

# Cementos óseos: prevención de la exposición a sus componentes durante su preparación

*Ciments osseux: prévention de l'exposition à leurs composants pendant sa préparation*  
*Orthopaedic bone cements: exposure's prevention to their components during its preparation*

## Redactoras:

M. Gracia Rosell Farrás  
*Ingeniero Técnico Químico*

CENTRO NACIONAL DE  
CONDICIONES DE TRABAJO

M. José Méndez Liz  
*Licenciada en Ciencias Químicas*

SERVICIO DE PREVENCIÓN DEL  
HOSPITAL CLÍNIC DE BARCELONA

Vigencia	Actualizada por NTP	Observaciones
VÁLIDA		

## 1. INTRODUCCIÓN

El llamado "cemento óseo protésico" que se utiliza en ortopedia y odontología es una resina acrílica cuya función es asegurar la fijación de la prótesis al tejido óseo receptor. Son utilizados en operaciones tales como el reemplazo de cadera, de rodilla y de hombro, en vertebroplastia y prótesis dental, para llenar los espacios entre el metal de la prótesis y la cavidad que ha sido preparada para su inserción. En el mercado hay cementos con diferentes presentaciones, de 20 g, 40 g, 50 g y 60 g y viscosidades, alta, baja y extra-baja, la elección de las cuales depende del tipo

de aplicación. Su composición puede variar en función del tipo de cemento. En la Tabla 1 se detallan sus componentes principales.

El cemento óseo se prepara a partir de dos componentes, un líquido que contiene el monómero y el polímero en polvo, que comercialmente pueden presentarse en diferentes formatos.

En la presente nota técnica de prevención se describen los principales riesgos asociados a la exposición a metacrilato de metilo, componente mayoritario y más volátil, durante la aplicación de los cementos óseos (ver tabla 2), el procedimiento para su determinación ambien-

LÍQUIDO	POLVO
Metacrilato de metilo: monómero (98 %)	Polimetilmetacrilato: polímero
Dimetil-p-toluidina: agente acelerador de la reacción necesario para que la mezcla se produzca en un tiempo adecuado (1,5%)	Peróxido de benzoilo: agente catalizador; altera o retarda la velocidad de reacción
Hidroquinona: inhibidor de la reacción; estabiliza la mezcla (0,0075%)	Sulfato de bario: componente que permite la radiopacidad del cemento

Tabla 1. Composición del cemento óseo

PROPIEDADES Y UNIDADES	VALORES
Nº CAS (Chemical Abstract Service Number)	80-62-6
Estado físico	Líquido incoloro
Punto ebullición, °C	100
Densidad, g/ml, a 20 °C	0,944
Presión de vapor, mm Hg a 20°C	29
Olor	Acre, afrutado
Nivel olfativo, ppm (mg/m <sup>3</sup> )	0,049 (0,2)
Peso molecular, g/mol	100,1
Fórmula	CH <sub>2</sub> = C(CH <sub>3</sub> )-COOCH <sub>3</sub>

Tabla 2. Propiedades físico químicas y otras informaciones del metacrilato de metilo



Figura 1. Procedimiento de preparación en abierto

tal, las medidas preventivas a tomar para su eliminación o minimización y los equipos de protección adecuados. También se detallan los riesgos asociados a otros componentes del cemento.

## 2. MANIPULACIÓN Y TÉCNICAS DE PREPARACIÓN DEL CEMENTO ÓSEO

La preparación del cemento consiste en mezclar los dos componentes produciéndose una reacción de polimerización exotérmica con un desprendimiento de calor importante que puede llegar a alcanzar los 100 °C en el centro de la masa del polímero. Es, por tanto, durante este proceso cuando se generan una mayor cantidad de vapores potencialmente tóxicos y nocivos que pueden ser inhalados directamente por el instrumentista y demás personal presente en el quirófano, si no se toman las medidas adecuadas.

Existen diferentes sistemas para la preparación de estos cementos: recipientes abiertos, sistemas diseñados para el control de emisiones cuando se realiza la mezcla y el proceso de fraguado y sistemas cerrados que permiten el control de emisiones durante toda la manipulación de los componentes.

En el primer caso la preparación se realiza de forma manual mediante un recipiente mezclador abierto y una espátula. Los componentes del cemento se añaden al recipiente y se mezclan sin ningún tipo de tapa, cierre u otra precaución (figura 1).

En el segundo caso, el control de los vapores durante la mezcla y fraguado del cemento se realiza mediante un recipiente que dispone de conexión al vacío para evacuar el volumen de aire del sistema durante la mezcla y fraguado. El sistema dispone de una tapa con una pala mezcladora y manivela. Los componentes del cemento se añaden al recipiente, se cierra con la tapa y se conecta al vacío y el cemento se mezcla dentro del recipiente girando la manivela (figura 2). Existe también un modelo de aplicación en sistema cerrado, empleando una jeringa o pistola (figura 3).



Figura 2. Sistema con evacuación de gases



Figura 3. Aplicación sistema cerrado (pistola)

El sistema cerrado permite la mezcla de los 2 componentes sin emisión de vapores.

La duración total del proceso es de alrededor de 15 minutos. El procedimiento a seguir viene determinado por el tipo de aplicación y el criterio del traumatólogo, así como de la temperatura ambiental del quirófano y de la forma de almacenamiento del cemento.

## 3. EFECTOS TÓXICOS Y PERSONAL EXPUESTO

El metacrilato de metilo es una sustancia irritante para el sistema respiratorio y a concentraciones elevadas puede provocar irritación de las vías inhalatorias, mareos, cefaleas y efectos anestésicos. Es también irritante para los ojos y sensibilizante para la piel. El efecto más citado de la exposición repetida es el narcótico (anestésico), así como el de la irritación ocular si las concentraciones son elevadas. Si el componente líquido entra en contacto con ellos hay que lavarlos con abundante agua. También pueden presentar una reacción adversa con las lentes de contacto.

La aparición de dermatitis de contacto en individuos sensibles no es rara. No están descritos efectos cancerígenos, teratógenos, mutagénicos ni de toxicidad reproductiva.

Están expuestos a metacrilato de metilo cirujanos, enfermeras y demás personal de los quirófanos de traumatología y especialmente la persona que realiza la preparación del cemento óseo.

## 4. CLASIFICACIÓN Y VALORES LÍMITE AMBIENTALES

El metacrilato de metilo está considerado (Real Decreto 363/1995) tiene asociadas las frases R 11-37/38-43 que indican que es un producto fácilmente inflamable, irritante de las vías respiratorias y la piel y posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.

Los límites de exposición profesional para agentes químicos en España del año 2008 le asignan al metacrilato de metilo un VLA-ED de 50 ppm (208 mg/m<sup>3</sup>) y un VLA-EC de 100 ppm (416 mg/m<sup>3</sup>) con la notación **sen** de sensibilizante cutáneo.

## 5. CONTROL DE LA EXPOSICIÓN

La determinación de metacrilato de metilo en aire puede llevarse a cabo mediante tubos adsorbentes que permiten medir la concentración existente en el margen de los valores habituales. En la tabla 3 se describen las características de diferentes métodos.

MÉTODO	NIOSH, N° 2537	OSHA, N° 94	TUBO DETECTOR DRÄGER METACRILATO 5/A
Captador (cantidad)	XAD-2 (400 mg/200 mg).	Carbón activo (coco)	Resina+Pd-complejo de molibdato
Toma de muestra	Bomba personal	Bomba personal	0,4 L/min. <sup>B</sup>
Inhibidor	Hielo seco	4-ter-butilcatecol	NP
Caudal, L/min	0,01 a 0,05		NP
Volumen, L, min/max	1L (100 ppm) / 8 L		
Desorción	Sulfuro de carbono	Tolueno	
Técnica analítica	CG con FID <sup>A</sup>	CG con FID <sup>A</sup>	Reacción colorimétrica amarillo → azul
Columna	Capilar, de sílice fundida 35% difenil-65% dimetil polisiloxano o equivalente de 30m x 0,53 mm DI, 3 µm de espesor de capa.	Capilar SPB-1 de 60m x 0,32 mm DI y 4 µm de espesor de capa	
Temp. Inyección °C	250	250	
Temp. Detector °C	300	300	
Temp. Columna °C	100	100	
Exactitud, %	± 12,6	±5,8	No descrita
Límite de detección, mg	0,01	0,02	No descrito
Margen de trabajo, mg/m <sup>3</sup>	193 a 725	No descrito	30,8 a 615

<sup>A</sup> CG con FID, cromatógrafo de gases equipado con un detector de ionización de llama

<sup>B</sup> El fabricante indica un volumen total de aire de 20 emboladas a 0,1 L/embolada, lo cual requiere un tiempo aproximado de 5 minutos por muestreo y equivale a un caudal promedio de 0,4 L/min.

Tabla 3. Métodos para la determinación de metacrilato de metilo en aire

## 6. NIVELES DE CONTAMINACIÓN

En determinaciones de metacrilato de metilo realizadas por el INSHT en diferentes quirófanos de traumatología siguiendo el método analítico NIOSH, n° 2537 se han determinado concentraciones entre 0,5 y 2,5 mg/m<sup>3</sup> (0,1 y 0.6 ppm) en muestras ambientales alejadas del lugar de la preparación del cemento, y concentraciones entre 1,50 y 200 mg/m<sup>3</sup> (0,4 y 50 ppm) en muestras personales tomadas al instrumentista del quirófano. El tiempo de toma de muestras fue de 15 minutos, que es el tiempo que dura aproximadamente la preparación del cemento. Estos resultados indican, como es lógico, que la persona que realiza la preparación del cemento es la más expuesta.

## 7. MEDIDAS PARA PREVENIR LA EXPOSICIÓN

El metacrilato de metilo es volátil e inflamable. El quirófano debe tener ventilación apropiada y el componente líquido y sus vapores no deben quedar expuestos a las llamas abiertas.

### Medidas preventivas de tipo general y colectivo

1. Utilizar preferentemente sistemas de preparación cerrados.
2. Disponer de protocolos de trabajo seguros, que minimicen la evaporación del metacrilato. Por ejemplo, durante la preparación en abierto colocar en el recipiente primero el polvo y a continuación el líquido.
3. Colocar un sistema de extracción localizada lo más cerca posible de la zona de preparación.

4. Llevar a cabo un control periódico de la ventilación del quirófano.

5. Realizar una gestión adecuada de los residuos, colocándolos en bolsas cerradas para evitar la evaporación del metacrilato residual (figura 4).



Figura 4. Recogida de residuos

### Medidas de protección personal

1. Gafas protectoras de montura integral que ofrezcan protección frente a salpicaduras, polvo y aerosoles.
2. Guantes adecuados. Los más recomendables son los de nitrilo. En caso de que se utilice doble guante de látex, se recomienda cambiarlos una vez realizada la preparación.
3. Mascarilla respiratoria con filtro adecuado para disolventes orgánicos y materia particulada.
4. El personal que lleve lentes de contacto no debe estar cerca ni implicado en la preparación del cemento óseo.

### Medidas a tomar en caso de liberación accidental

1. Absorber la sustancia derramada con material absorbente (sólido o tejido) y eliminarlo siguiendo las ins-

trucciones existentes sobre gestión de residuos del hospital.

2. Lavar el lugar del derrame con agua y detergente.
3. En caso de contacto con la piel y ojos lavar con agua abundante.

## 8. OTROS COMPONENTES DE LOS CEMENTOS ÓSEOS

El cemento óseo, tal como se muestra en la tabla 2, además del metacrilato de metilo, lleva otros componentes que, aunque se encuentran a concentraciones mucho más bajas, el trabajador también puede estar expuesto. Los que por sus características y toxicidad requieren especial atención se detallan a continuación.

### Hidroquinona (nº CAS 123-31-9)

Su concentración en el componente líquido es aproximadamente del 0,002%. Los límites de exposición profesio-

nal para agentes químicos en España del año 2008 asignan a la hidroquinona un VLA-ED de 2mg/m<sup>3</sup> con la notación **sen** de sensibilizante cutáneo.

### Peróxido de benzoilo (nº CAS 94-36-0)

Es un componente del polvo de los cementos óseos. No tiene asignado un valor límite de exposición profesional. Por inhalación puede producir tos y dolor de garganta, y, caso de contacto, enrojecimiento de la piel y ojos. El contacto prolongado puede producir sensibilización de la piel.

### Medidas de protección

Dado el bajo nivel de concentración de estas sustancias en el cemento óseo y que el tiempo de exposición es corto (15 minutos) se considera que las medidas que se consideran adecuadas para la prevención de la exposición a metacrilato de metilo también lo son para el control del riesgo a estas sustancias.

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) NIOSH  
Manual of Analytical Methods, 4<sup>th</sup> ed., Cincinnati Ohio 2003  
Methyl and ethyl methacrylate: Method 2537
- (2) OSHA  
Analytical Methods Manual 2<sup>nd</sup> ed. Salt Lake City UT, 1990  
Methyl and ethyl methacrylate. Method 94
- (3) LESLIE J. UNGERS, et al.  
**Comparison of Sampling and Analytical Methods Used During the Preparation of Methyl Methacrylate Bone Cements.**  
*Journal of Occupational and Environmental Hygiene* 2006, **3**: 351-357
- (4) LESLIE J. UNGERS, et al.  
**Control of methyl methacrylate during of preparation of orthopedic bone cements.**  
*Journal of Occupational and Environmental Hygiene* 2007, **4**: 272-280

### NOTA:

Se agradece la colaboración y asesoramiento del Equipo de Enfermeras Quirúrgicas de los Quirófanos de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Clínico de Barcelona en la elaboración esta NTP.