

BM-I-2

ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS A TENSIÓN DE CEMENTOS ÓSEOS PREPARADOS CON EL METACRILATO DEL ACIDO BENZOICO

Canché-Canché M.⁽¹⁾ Cervantes-Uc J.M.⁽²⁾ Vázquez-Torres H.⁽³⁾ y *Cauich-Rodríguez J.V.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Apdo. Postal 87, Mérida, Yucatán, México.

⁽²⁾ Depto. de Química. ⁽³⁾ Depto. de Física. Área de Polímeros. Universidad Autónoma

Metropolitana-Iztapalapa. Apartado Postal 55-534, México, D.F.

e-mail:jvcr@cicy.mx

INTRODUCCIÓN

Los cementos óseos son materiales poliméricos de uso ortopédico que han estado en el mercado por más de 40 años. Estos materiales se utilizan con el objeto de fijar prótesis metálicas y comúnmente son preparados con metacrilato de metilo (MMA) y poli(metacrilato de metilo) (PMMA). Con el objeto de mejorar la biocompatibilidad de los cementos se han incorporado diversos fosfatos de calcio (HA y TCP) o biovidrios en sus formulaciones.^{1,2} Del mismo modo, se han preparado cementos óseos experimentales con metacrilatos funcionalizados tales como el ácido metacrílico (MAA) y el metacrilato de dietil amino etilo (DEAEMA) con el objeto de promover la adhesión de osteoblastos y reducir los problemas de aflojamiento aséptico. Los cementos generados a partir de estos metacrilatos cumplen con la resistencia mínima a la compresión (70 MPa) requerida para su uso ortopédico; sin embargo, su resistencia mínima a tensión y flexión, 30 y 50 MPa respectivamente, solamente ha sido satisfecha por algunas formulaciones. En este trabajo se reporta la preparación de cementos óseos con un nuevo metacrilato funcionalizado que posee tanto un grupo ácido como un anillo aromático en su estructura. El metacrilato del ácido benzoico (MAB) fue utilizado como comonomero en una formulación con base en metacrilato de metilo por considerarse que la presencia de esta estructura aromática contribuirá al mejoramiento de las propiedades mecánicas de estos cementos. Las propiedades mecánicas a tensión son reportadas y comparadas con las exhibidas por cementos preparados con ácido metacrílico como comonomero. La determinación de las propiedades mecánicas en los cementos es de suma importancia ya que las fuerzas externas aplicadas durante diversas actividades físicas pueden exceder la capacidad del cemento para transferir dichas cargas. Esfuerzos a tensión pueden ser encontrados en el cemento en la parte lateral del implante mientras que esfuerzos a compresión han sido observados en la parte interna del mismo. Finalmente, una combinación de esfuerzos de corte, tensión y compresión han sido observadas durante la carga *in vivo* en una unión artificial.³

PARTE EXPERIMENTAL

Los cementos óseos experimentales fueron preparados con MMA como monómero base y MAA o MAB como comonomeros. La síntesis del MAB ha sido reportada previamente.⁴ Tanto el monómero alifático como el aromático se añadieron en fracción molar (f.m) de 0.05, 0.1 y 0.2. La dimetil p-toluidina (DMPT) fue agregada a la mezcla de monómeros al 2.5% p/p, mientras que el peróxido de benzoilo (PBO) fue añadido al 1% p/p respecto al polímero base (Nictone). La razón polvo/líquido usada fue de 2, y ambos componentes fueron mezclados a mano, sin vacío. El cemento comercial CMW 3 se utilizó con fines de comparación.

Las pruebas a tensión se llevaron a cabo a una velocidad de cabezal de 5 mm/min usando una máquina de pruebas universales Shimatzu. A partir de la curva de carga vs. desplazamiento, se calcularon el módulo de Young, la resistencia máxima a tensión y la deformación máxima. Aquí se reporta promedio de al menos 5 ensayos para cada formulación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos de la determinación de las propiedades mecánicas a tensión de los cementos óseos experimentales preparados con ácido metacrílico (monómero alifático) y el metacrilato del ácido benzoico (monómero aromático).

Tabla 1. Efecto de la estructura del comonómero en las propiedades mecánicas a tensión de cementos óseos.

FORMULACIÓN DEL CEMENTO ÓSEO	RESISTENCIA MÁXIMA (MPa)		MÓDULO ELÁSTICO (MPa)		DEFORMACIÓN (%)	
	AMA	MAB	AMA	MAB	AMA	MAB
PMMA-(MMA 0.95 AMA ó MAB 0.05)	36.75 ± 0.72	50.72 ± 4.66	1180 ± 173	1352 ± 144	3.91 ± 0.33	6.64 ± 1.58
PMMA-(MMA 0.9 AMA ó MAB 0.1)	37.03 ± 5.00	33.83 ± 3.51	910 ± 304	1074 ± 110	5.71 ± 1.73	3.98 ± 0.56
PMMA-(MMA 0.8 AMA ó MAB 0.2)	35.98 ± 3.34	27.27 ± 2.27	1155 ± 80	1154 ± 124	3.75 ± 1.29	2.66 ± 1.80
CMW 3	35.27 ± 9.5		4100 ± 1.4		5.31 ± 0.9	

Como se puede apreciar en esta tabla, las propiedades mecánicas de los cementos óseos se incrementaron cuando se empleó el MAB, en lugar del AMA, como comonómero a una concentración de 0.05 f.m. A concentraciones elevadas del MAB se observaron problemas de solubilidad de este monómero en el metacrilato de metilo y, como consecuencia de esto, no se observó una mejora en sus propiedades mecánicas. La resistencia a la tensión se incrementó en 70% con respecto a las formulaciones que contenían AMA, y el módulo elástico se incrementó ligeramente de 1180 a 1352 MPa. Con estos resultados se demuestra que la introducción de un anillo aromático a la formulación del cemento óseo incrementa no sólo el módulo del compuesto sino también su resistencia mecánica. Este fenómeno también ha sido observado en compuestos que incorporan estructuras cíclicas o aromáticas.^{5,6,7} El incremento en propiedades mecánicas puede explicarse por el aumento de la temperatura de transición vítrea de los cementos. Sin embargo, debido a la facilidad de formación de anhídridos inter o intramoleculares en la unidad de MAB, no pudo ser determinada la Tg por DSC ni por DMA. La Tg del polianhídrido resultante fue de 160°C.

CONCLUSIONES

Los cementos óseos preparados con bajas concentraciones del metacrilato del ácido benzoico exhibieron mejores propiedades mecánicas a la tensión (módulo y resistencia) que sus contrapartes preparadas con ácido metacrílico. Estas propiedades fueron comparables a las exhibidas por el CMW 3 que se emplean rutinariamente en artroplastias totales de cadera.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al CONACYT (México) por el financiamiento a este proyecto (J27664U).

REFERENCIAS

1. Harper EJ. Proc Instn Mech Engrs 1998; **212 H**:113-120.
2. Durucan C, Brown PW. J Mater Sci Mater Med 2000; **11**:365-371.
3. Lewis G. J Biomed Mater Res (Appl Biomater) 1997; **38**:155-182.
4. Cervantes M, Vázquez H, Cauich J. *7th Pacific Polymer Conference* (2001) Oaxaca, México. 323.
5. Corkhill PH, Trevett AS, Tighe BJ. The potential of hydrogels as synthetic articular cartilage in *Polyurethane elastomers* (Ed) Helpburn C. Elsevier. (1982) Londres. Cap. 11.
6. Bogdal D, Pielichowski J, Boron A. J. Appl. Polym. Sci. **66** (1997) 2333-2337
7. Kitoh S, Suzuki K, Kiyohara T, Kurita K. J. Appl. Polym. Sci. **45** (1992) 1329-1333.