

Revista Española de Cirugía Osteoarticular

Número 138
Año 23 - Tomo 23
Valencia, noviembre-diciembre 1988

Rev. Esp. de Cir. Ost. (411-415) 1988

DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA DEL HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO
DE SANTIAGO DE COMPOSTELA
CÁTEDRA DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA

Envejecimiento del cemento óseo de polimetilmetacrilato

S. PAZ; J. SEÑARIS; M. VALLE; J. COUCEIRO

RESUMEN:

El envejecimiento del material tiene importancia en el comportamiento a largo plazo del cemento de polimetilmetacrilato (PMMA). Se presenta un método de evaluar dicho envejecimiento mediante la calorimetría diferencial de barrido, así como los resultados obtenidos con esta técnica en un modelo experimental y en material procedente de artroplastias fallidas. El envejecimiento del PMMA es casi nulo en las primeras semanas y pequeño al cabo de varios años.

Descriptores: Cemento de Polimetilmetacrilato. Comportamiento. Envejecimiento. Modelo experimental.

SUMMARY:

Aging of materials is an important factor in the long term behaviour of polymethylmethacrylate (PMMA) bone cement. A new method for evaluating the aging of this material by differential scanning calorimetry is presented as well as results of measures made on an animal model and using material removed from failed arthroplasties. PMMA aging is nearly inexistent in the first weeks and little after some years.

Key Words: Polymethylmethacrylate bone cement. Behaviour. Aging of material. Experimental model.

Introducción

El cemento de polimetilmetacrilato, utilizado como medio de fijación de implantes en cirugía ortopédica desde hace algunos años, se ha puesto en relación con el fracaso de algunas de estas intervenciones, debido a diferentes causas,¹ sin haberse aclarado aún definitivamente su papel en este proceso.

Por otro lado, algunos aspectos del comportamiento del cemento permanecen aún sin aclarar, notablemente los que se refieren a sus características de envejecimiento, como cualquier otro material sintético, lo que podría contribuir al fracaso del implante al variar las propiedades del material.

Por esto nos propusimos estudiar el comportamiento químico del cemento durante el tiempo que permanecía implantado, y para ello consideramos las variaciones que se producían en la temperatura de transición vítrea (Tg),² es decir, la temperatura a la que el polímero, que inicialmente es un sólido vítreo y amorfo, manifiesta propiedades de alta elasticidad, y finalmente, al seguir calentando, se convierte en un líquido viscoso. Este parámetro depende de diversos factores que pueden ser influidos por los procesos de envejecimiento: interacciones moleculares, peso molecular, estructura ramificada de la cadena, historia térmica y otros. Para medir este parámetro se emplea la calorimetría diferencial de barrido,³ en la que se somete a la muestra y a una referencia a un aumento controlado de temperatura. Se pretende mantener ambas sustancias a la misma temperatura, lo que obliga a proporcionar calor extra a la muestra o a la referencia, para compensar el calor perdido o ganado por la sustancia problema como consecuencia de las reacciones exotérmicas o endotérmicas que sufre a lo largo del proceso de calentamiento. La velocidad de calentamiento necesaria pa-

ra mantener las temperaturas iguales se registra en función de la temperatura de la muestra, obteniéndose así el termograma de calorimetría diferencial de barrido.

Material y métodos

Se preparó cemento de PMMA (CMW1) de forma «standard», confeccionando con él unas placas cuadradas de 10 × 10 × 1 mm. Estas piezas fueron esterilizadas con óxido de etileno e implantadas subcutáneamente a través de una incisión dorsal en ratones Balb/c machos de 4 semanas. Los animales fueron sacrificados a los 15, 45, 60, 75 y 90 días; las placas de cemento fueron extraídas y analizadas por calorimetría diferencial de barrido mediante un equipo Delta 7 (Perkin-Helmer).

También se analizaron muestras de cemento procedente de artroplastias fallidas que habían permanecido implantados entre 4 y 6 años.

Resultados

Se realizaron dos barridos para cada una de las muestras. En la gráfica del primer barrido (Fig. 1) se observa una inflexión que corresponde a la Tg. Más adelante aparece un pico exotérmico producido al completarse la polimerización al aumentar la temperatura, y por último picos variables, posiblemente correspondientes a fenómenos de volatilización. En el segundo barrido (Fig. 2) aparece únicamente la inflexión correspondiente a la Tg.

TABLA 1

	1 BARRIDO	2 BARRIDO
Referencia	80.06	110.12
15 días	82.38	111.77
45 días	85.35	111.86
60 días	85.64	111.32
75 días	87.10	112.71
90 días	88.01	111.89
4 años	93.88	111.10
4 años	94.69	114.13
5 años	86.36	116.02
6 años	98.16	122.55

La TABLA 1 recoge los valores de la Tg. en el primer y segundo barridos de cada muestra.

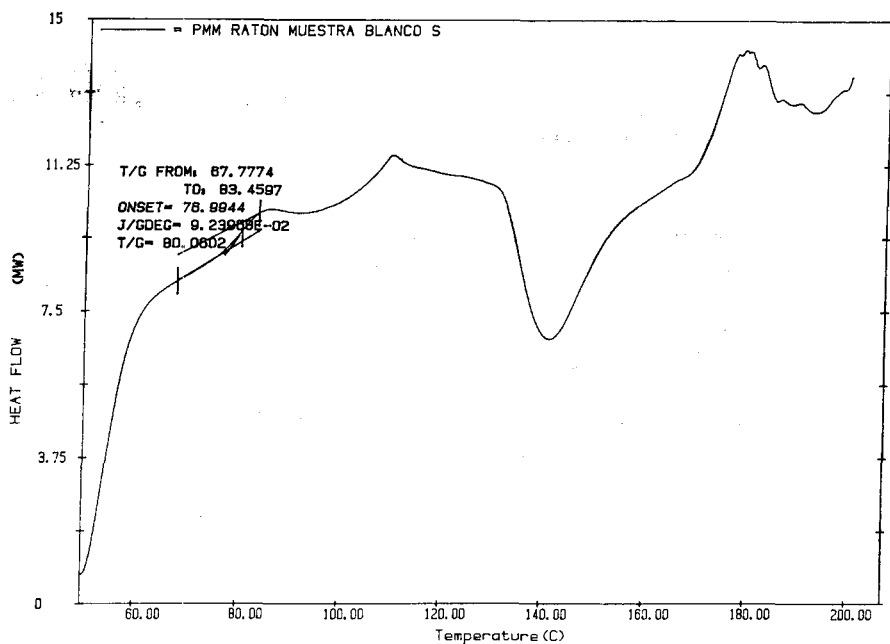


FIGURA 1.—Termograma correspondiente al primer barrido calorimétrico de una muestra analizada inmediatamente después de su preparación.

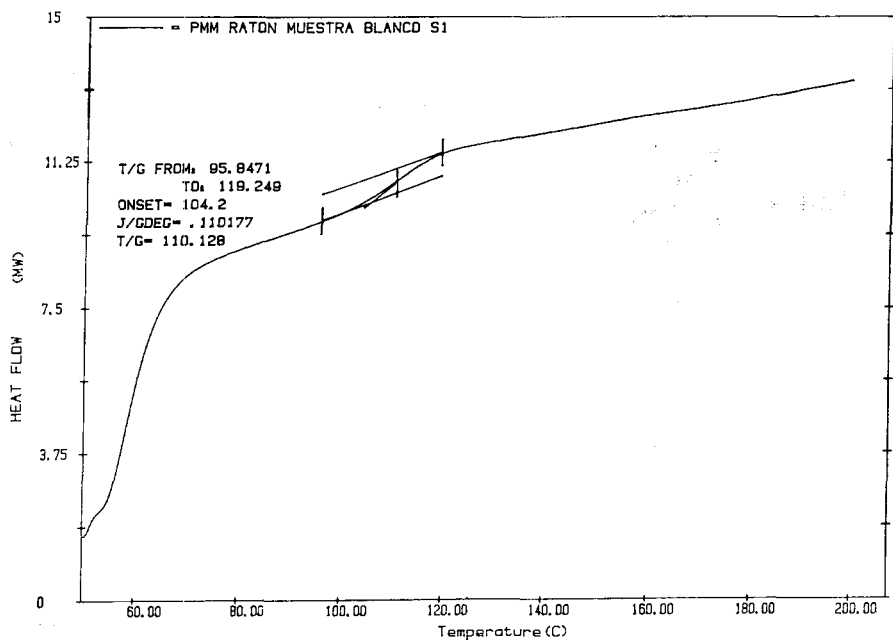


FIGURA 2.—Termograma correspondiente al segundo barrido calorimétrico de una muestra analizada inmediatamente después de su preparación.

Discusión

El cemento de PMMA es un material de creciente utilización en cirugía ortopédica. Debido a que su empleo se remonta ya a más de 25 años, cabe preguntarse por su comportamiento en relación con el tiempo, tanto en lo que se refiere a sus propiedades mecánicas como a la posibilidad de desencadenar respuestas del organismo. Su comportamiento mecánico dependerá, entre otros factores, del grado de envejecimiento que sufra, y en lo que se refiere a la respuesta que pudiera provocar del organismo, influirá su estabilidad química.

En otros trabajos sobre el envejecimiento del cemento de PMMA se utilizan técnicas de variación de las propiedades mecánicas en función del tiempo.^{4, 5, 6} Estos métodos tienen el inconveniente de la variabilidad que se produce como consecuencia de la técnica experimental y su menor sensibilidad. El método descrito por nosotros se ha empleado con buenos resultados en el estudio de otros materiales amorfos,⁷ ya que la Tg. desempeña un papel predominante en el comportamiento mecánico de éstos y es un buen índice de su estado químico.

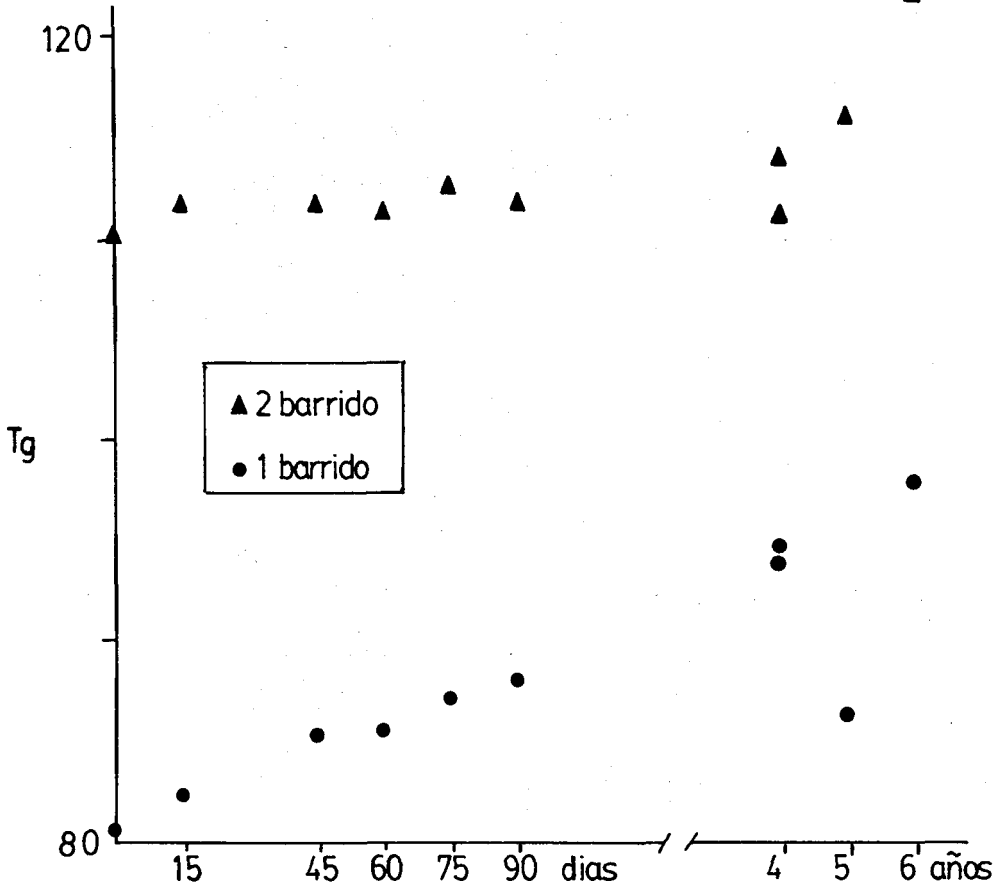


FIGURA 3.—Representación gráfica de los valores de Tg. obtenidos en los barridos calorimétricos de las distintas muestras analizadas.

Durante el primer barrido la presencia de monómero sin polimerizar hace que la Tg. sea más baja, por eso en el segundo barrido, tras completarse la polimerización por la elevación de la temperatura durante el primer barrido, obtenemos una Tg. más elevada. Este segundo valor de la Tg. será función del envejecimiento de la muestra exclusivamente.

Los valores obtenidos en el segundo barrido en los animales de experimentación prácticamente no muestran variación (Fig. 3), mientras que en las muestras procedentes de implantes existe un aumento de la Tg. con tendencia a incrementarse con el tiempo. De esto cabe deducir que el envejecimiento del material que se produce durante los primeros días y meses de la implantación del material es pequeño, aumentando lentamente con el transcurso de los años, aunque también en el mayor envejecimiento mostrado por los materiales recuperados de artroplastias pueden haber influido diversos factores, como los requerimientos mecánicos a que se han visto sometidos.

Conclusiones

La calorimetría diferencial de barrido es una técnica válida para el estudio del proceso de envejecimiento del cemento de PMMA.

Los cambios en la temperatura de transición vítrea de una muestra de cemento óseo una vez completado el proceso de polimerización permiten evaluar de una forma sencilla y fiable el envejecimiento del cemento.

El cemento implantado subcutáneamente en animales de experimentación durante un período máximo de 90 días no sufre un envejecimiento apreciable. El cemento procedente de artroplastias de hasta 6 años de permanencia en el organismo muestra un ligero envejecimiento.

Agradecimientos

Este trabajo se ha podido realizar gracias a un proyecto de investigación de la Excma. Diputación Provincial de La Coruña. Queremos expresar nuestro agradecimiento a FEUGA (Fundación Universidad Empresa Gallega) y al Departamento de Microbiología. Facultad de Medicina. Universidad de Santiago de Compostela.

BIBLIOGRAFIA

1. MJÖBERG, B. (1986): Loosening of the cemented hip prosthesis: the importance of heat injury. *Acta Orthop Scand.* 57, Sup. 221, 1-39.
2. BRENNAN, W. P. (1973): Thermal analysis application study: what is Tg? *Perkin-Helmer scientific literature.* 7.
3. BRENNAN, W. P. (1974): Thermal analysis application study: Tg and copolymers. *Perkin-Helmer scientific literature.* 14.
4. FERNÁNDEZ FAIREN, M.; VÁZQUEZ, J. J. (1983): The aging of polymethylmethacrylate bone cement. *Acte orthop belg.* 1983. 49, 4, 512-521.
5. JAFFE, W. L.; ROSE, R. M.; RADIN, E. L. (1974): On the stability of the mechanical properties of self-curing acrylic bone cement. *J. Bone Joint Surg.* 56-A, 1.711-1.714,
6. LOONEY, M. A.; PARK, J. B. (1986): Molecular and mechanical property changes during aging of bone cement in vitro and in vivo. *J. Biomed. Mater. Res.* 20, 555-563.
7. PAZOS, M.; PAZ, S. (1988): Evaluación de la resistencia química en recubrimientos epoxi mediante técnicas IR y calorimétricas. *Química Industria* (Mayo 1988) (in press).