

## Acta Ortopédica Mexicana

Volumen  
Volume 17

Número  
Number 3

Marzo-Abril  
March-April 2003

*Artículo:*

Metil metacrilato como relleno en  
cuerpos vertebrales para mejorar la  
resistencia mecánica ósea. Estudio en  
vértebras de cadáver y porcino. Estudio  
experimental

Derechos reservados, Copyright © 2003:  
Sociedad Mexicana de Ortopedia, AC

Otras secciones de  
este sitio:

- 👉 [Índice de este número](#)
- 👉 [Más revistas](#)
- 👉 [Búsqueda](#)

*Others sections in  
this web site:*

- 👉 [Contents of this number](#)
- 👉 [More journals](#)
- 👉 [Search](#)



[www.Medigraphic.com](http://www.Medigraphic.com)

Artículo original

## Metil metacrilato como relleno en cuerpos vertebrales para mejorar la resistencia mecánica ósea. Estudio en vértebras de cadáver y porcino. Estudio experimental

Braulio Hernández Carbajal,\* Roberto E. Parada Garnica\*\*

Instituto Nacional de Ortopedia

**RESUMEN.** Se realiza un estudio experimental en cuerpos vertebrales de cadáver de porcino simulando una biopsia percutánea con el fin de rellenar cuerpo vertebral con metil metacrilato (MM) para aumentar su resistencia. *Material y métodos.* En cuerpos vertebrales de cadáver y porcino previas radiografías en AP lateral y tangenciales se aplicó MM a una dilución de 1 a 1.5 en una cantidad de 3 ml en cadáver y de 2 ml en porcino, se realizan pruebas de compresión con una máquina universal Instron, registrando los datos en una computadora cada milímetro de acortamiento, resultando que en las vértebras de cadáver se requirió una carga de 28 kg para deformar 1 mm el cuerpo vertebral en su altura (testigo), comparando con la que se aplicó MM, la que requiere 62.4 kg para deformar 1 mm el cuerpo vertebral (lo que muestra aumento de la resistencia de 2.23 veces). En la de porcino de 146.5 kg aumentó a 207 kg para deformar 1 mm los cuerpos vertebrales (aumento de resistencia 1.42 veces). En conclusión: Este estudio tiene utilidad para apoyar el rellenado de los cuerpos vertebrales con MM en caso de metástasis u osteoporosis, ya que la aplicación de 3 ml a una dilución de 1 a 1.5 aumenta su resistencia 2.23 veces.

**Palabras clave:** Metil-metacrilato, vertebra, osteoporosis, metástasis.

### Introducción

En el estudio y tratamiento de las metástasis vertebrales<sup>5</sup> se requiere de realizar una biopsia percutánea, y por medio de esta técnica se puede introducir una mezcla de MM en el

**SUMMARY.** An experimental study on vertebral bodies from a porcine corpse was performed by simulating a percutaneous biopsy in order to fill the vertebral body with methyl methacrylate (MM) to increase its resistance. *Material and methods:* In vertebral bodies from a corpse and a pig, previously X-rayed in lateral and tangential PA, MM was applied to a dilution of 1 to 1.5 in an amount of 3 ml in a corpse and 2 ml in a pig. Compression tests with a universal Instron machine were carried out, recording data through a computer every millimeter of shortening, with the result of a vertebral corpse requirement of a 28 kg load to deform the vertebral body in 1 mm with respect to its height (witness), comparing it to the one that was applied MM, which required 62.4 kg to deform the vertebral body in 1 mm (this demonstrates a 2.23 times increase in resistance). In the case of the pig weighing 146.5 kg, it increased up to 207 kg to deform the vertebral bodies in 1 mm (resistance increase equal to 2.23 times). Conclusion: This study is very useful to support the thesis of filling vertebral bodies with MM in case of metastasis or osteoporosis, since the 3 ml application to a dilution of 1 to 1.5 increases its resistance in 2.23 times.

**Key words:** Methyl-metacrylate, vertebrae, osteoporosis, metastasis.

cuerpo vertebral para mejorar la resistencia mecánica y evitar el colapso vertebral que podría ocasionar un problema de compresión neurológica.

En los pacientes con problemas de metástasis vertebrales el tratamiento debe ser paliativo en algunos de ellos, evitando a toda costa causar daños mayores o incapacidad funcional de la columna.

En el Departamento de Investigación del Instituto Nacional de Ortopedia se ideó un método que permita la realización de biopsia percutánea y la introducción de MM en el cuerpo vertebral para aumentar su resistencia y por consiguiente evitar que aumente el aplastamiento.

Siegal<sup>8</sup> y Suhdaresan<sup>6</sup> recomiendan la resección del cuerpo vertebral y colocar una prótesis en aquellos casos que el estado general del paciente lo permita.

\* Consultor Técnico del Servicio de Ortopedia del Hospital General. Fundador y Coordinador de la Clínica de Cirugía Mínima Invasiva de Columna del Hospital General.

\*\* Residente de la Especialidad del Instituto Nacional de Ortopedia.

Dirección para correspondencia:

Dr. Braulio Hernández Carbajal. Tehuantepec No. 86-302 Roma Sur. Tels. 55647760, Fax 55640423 E-mail: hecb@prodigy.net.mx



Figura 1A.

Figura 1A. Vía de acceso al cuerpo vertebral. B. Vertebrografía.



Figura 1B.

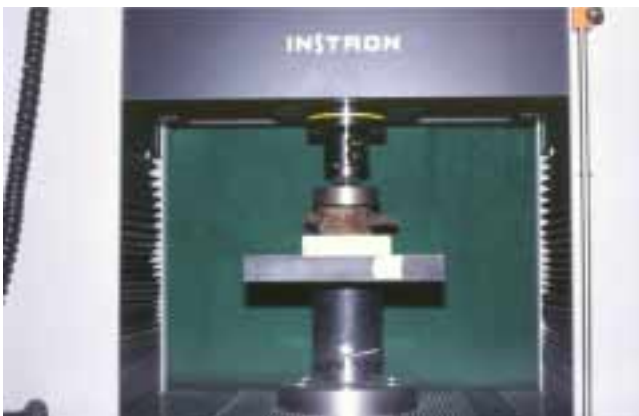


Figura 2A.

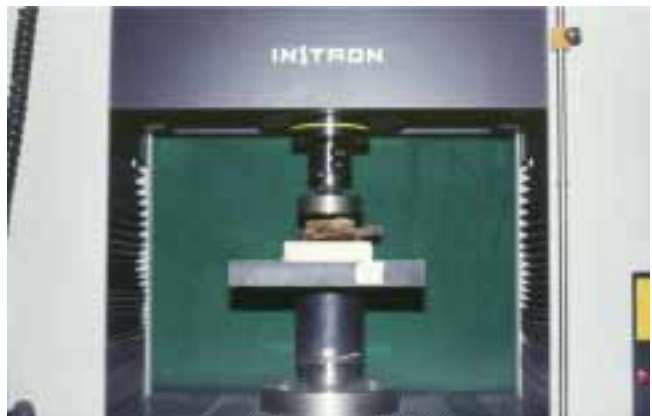


Figura 2B.

Figuras 2A y B. Medición de la resistencia y elasticidad en las vértebras de porcino y cadáver.

En los casos de osteoporosis con aplastamiento vertebral, Dessbuche ideó este procedimiento que se denominó vertebroplastía. En 1993 se inicia este tratamiento en la Universidad de Virginia,<sup>2-4</sup> que mejoran la técnica recomendando hacer vertebrografía para comprobar que la aguja no está en una vena antes de aplicar el MM,<sup>7</sup> posteriormente aplica MM por vía transpedicular de 3 a 5 ml con lo que se consigue controlar el dolor y detener el aplastamiento.

La literatura describe la técnica de biopsia percutánea del cuerpo vertebral, pero no encontramos ningún reporte que combine la biopsia y el relleno de MM para aumentar la resistencia de la vértebra. El objetivo de este trabajo experimental es demostrar que se puede hacer la biopsia y relleno de los cuerpos vertebrales con MM y saber en qué porcentaje aumenta su resistencia mecánica.

### Material y métodos

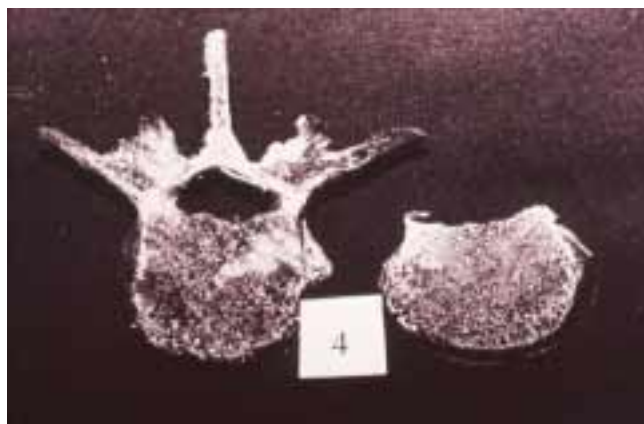
Este trabajo fue realizado en 1994 en el Instituto Nacional de Ortopedia, en el área de investigación.

Para este estudio se utilizaron vértebras de cadáver de porcino y vértebras lumbares humanas de cadáver, instru-

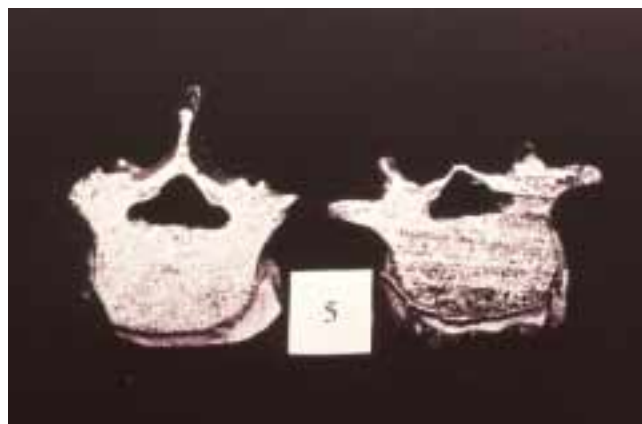
mental necesario para perforar el cuerpo vertebral, clavos de Steimann 5/32, camisa guía especial para protección de la cánula de plástico, metil-metacrilato, jeringas desechables de 5 y de 10 ml, equipos de venoset, medio de contraste (Figuras 1 A y B).

En el área de biomecánica del instituto, se usó la máquina universal Instron para los ensayos de compresión bajo la asesoría técnica del ingeniero de biomecánica (Figuras 2 A y B).

Todas las vértebras lumbares se disecaron completamente, se procedió a tomar las medidas de los cuerpos vertebrales en sus diámetros anteroposterior, lateral y su altura. Se tomaron placas radiográficas de los cuerpos vertebrales a una distancia de 90 cm con una intensidad de 50 kv y 10 m Amp. En proyecciones anteroposterior y lateral. Se realizaron perforaciones de 4 mm de diámetro de todo el cuerpo vertebral con una inclinación de 45° lateral y 15° caudal (Figuras 1 A y B). Se introdujo medio de contraste y se tomaron nuevas proyecciones radiográficas. Se prepararon tres diferentes soluciones de cemento óseo en las proporciones de 1.1, 1:0.5 y 1.5:0.5 para obtener una mezcla uniforme que facilitara su introducción en el cuerpo vertebral. Se introdujo la mezcla de metil-metacrilato dentro del



**Figura 3A.**

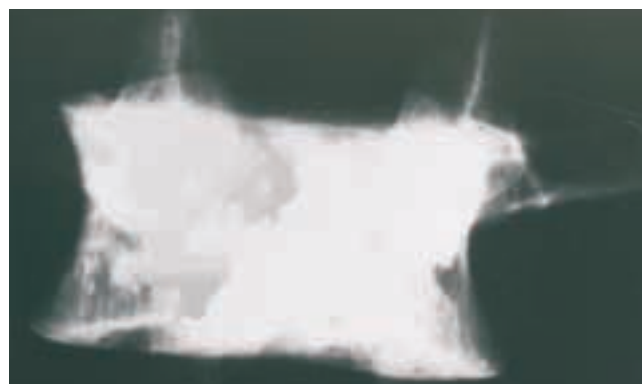


**Figura 3B.**

**Figuras 3 A y B.** Corte transversal del cuerpo vertebral **A**. Sin metacrilato y **B** con metacrilato, se observa la difusión completa.



**Figura 4A.**



**Figura 4B.**

**Figuras 4 A y B.** En **A** se observa la vértebra vista frontal sin cemento (centro) y en la **B** con cemento observando el relleno total.

cuerpo vertebral dejando una sin cemento que sirvió de control, en promedio recibieron 3 ml de mezcla los cuerpos vertebrales de cadáver y 2 ml los de porcino. Una vez fraguado el cemento, se procedió a someter a los cuerpos vertebrales incluyendo el de control, a pruebas de compresión con la máquina universal Instron (*Figuras 2 A y B*) que tiene una capacidad de una tonelada de carga, registrando los resultados de la prueba por medio de una computadora cada milímetro de acortamiento. Se procedió a realizar corte coronal de los cuerpos vertebrales con una sierra para hueso, para observar la distribución del MM dentro del mismo. Se tomaron fotografías de las piezas y del procedimiento (*Figuras 3 A y B*). Se tomaron radiografías AP y laterales de los cuerpos vertebrales con MM y sin MM (*Figuras 4 A y B*, *5 A y B*).

## Resultados

Se observó que las vértebras de porcino tienen una resistencia mayor que las de cadáver, pero tienen una menor elas-

ticidad porque tan pronto como se inicia la compresión del cuerpo vertebral se colapsa rápidamente, en cambio, los cuerpos vertebrales de cadáver presentaron mayor elasticidad a la compresión en los que hubo una tendencia a recuperar su altura y su fuerza de resistencia, (*Gráficas 1A y B*) y (*Tabla 1 y 2*).

La *tabla 1* corresponde a los resultados de las vértebras de cadáver en la que se observa que se requiere de una carga de 28.0 kg para deformar el cuerpo vertebral en 1 mm en su altura, comparado con un promedio de 62.4 kg que se requieren para deformar en 1 mm los cuerpos vertebrales a los que se les aplicó el MM.

En la *tabla 2*, que corresponde a los resultados de las pruebas de compresión de los cuerpos vertebrales de porcino en la que se aprecia que se requirió de una carga de 146.5 kg para deformar la misma en 1 mm en la altura del cuerpo vertebral control, y de un promedio de 207.7 kg para deformar en 1 mm los cuerpos vertebrales a los que se les aplicó MM.

El promedio de la carga que se requirió aplicar en los cuerpos vertebrales de cadáver en relación a la vértebra con-

trol para deformarlo 4 mm fue de 2.23 veces más y en el grupo de los cuerpos vertebrales de porcino fue de 1.42 veces.

### Discusión

Es indudable que aún no existe un método ideal para el tratamiento de las metástasis vertebrales en el que no se cause mayor daño del ya existente, ya que el tratamiento es paliativo y debe minimizarse el daño que puede ocasionar el realizar una intervención quirúrgica.

El diseño del presente estudio hace posible por medio de una biopsia percutánea, introducir MM en el cuerpo vertebral y de esta forma aumentar su resistencia.

Al realizar las diferentes diluciones del metil-metacrilato se obtiene una solución suficientemente líquida que permite la distribución en el cuerpo vertebral, pudiendo tomarse como base para que en un futuro pueda aplicarse en humanos. Esta dilución es de 1 a 1.5.

Las vértebras de cadáver tienen una mayor elasticidad en comparación con las de porcino y se pudo observar

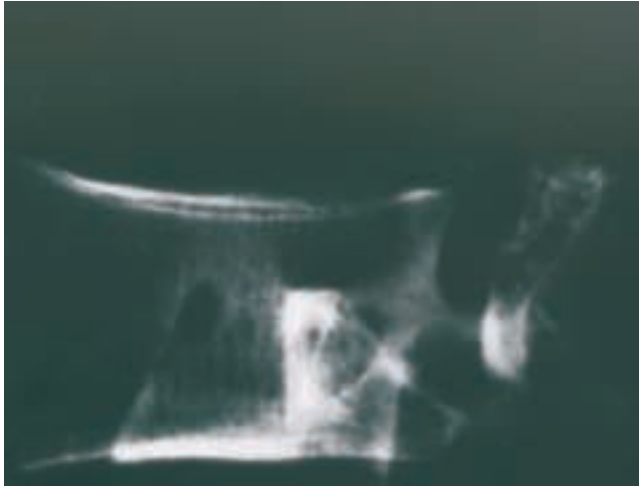
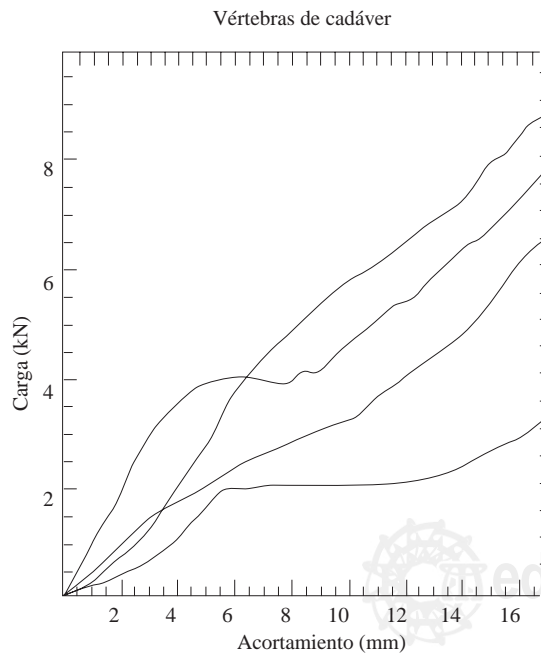


Figura 5A.

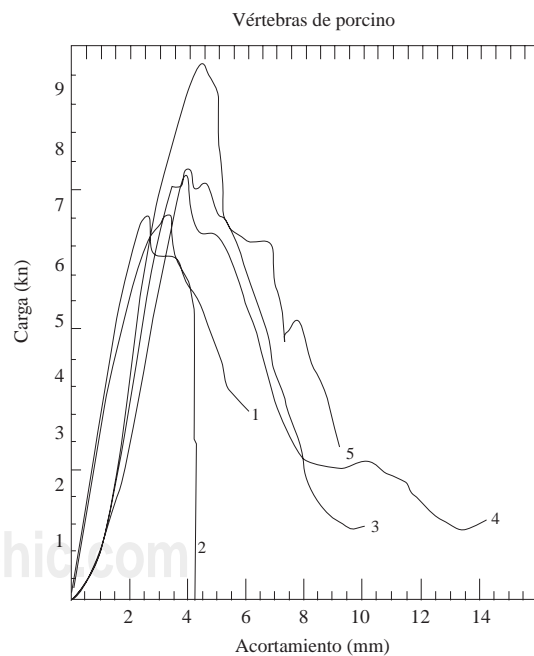


Figura 5B.

**Figuras 5 A y B.** Vista lateral de la vértebra **A** sin MM y **B** con MM donde se observa el relleno total.



Gráfica 1A.



Gráfica 1B.

**Gráficas 1A y B.** Muestra el comportamiento de las vértebras de cadáver y porcino sujetos a compresión.

**Tabla 1.**

Vértebras de cadáver No. de vértebra	Carga aplicada a 4 mm (kg)	Rigidez (kg/mm)	Cantidad de MM aplicada (ml)
01 control	112.1	28.0	0.0
02 control	214.0	53.5	3.0
03 control	178.4	44.6	3.0
04 control	357.8	89.2	3.0
Promedio	250.0	62.4	3.0

**Tabla 2.**

Vértebras de porcino No. de vértebra	Carga aplicada a 4 mm (kg)	Rigidez (kg/mm)	Cantidad de MM aplicada (ml)
02 control	612.0	146.5	0.0
03 control	795.1	153.0	2.0
04 control	754.3	198.8	2.0
05 control	754.3	188.6	2.0
Promedio control	942.9	235.7	2.0
	776.0	194.0	2.0

que tienden a recuperar su forma posterior al someterlas a carga, en cambio las de porcino, presentaron mayor resistencia a la carga, pero tan pronto como se inicia la compresión rápidamente se colapsaron y se fracturaron completamente. En este trabajo se demostró que la aplicación de 3 ml de la mezcla de MM son capaces en la vértebra del cadáver de aumentar su resistencia de 28 kg por mm<sup>2</sup> a 62.4 kg.

## Conclusiones

El relleno de los cuerpos vertebrales con MM a través de una perforación de 4 mm de diámetro puede aceptar hasta 3 ml de la mezcla y aumenta la resistencia a la compresión hasta 2.2. veces más.

El MM puede ser aplicado a una dilución mayor que como se usa normalmente sin perder su resistencia al fraguar, lo que nos permite tomarlo como base para que en un futuro se pueda aplicar en humanos.

Este estudio sirve de base para el relleno de los cuerpos vertebrales en los pacientes con metástasis, que requieran de biopsia, con lo que aumenta su resistencia y dureza.

Las vértebras de porcino tienen mayor resistencia a la compresión pero menor elasticidad, ya que se colapsan rápidamente fragmentándose.

## Bibliografía

1. Dessbuche-Desprier C, Deramond H, Fardellone P, et al: Percutaneous vertebroplasty with acrylic cement in the treatment of osteoporotic vertebral crush fracture syndrome. *Neuroradiology* 1991; 33 (suppl): 149-152.
2. Jensen ME, Evans AE, Mathis JM, Kallmes DF, Cloft JH, Dron JE: Percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures: Technical aspects. *AJNR Am J Neuroradiol* 1997; 18: (10) 1897-1904.
3. Jensen ME, Kallmes DF, Short JG, et al: Percutaneous vertebroplasty does not increase the risk of adjacent vertebral fracture-a retrospective study (abstract) proceedings of the 38<sup>th</sup> Annual Meeting of the American Society of Neuroradiology. Atlanta, G.A, April 2000: 4-5
4. Mathis JM, Petri M, Naff N: Percutaneous vertebroplasty treatment of steroid-induced osteoporotic compression fractures. *Arthritis Rheum* 1998; 41: 171-175.
5. Rhotman R, Simeone F: *La columna vertebral*. Editorial Panamericana, 2a. Edición, México, D.F. 1992.
6. Siegal T, Tiqva P, Siegal T: Vertebral body resection for epidural compression by malignant tumors. Results forty-seven consecutive operative procedures. *J Bone Joint Surg* 1985; 67A: 375-382.
7. Sundaresan N, Galicich JH, Martini N, Bains MS, Beattie EJ: Vertebral body resection in the treatment of cancer involving the spine. *Cancer* 1984; 536: 1393-1396.
8. Sundaresan N, Schmidek H: *Tumors of the spine*. W.B. Saunders Company. 1990.