y Ruthinium Micropoll fueron los más duros y rígidos (dado que presentaron los mayores valores de resistencia a la flexión y los menores al impacto). Las poliamidas marca Deflex, fueron duras como los acrílicos, pero más

flexibles y menos rígidos que estos. En cuanto al acrilato Deflex podemos deducir un comportamiento más cercano al de una poliamida que al de un acrílico en cuanto a su flexibilidad, si bien presentó diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) con todos los grupos de materiales.

De este estudio el protesista puede inferir la base de prótesis más adecuada para las diferentes situaciones clínicas que puedan presentarse, ya que en algunos casos buscará ciertas características de rigidez o flexibilidad y un mayor o menor grado de dureza, según busque resistencia al impacto por la presencia de antagonistas naturales o bien optar por la preservación del reborde alveolar, tan importante ante la posible indicación de una rehabilitación implanto asistida. ■



## Bibliografía

- [1] Miessi AC, Goiato MC; Ribeiro, P, Santos, DM, Pesqueira, AA, Haddad, MF. Avaliação da microdureza superficial de quatro diferentes resinas acrílicas para base de dentaduras. *Rev. Cienc. odontol. bras.* 2007; 10(4):49-54.
- [2] Tanji M, Domitti S, Consani RL, Consani S, Marchese MP. Influência de ciclos de polimerização sobre a resistência ao impacto de resinas acrílicas. *PCL.* 2002; jan.-fev; 4(17):44-8.
- [3] Honorez P, Grimonster J, The effect of three processing cycles on some physical and chemical properties of a heat-cured acrylic resin. *J Prosthet. Dent.* 1998; Vol. 61- 510-17.
- [4] Azzarri, M J, Cortizo MS, Alessandrini JL. Effect of the curing conditions on the properties of an acrylic denture base resin microwave-polymerized. *J Dent.* 2003; 31: 463-468.
- [5] Martínez A.B, Díaz M.R. La fractura del poliestireno: parte II. Comportamiento a velocidades de impacto. *Revista de plásticos modernos,* 1994; 68(460): 361-7.
- [6] Neisser M, Olivieri K A. Avaliação da resistência ao impacto e dureza de resinas acrílicas termicamente ativadas para base de próteses totais. *Rev. Fac. Odontol. São José dos Campos.* 2001; 4(2):35-42.
- [7] Vacek J. Poliamidas Seu uso como base para próteses. Setor de Próteses do Segundo Departamento de Estomatologia, *Primeira Faculdade Médica da Universidade Charles, Karlovo nám sti.* 2003; 32, 121 11 Praga 2.
- [8] Tay LY, Bail M, Herrera DR, Jorge JH. Propiedades de materiales resilientes para rebase de prótesis. *Rev. Estomatol Herediana.* 2011; 21(1):102-109.
- [9] Meyer A, Jones N, Lin Y, Kranbuehl D. Macromolecules. 2002; 35, 2784.
- [10] Yunus, N. Some flexural properties of a nylon denture base polymer. *J Oral Rehab, Kuala Lumpur.* 2005; 32: 65-71.
- [11] Davis RD, Jarrete WL, Mathias LJ. *Polymer,* 2001; 42: 2621-2626.
- [12] Peters, A; Arnold, Christin; Setz, Jürgen M.; Boeckler, Arne F., Factors in polymerization influencing the accuracy of PMMA denture bases. *Int Poster J Dent Oral Med 2010, Vol 12 No 1, Poster* 476.
- [13] Xinlong M, Yang Y, Jianxiang M, Xiaohong W, Yanjun Z. Comparison of mechanical properties of polymethyl methacrylate of different mixing ratios. *J Med Eng Technol.* 2011 Jan; 35(1):54-8. Epub 2010 Nov 2.
- [14] Alzate S, Ortiz C. Comparación de la resistencia a fuerzas traccionales de láminas elaboradas con dos acrílicos polimerizados con energía microondas y termocurado convencional). *Informe de Investigación Universidad Militar Nueva Granada. Fundación CIEO. Bogotá, 2009.*
- [15] Marciales M, Hoyos L. F, Caicedo L. F. Comparación de la porosidad de placas acrílicas polimerizadas mediante dos métodos (termocurado convencional y curado por energía microondas). *Informe de Investigación Universidad Militar Nueva Granada. Fundación CIEO Bogotá, 2010.*
- [16] Castillo J.J, Herrera S, Rey P.A, Mejía C, Jaramillo A. Comparación de propiedades tensionales de resinas acrílicas de termocurado para la elaboración de bases protésicas. *Rev. Estomat.* 2011; 19(1):20-25.

# NEWTON®

## Microscopía

## Microscopios Estereoscópicos

### Línea Odontología Cirugía y examen

Confiables y versátiles en Microscopios de Cirugía y Examen. Óptimas presentaciones en las distintas especialidades médicas, que requieran de microcirugía.



Desde 1950 en el país, dedicados a la fabricación de instrumental óptico de precisión.

- Fabricados bajo normas y requerimientos específicos de endodoncia, implantología y cirugía.
- Equipados con óptica de origen Japón de alta resolución, gran profundidad de foco, imagen y colores nítidos y brillantes.
- Estativo de pie muy estable y de pared con brazo articulado pantográfico compensado.
- Sistema de video opcional con mini cámara CCD de alta definición (más de 570 TV líneas).
- Sistema de fotografía digital opcional mediante cámara réflex digital para toma de imágenes de inigualable calidad.
- Garantía de fabricación y servicio técnico.

FÁBRICA Y COMERCIALIZACIÓN Ameghino 1426 (B1883APN) Bernal, Bs. As., Argentina  
Telefax: (54 11) 4137-6310 / 4137-6311 / 4259-2984 / info@newtonmicroscopios.com  
[www.newtonmicroscopios.com](http://www.newtonmicroscopios.com)

