



Facultad de Ciencias Médicas  
Universidad Nacional de Rosario  
Argentina



GMD Facultad Cs. Médicas  
Biblioteca  
TFEM 2768

## CARRERA DE POSGRADO DE DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES - TESIS

# “Vertebroplastia”

### Eficacia terapéutica post tratamiento inmediato.

#### **AUTORA:**

*Dra. Bavastro, Lorena.*

Médica Residente de Diagnóstico por Imágenes.

Sanatorio de la Mujer. Rosario.

Carrera de Posgrado de Diagnóstico por Imágenes. UNR.

#### **TUTOR:**

*Dr. Quaranta, Andrés José.*

Médico de Staff y Jefe del Servicio de Diagnóstico por Imágenes.

Sanatorio de la Mujer.

Rosario.

## Índice

|   |    |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN .....  | 3  |
| OBJETIVOS .....   | 4  |
| MARCO TEÓRICO .....   | 5  |
| ANATOMÍA VERTEBRAL.....   | 5  |
| Regiones de la Columna Vertebral:.....  | 5  |
| Componentes Principales: .....  | 6  |
| COMPONENTES ÓSEOS .....   | 12 |
| Componentes Inorgánicos (Minerales):.....                                     | 12 |
| Componentes Orgánicos: .....  | 12 |
| Estructura del Hueso Vertebral: .....   | 13 |
| INDICACIONES DE VERTEBROPLASTIA .....   | 13 |
| Metástasis vertebrales .....  | 13 |
| Mieloma Múltiple (Mieloma de células plasmáticas o Enfermedad de Kahler)..... | 16 |
| Hemangioma vertebral .....  | 16 |
| Fractura por insuficiencia .....  | 17 |
| Osteoporosis.....   | 18 |
| CONTRAINDICACIONES DE VERTEBROPLASTIA .....                                   | 19 |
| Absolutas.....  | 19 |
| Relativas .....   | 19 |
| COMPLICACIONES DE LA VERTEBROPLASTIA .....                                    | 19 |
| PROCEDIMIENTO TÉCNICO.....  | 19 |
| Colocación de la cánula .....   | 19 |
| Vertebrografía .....  | 20 |
| Inyección del cemento .....   | 20 |
| ASPECTOS BIOMECÁNICOS.....  | 21 |
| ESCALA NUMÉRICA DEL DOLOR.....  | 22 |
| MATERIALES Y MÉTODOS.....   | 23 |
| CRITERIOS DE INCLUSIÓN .....  | 23 |
| CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....   | 23 |
| RESULTADOS.....   | 24 |
| DISCUSIÓN.....  | 26 |
| CONCLUSIÓN .....  | 27 |
| BIBLIOGRAFÍA .....  | 28 |

## **INTRODUCCIÓN**

La vertebroplastia percutánea (VPP) es un procedimiento ambulatorio mínimamente invasivo que ofrece una recuperación rápida y un alivio efectivo del dolor raquídeo causado por fracturas vertebrales por compresión, secundarias a diversas patologías, incluyendo la osteoporosis y los hemangiomas. Esta técnica consiste en la inyección de polimetilmetacrilato (PMMA) en el cuerpo vertebral afectado, lo que proporciona estabilidad inmediata, previene el colapso progresivo y reduce significativamente el dolor.

Desarrollada inicialmente en Francia por los Dres. Galibert y Deramond<sup>1</sup> en 1987 para el tratamiento de hemangiomas vertebrales, la VPP ha expandido sus indicaciones, consolidándose como una opción terapéutica clave en fracturas vertebrales osteoporóticas y tumorales<sup>2</sup> así como también en la toma de muestra de material para biopsias. A pesar de su amplia adopción global, su implementación en nuestro servicio es reciente.

Este análisis retrospectivo presenta nuestra experiencia inicial con 30 casos de VPP, variando la localización vertebral y la etiología de la fractura, y evalúa la eficacia clínica inmediata del procedimiento mediante la escala numérica verbal del dolor (EN) en las primeras 48-72 horas post-intervención.

## **OBJETIVOS**

Evaluar la eficacia clínica inmediata (48-72 horas) de la vertebroplastia percutánea en el alivio del dolor y la mejora de la calidad de vida funcional en pacientes con fracturas vertebrales por compresión.

## MARCO TEÓRICO

### ANATOMÍA VERTEBRAL

La columna vertebral es una estructura ósea compleja y fundamental que proporciona soporte al cuerpo, protege la médula espinal y permite la movilidad del tronco. Está constituida por 33 vértebras divididas en 5 regiones, con sus curvaturas normales: lordosis cervical y lumbar y la cifosis dorsal. Los puntos más acentuados de estas curvaturas son C5, T6 y L3 y la bisagra lumbosacra.

La unión cervicotorácica se identifica por la apófisis espinosa de la séptima vértebra cervical, que es la estructura más prominente a nivel del cuello en línea media.

En las regiones cervical y lumbar las apófisis espinosas adoptan una disposición más horizontal con respecto a la región torácica que es más vertical. Las apófisis espinosas dorsales son largas e inclinadas hacia abajo, el espacio interespinal es más pequeño.

#### Regiones de la Columna Vertebral:

- **Cervical:** 7 vértebras (C1-C7), caracterizadas por su movilidad y el atlas (C1) y axis (C2), que permiten los movimientos de la cabeza.
- **Torácica:** 12 vértebras (T1-T12), que se articulan con las costillas y proporcionan estabilidad al tórax.
- **Lumbar:** 5 vértebras (L1-L5), son las más grandes y fuertes de la columna vertebral, debido a que el porcentaje del peso corporal soportado por las vértebras aumenta hacia la región inferior. (Figura 1)
- **Sacra:** 5 vértebras fusionadas, que forman el sacro y se articulan con los huesos ilíacos.
- **Coxígea:** 3-4 vértebras fusionadas, que forman el cóccix.

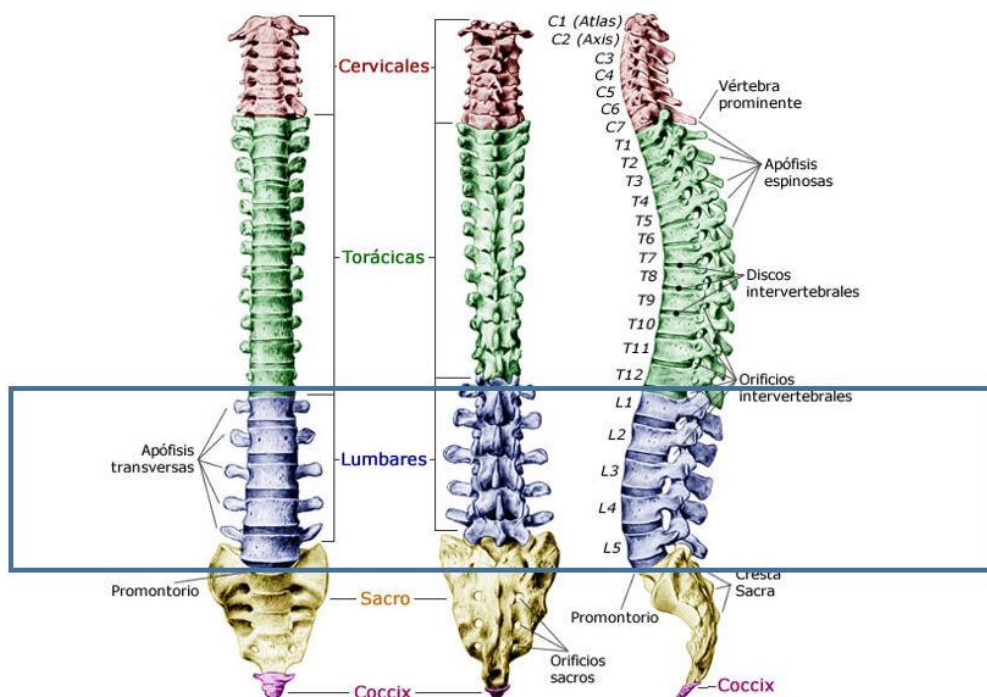
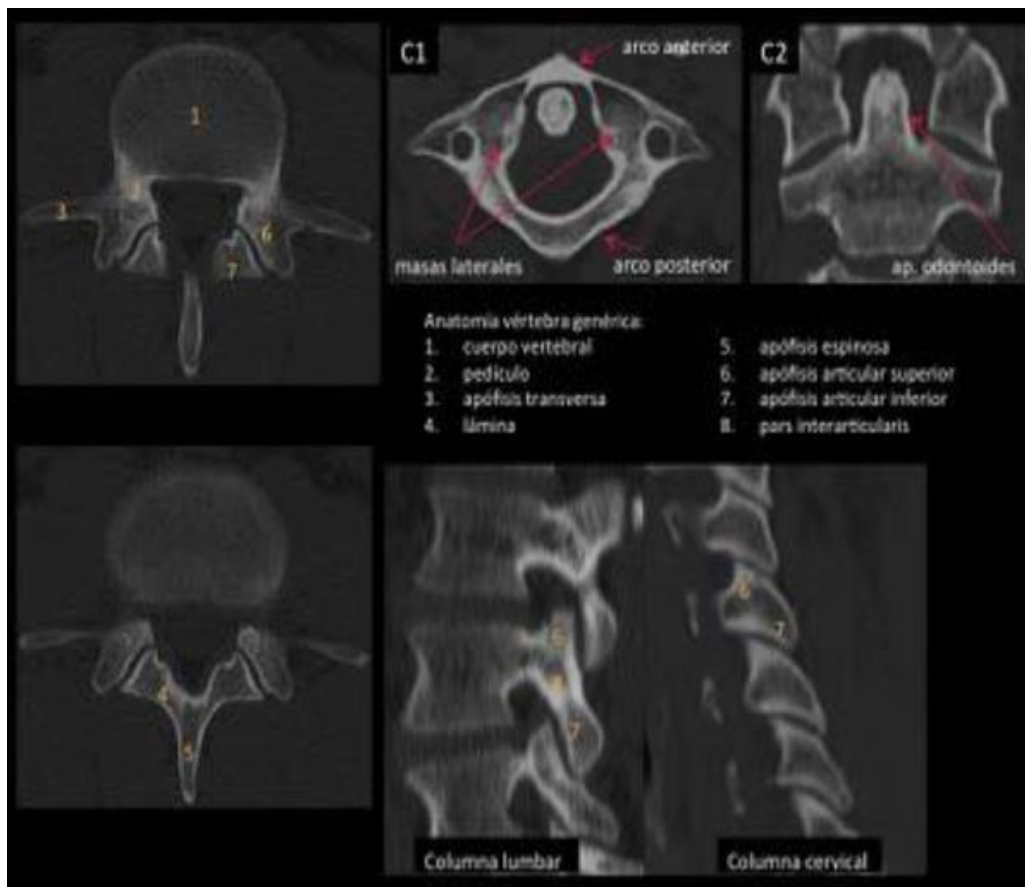


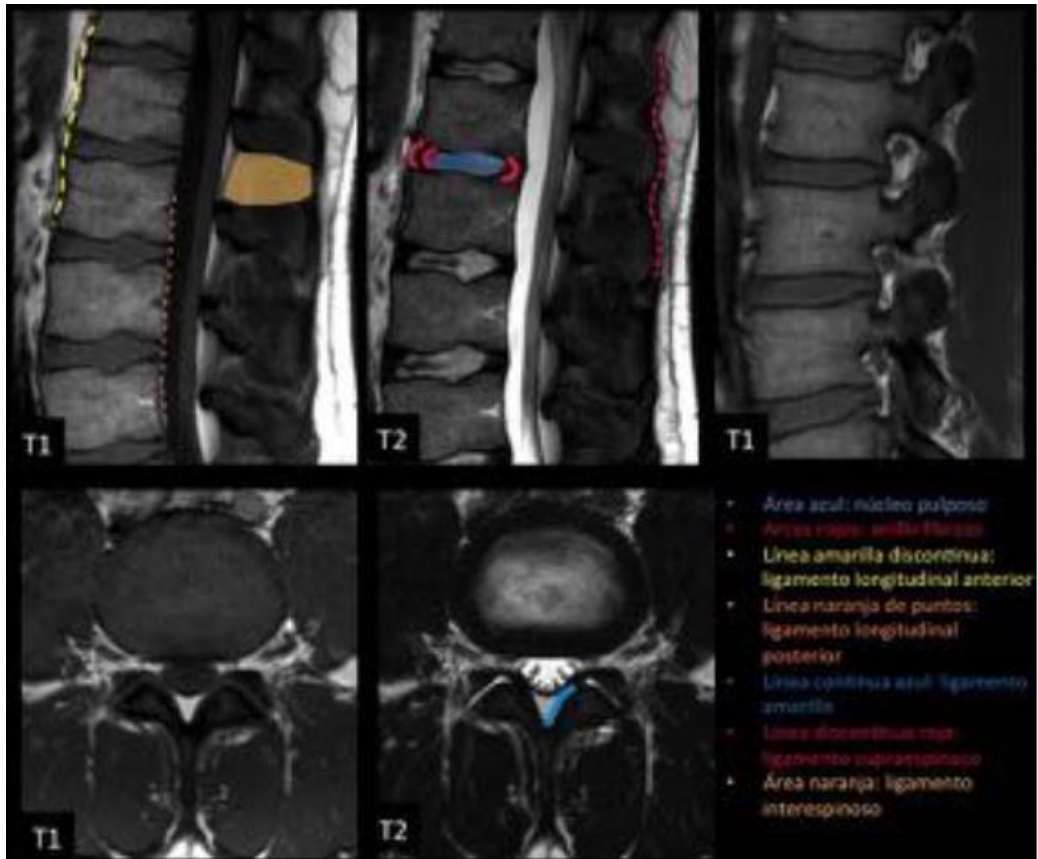
Fig. N°1: Anatomía General. Nótese la localización de las vértebras lumbares y su importancia en el soporte. Nota. Drake, R. L., Vogl, W., & Mitchell, A. W. M. (2019). *Gray's anatomy for students* (4a ed.). Elsevier.

## Componentes Principales:

### Vértebras:

- Cada vértebra típica consta de un cuerpo vertebral, un arco vertebral y procesos óseos (Figura 2).
- El **cuerpo vertebral** es la parte principal de la columna vertebral que soporta el peso, separado por los discos intervertebrales (que proporcionan amortiguación). Su tamaño aumenta en sentido caudal por lo que los cuerpos lumbares son los más grandes y también los que soportan el mayor peso <sup>11</sup>.
- El **arco vertebral** forma las caras posterior y lateral de las vértebras, con un lumen central en el centro que forma el canal vertebral, donde se encuentra la médula espinal. El arco está formado por *pedículos* que lo unen al cuerpo y *lámimas* que se extienden desde cada pedículo para unirse en la línea media y cerrar el arco; desde donde también se forma la *apófisis espinosa* <sup>11</sup>.
- Los **procesos óseos superiores e inferiores** se encuentran a cada lado de los pedículos y se conectan con los procesos articulares inferiores y superiores respectivamente de las vértebras adyacentes para formar el *agujero intervertebral* a través del cual los vasos sanguíneos y los nervios pueden salir y entrar en la médula espinal <sup>11</sup>.
- Las **apófisis transversas** están presentes en cada vértebra; sin embargo, difieren entre las vértebras cervicales, torácicas y lumbares. Se forman en la unión entre el pedículo y las láminas y se orientan posterolateralmente. En las vértebras cervicales, las apófisis transversas contienen un espacio luminal llamado foramen transverso, por donde discurren las arterias vertebrales a ambos lados <sup>11</sup>.





**Fig. N°2:** Anatomía General. A) Obsérvese los reparos anatómicos de las diferentes vertebra los cuales se identifican mediante números. B) ligamentos y disco intervertebral Nota. Adaptado de anatomía de la columna vertebral: Hallazgos radiológicos y revisión de la literatura – Presentación Electrónica Educativa, por R. Bermejo Garcés et all, 2012, SERAM.

### ***Discos Intervertebrales:***

- Son estructuras fibrocartilaginosas que se encuentran entre los cuerpos vertebrales.
- Actúan como amortiguadores y permiten la flexibilidad de la columna.
- Constan de un núcleo pulposo central y un anillo fibroso externo.

### ***Ligamentos:***

- Ligamento longitudinal vertebral anterior y posterior (LLVA y LLVP): conectan los bordes anterior y posterior de los cuerpos vertebrales respectivamente.
- Ligamento supraespinoso: une los bordes posteriores de las apófisis espinosas.
- Ligamento interespinoso: une la base de las apófisis espinosas.
- Ligamento amarillo: une los bordes superior e inferior de las láminas vertebrales adyacentes, tapizando el espacio interlamina (Figura 3 y 4).

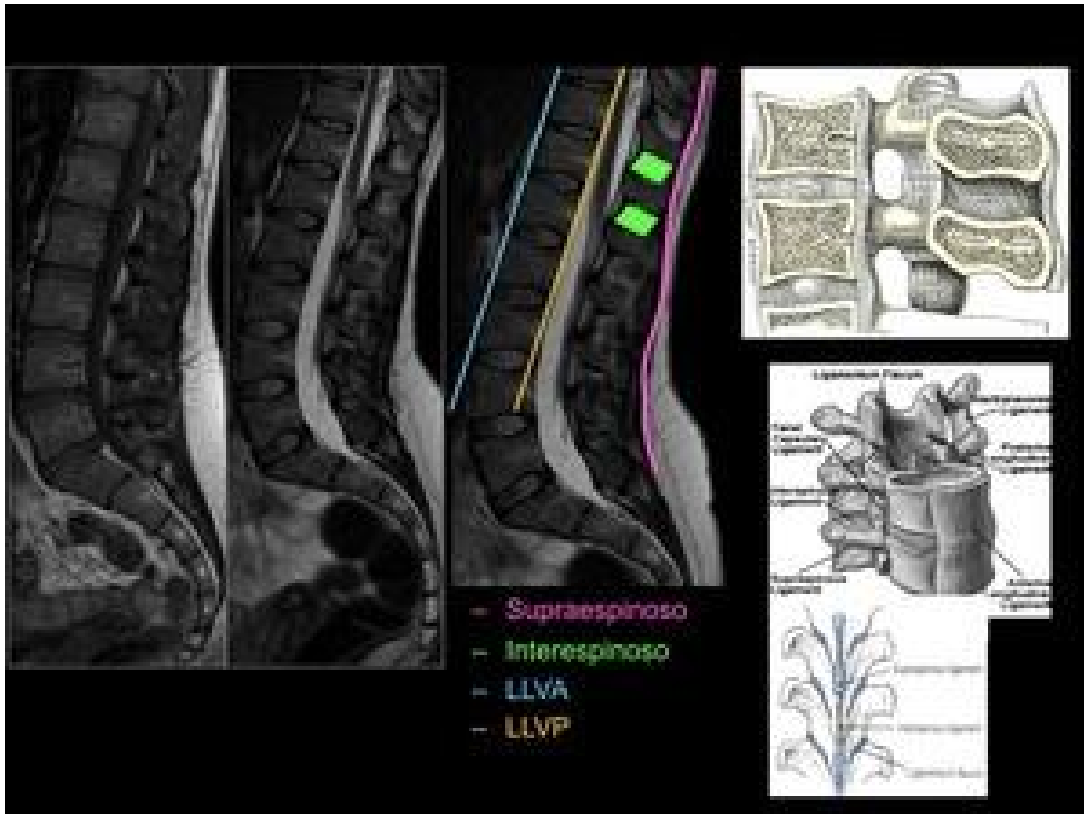


Fig. N°3: RM proyección sagital, secuencias T1 y T2. Complejo ligamentoso de la columna vertebral. Nota. Adaptado de Anatomía de la región raquídea – Presentación Electrónica Educativa, por P.Martin Medina, 2014, SERAM.



Fig. N°4: RM proyecciones axial y sagital, secuencias T1 y T2. Complejo ligamentoso de la columna vertebral. Ligamento amarillo. Nota. Adaptado de Anatomía de la región raquídea – Presentación Electrónica Educativa, por P.Martin Medina, 2014, SERAM.

### **Contenido del canal espinal:**

- Saco tecal
  - Dura madre: reviste el saco tecal extendiéndose desde el agujero occipital hasta S2.
  - Líquido cefalorraquídeo (LCR).
  - Cordón medular-cono medular-cola de caballo: el cono medular finaliza de forma variable en L1-L2 y se ancla a la duramadre en S2 mediante una prolongación de piamadre, el fillum terminale.
- Espacio epidural
  - Se extiende desde la base del cráneo hasta la membrana sacrococcígea.
  - La proporción de grasa epidural aumenta a medida que descendemos desde la columna cervical hasta la región lumbar.
  - El espacio epidural es discontinuo en la región dorsal baja y región lumbar. Esta discontinuidad viene determinada porque la duramadre contacta (sin adherirse) con los planos óseos y ligamentosos a nivel de las apófisis espinosas. Así el espacio epidural posterior se distribuye en compartimentos de morfología triangular separados entre sí por los puntos mencionados en los que la dura contacta con los elementos vertebrales.

### **Localización del cono medular**

- El cono medular tiene una localización muy variable, entre T12 y L3. En un 51% de los casos se localiza en L1-L2.

### **Médula Espinal y Nervios Raquídeos:**

- Es la parte del sistema nervioso central que se encuentra dentro del conducto raquídeo de la columna vertebral. Se extiende desde la unión corticomedular en el foramen magnum del cráneo hasta la punta del cono medular, dentro de la cisterna lumbar. Está revestida por la piamadre espinal y contenida por las demás meninges espinales en el saco tecal<sup>9</sup>.
- Los nervios raquídeos emergen de la médula espinal a través de los agujeros intervertebrales.
- Al igual que el cerebro, está compuesto de materia gris y blanca. Sin embargo, aquí la materia gris se encuentra en la cara interna de la médula, mientras que los tractos de materia blanca son externos. A lo largo de su longitud, pares de raíces nerviosas dorsales y ventrales penetran en su superficie dorsolateral y ventrolateral, respectivamente.
- De ella emergen 31 raíces nerviosas: 8 cervicales, 12 torácicas, 5 lumbares, 5 sacras y 1 coccígea.
- Un corte transversal de la médula espinal muestra una masa periférica de sustancia blanca que rodea una masa central de sustancia gris en forma de «H» o mariposa, con un pequeño canal central revestido de epéndimo y lleno de LCR. La médula está dividida de forma incompleta en mitades izquierda y derecha por el surco medio posterior (superficial) y la cisura media anterior (profunda) (Figura 5).

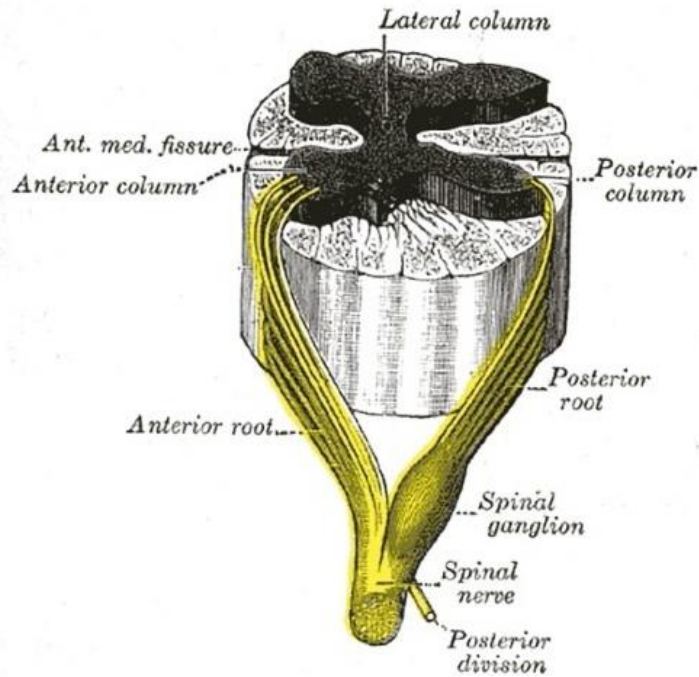


Fig. N°5: Corte transversal ilustrativo de la médula espinal. Nota. Médula Espinal – Presentación Electrónica Educativa, por Tariq Walizaj, 2024, Radiopaedia.

- La sustancia gris contiene los cuerpos celulares de las neuronas y la glía, y se ensancha en las regiones cervical y lumbosacra para proporcionar fibras a los grandes plexos nerviosos. Se divide en astas anterior, dorsal y lateral, y sustancia gris periependimaria
- La sustancia blanca contiene fibras o tractos nerviosos y se divide en columnas anterior, dorsal y lateral (también conocidas como funículos), así como la comisura espinal anterior.
- En general, las fibras que se encuentran posteriormente procesan y transmiten información sensorial, las fibras que se encuentran lateralmente son neuronas motoras viscerales preganglionares y las fibras motoras somáticas se encuentran anteriormente <sup>9</sup>.

### ***Circulación de la médula espinal***

#### Suministro arterial

- La médula espinal recibe su suministro de sangre mediante contribuciones tanto de las arterias longitudinales como de las segmentarias (también conocidas como radiculomedulares) <sup>10</sup>.
- Longitudinalmente recibe irrigación de tres arterias: Arteria espinal anterior única: irriga los dos tercios anteriores de la médula espinal y Arterias espinales posteriores: irrigan el tercio posterior (Figura 6).
- Las arterias espinales anterior y posterior están conectadas por anastomosis piales llamadas vasocorona arterial, que rodea la médula y abastece el aspecto lateral periférico de la médula espinal.
- Todo el aporte sanguíneo a la médula espinal está reforzado por numerosas arterias radiculomedulares o medulares segmentarias, ramas de múltiples arterias. La arteria medular/radiculomedular segmentaria dominante se

denomina Arteria de Adamkiewicz . Su origen puede variar, pero suele ser del lado izquierdo de la aorta y nace entre T9 y L2. La lesión de este vaso puede causar parálisis por infarto de la médula espinal, ya que es el principal irrigador de los segmentos de la médula lumbosacra <sup>10</sup>.

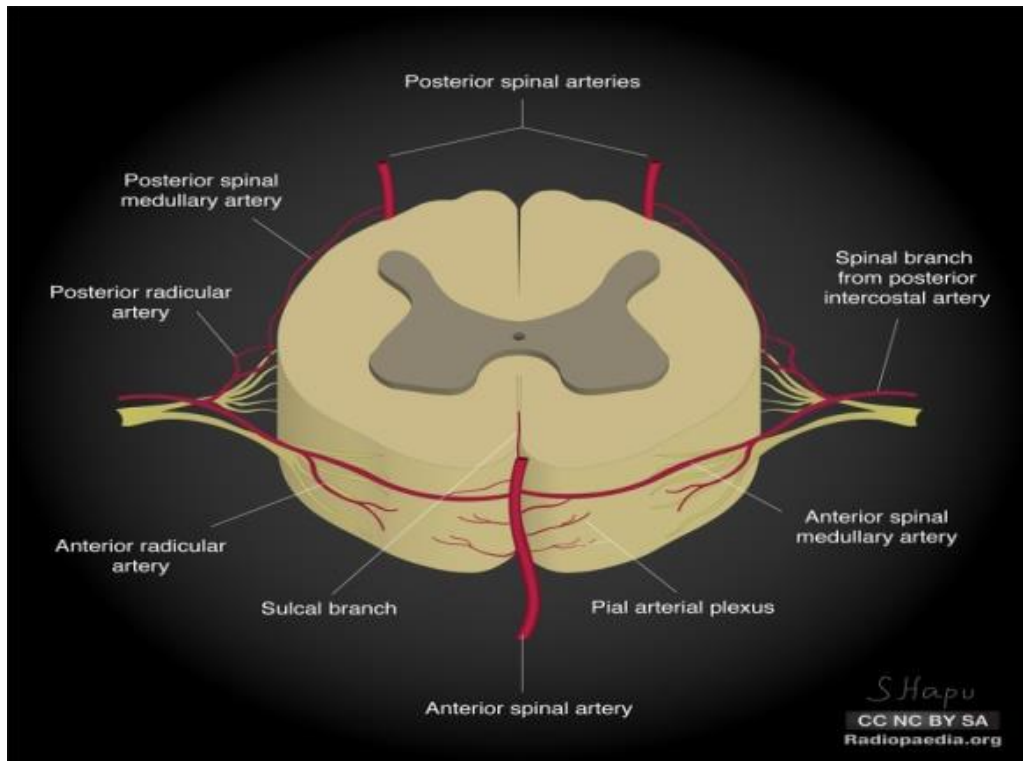


Fig. N°6: Corte transversal ilustrativo de la médula espinal. Nota. Knipe H, Bell D, Howden W, et al. Circulación de la médula espinal., 2014, Radiopaedia.

### Drenaje venoso

- El drenaje venoso de la médula espinal es complejo y consta de múltiples capas de redes venosas.
- Las capas más profundas, situadas bajo la duramadre (Figura 7) , están estrechamente asociadas con la médula espinal e incluyen :
  - red venosa intramedular: red venosa dispuesta centrípetamente que se extiende hasta la superficie del cordón.
  - red venosa extramedular.
- Las venas radiculomedulares conectan los plexos venosos intramedulares y extramedulares con el plexo venoso vertebral . Estas venas tienen un recorrido similar al de las arterias radiculomedulares
- Las venas longitudinales drenan libremente en las venas cerebelosas y los senos craneales , y segmentariamente en las venas medulares. Las venas segmentarias drenan en las venas intervertebrales y, por consiguiente, en el plexo venoso vertebral externo, la cava y los sistemas venosos ácigos <sup>10</sup>.

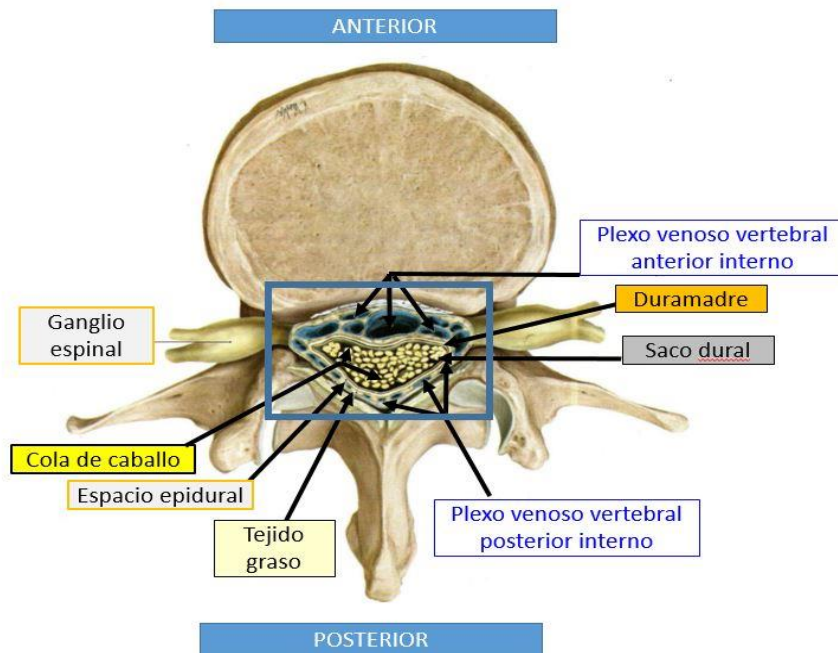


Fig. N°7: Corte transversal ilustrativo de la columna vertebral. Nota. Atlas de anatomía humana -, por F.H Netter en 7° Edición Tapa Blanda – Editorial Elsevier, año 2019.

## COMPONENTES ÓSEOS

La composición del hueso vertebral es una combinación compleja de componentes orgánicos e inorgánicos, que le confieren su resistencia y flexibilidad características. A continuación, se detallan los principales componentes:

### Componentes Inorgánicos (Minerales):

- **Hidroxiapatita:** este es el principal componente mineral del hueso, representando aproximadamente el 65-70% del peso seco del hueso, siendo un fosfato de calcio cristalino que proporciona la dureza y resistencia a la compresión del hueso. Otros minerales como el carbonato de calcio, el fosfato de magnesio y el fluoruro también están presentes en menores cantidades <sup>13</sup>.

### Componentes Orgánicos:

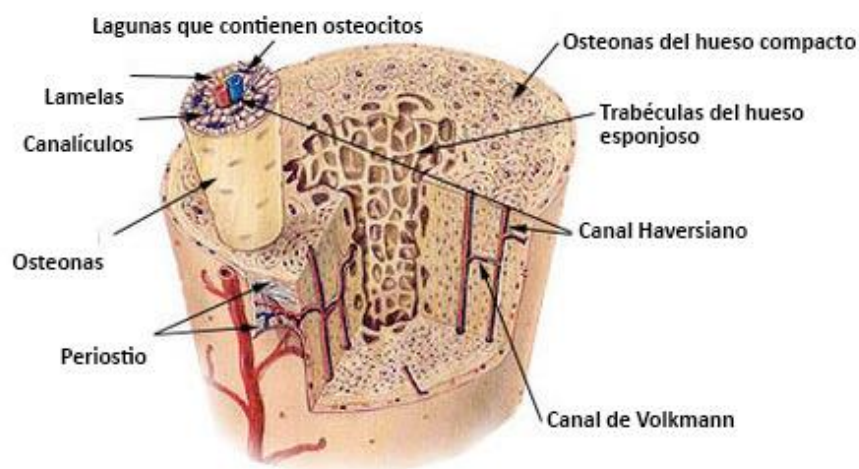
- **Colágeno:** es la proteína más abundante en el hueso, representando aproximadamente el 90% de la matriz orgánica que proporciona la flexibilidad y resistencia a la tracción del hueso. Las fibras de colágeno se organizan en una estructura laminar que refuerza la matriz ósea.
- **Proteoglicanos y Glicoproteínas:** estas moléculas desempeñan un papel importante en la organización y función de la matriz ósea ya que ayudan a regular la mineralización del hueso y a mantener la hidratación de la matriz (osteocalcina, osteonectina y sialoproteína ósea).
- **Células Óseas:** el hueso contiene varios tipos de células que desempeñan funciones cruciales en su formación, remodelación y mantenimiento:

- **Osteoblastos:** Células que sintetizan la matriz ósea.
- **Osteocitos:** Células maduras que mantienen la matriz ósea.
- **Osteoclastos:** Células que reabsorben el hueso.

### Estructura del Hueso Vertebral:

- **Hueso Cortical (Compacto):** forma la capa externa dura del hueso y proporciona resistencia y protección <sup>13</sup>.
- **Hueso Trabecular (Esponjoso):** se encuentra en el interior del hueso, especialmente en los cuerpos vertebrales y consiste en una red de trabéculas óseas que proporcionan soporte y resistencia, al mismo tiempo que reducen el peso del hueso y varía según la región de la columna vertebral y la edad del individuo (Figura 7).

### Hueso Compacto y Esponjoso (Hueso trabecular)



**Fig. N°7:** Imagen ilustrativa del hueso compacto y esponjoso. La matriz ósea proporciona a los huesos su estructura básica. Nota el hueso esponjoso en el medio y el hueso compacto hacia la región externa. Las osteonas son las unidades funcionales del hueso compacto. Nota. Cortesía del Programa de Vigilancia, Epidemiología y Resultados Finales (SEER) del Instituto Nacional del Cáncer de EE. UU., modificado por Marianna Ruiz Villarreal (Usuario:LadyofHats/Wikimedia Commons) para CK-12 Foundation.

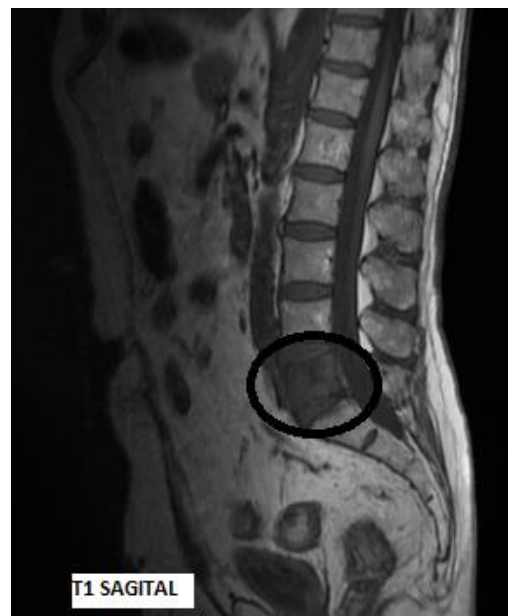
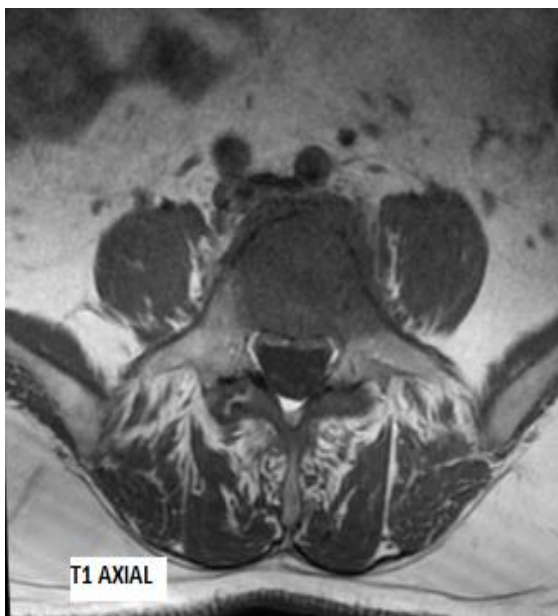
### INDICACIONES DE VERTEBROPLASTIA

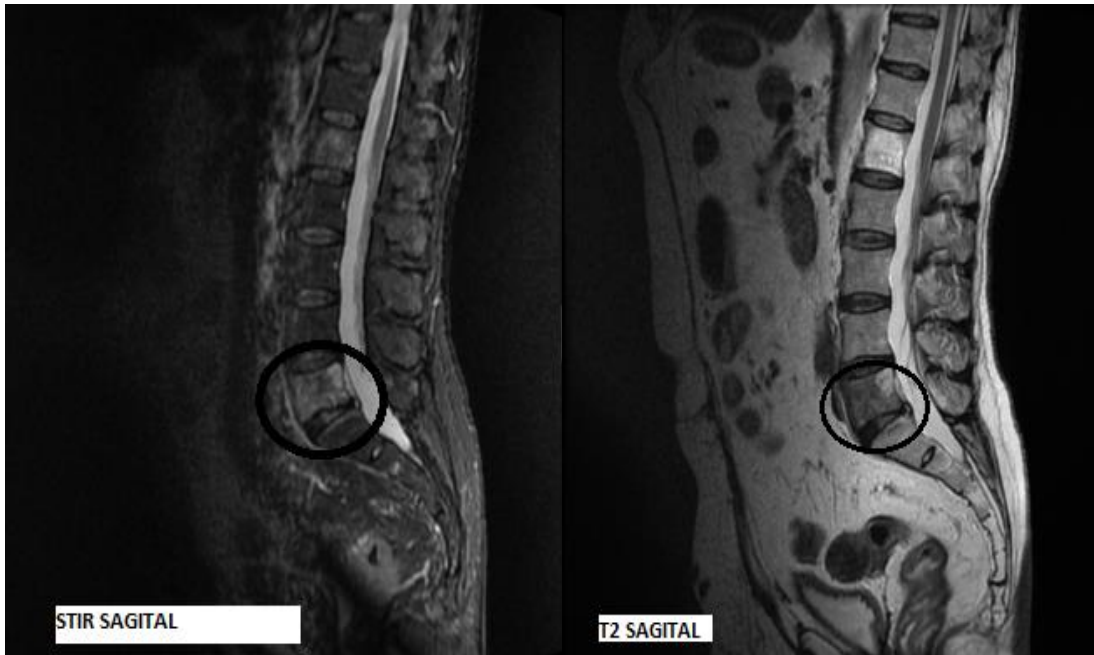
La principal indicación de la vertebroplastia es el tratamiento del dolor producido por el colapso de un cuerpo vertebral en los casos de las fracturas aplastamiento vertebral por osteoporosis y las lesiones osteolíticas metastásicas que afectan los cuerpos vertebrales (incluyendo los mielomas). Así mismo ha demostrado una gran eficacia en el manejo de los hemangiomas vertebrales dolorosos <sup>12</sup>.

### Metástasis vertebrales

- Representan la afectación secundaria de la columna vertebral por células metastásicas diseminadas por vía hematogena. Deben incluirse en cualquier diagnóstico diferencial de una lesión ósea espinal en un paciente mayor de 40 años.

- Las lesiones vertebrales suelen ser asintomáticas en el contexto de una enfermedad metastásica generalizada y, por lo tanto, suelen detectarse de manera incidental cuando se realizan estudios de imágenes por otros motivos
- Las lesiones pueden volverse sintomáticas debido a dolor óseo, fracturas por compresión patológica o extensión al canal espinal con compresión de la médula y consiguientes déficits neurológicos <sup>15</sup>.
- Las neoplasias malignas primarias más comunes que afectan las vértebras son:
  - cáncer de mama
  - cáncer de pulmón
  - cáncer de próstata
  - linfoma
  - carcinoma de células renales
  - neoplasias malignas del tracto gastrointestinal
  - melanoma
  - cáncer de páncreas
  - carcinoma de tiroides
- RMI: T1: hipointensa; T2 hipointensa en lesiones blásticas o iso/hiperintensa en lesiones líticas; realce en T1 con el Gadolinio. (Figura 8).
- TC: Las metástasis líticas más comunes se presentan como regiones de atenuación de tejidos blandos con márgenes irregulares. La masa puede atravesar la corteza y comprometer el canal espinal. Las lesiones escleróticas parecen hiperdensas e irregulares, pero es menos probable que se extiendan más allá de las vértebras (Figura 9).





**Fig. N°8:** Imágenes de RMI en donde se visualiza una lesión metastásica de un cáncer primario de próstata comprometiendo al cuerpo vertebral L5. Nota. Dawes L, Knipe H, Bell D, et al. Metástasis vertebrales. Artículo de referencia, Radiopaedia. Última revisión 6 de marzo de 2025, Henry Knipe.



**Fig. N°9:** Imagen de TC en donde se observa una lesión metastásica de aspecto lítica sobre el cuerpo vertebral L2 de un cáncer primario de mama. Nota. Dawes L, Knipe H, Bell D, et al. Metástasis vertebrales. Artículo de referencia, Radiopaedia. Última revisión 6 de marzo de 2025, Henry Knipe.

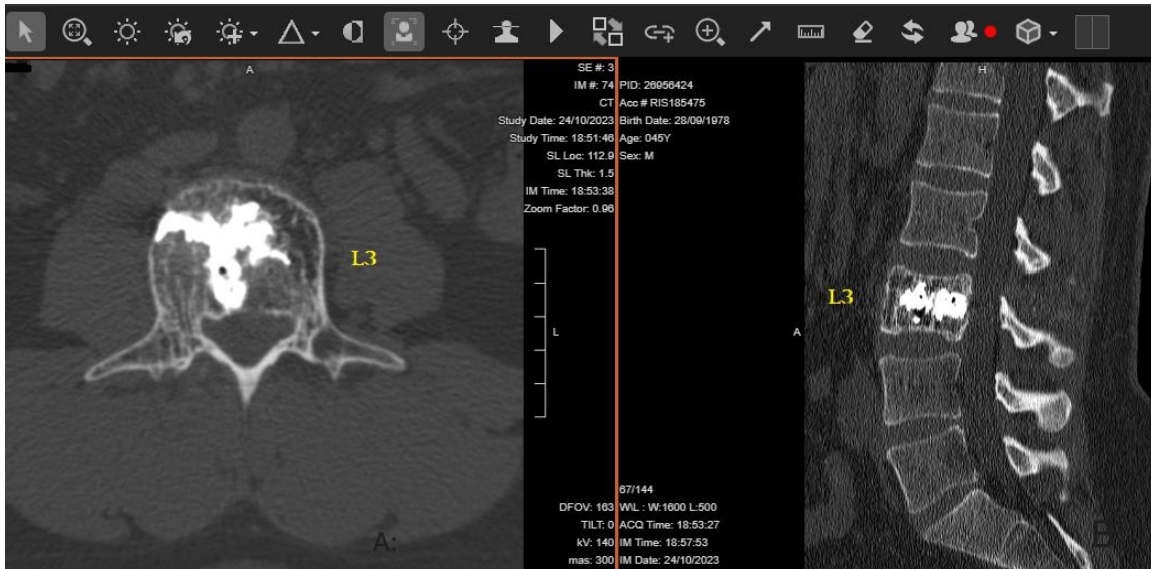
## **Mieloma Múltiple (Mieloma de células plasmáticas o Enfermedad de Kahler)**

- Es una proliferación multifocal de células plasmáticas en la médula ósea . Es la neoplasia ósea maligna primaria más común en adultos. Surge de la médula ósea roja debido a la proliferación monoclonal de células plasmáticas y se manifiesta con una amplia gama de anomalías radiográficas. El mieloma múltiple es incurable.
- Frecuente en pacientes mayores de 40 años; el 70 % de los casos se diagnostican entre los 50 y los 70 años <sup>17</sup>.
- Clínica: dolor de huesos, anemia, insuficiencia renal, hipercalcemia, proteinuria.
- La distribución del mieloma múltiple refleja la de la médula ósea roja en individuos mayores, y por lo tanto, se encuentra principalmente en el esqueleto axial y el esqueleto apendicular proximal afectando a las vértebras (más común), costillas, cráneo, cintura escapular, pelvis, huesos largos.
- TC: La TC de cuerpo entero de baja dosis es más precisa que un estudio radiográfico, con una sensibilidad de aproximadamente el 70 % y una especificidad de aproximadamente el 90 %. La gran mayoría de las lesiones son puramente líticas, bien definidas o perforadas.
- RMI: T1: señal típicamente baja; T2 con supresión grasa: hiperintenso; T1 con Gd: hiperintenso.

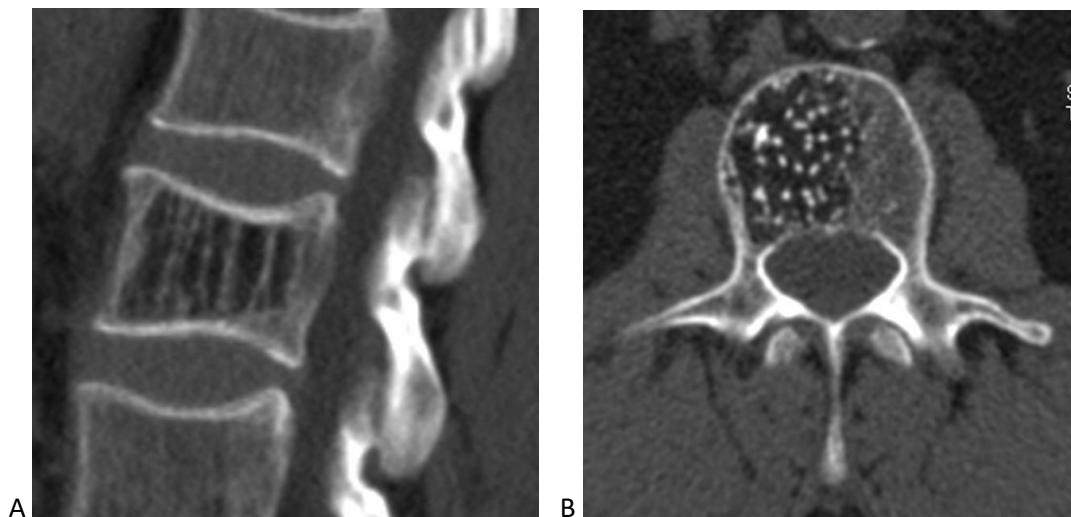
## **Hemangioma vertebral**

- Son las neoplasias vertebrales benignas más comunes. Sin embargo, no son verdaderas neoplasias, sino malformaciones venosas. Suelen ser asintomáticos y se detectan incidentalmente debido a sus características en las pruebas de imagen por otras razones<sup>19</sup>.
- El colapso del cuerpo vertebral o la invasión del canal neural son algunas de las causas clásicas de dolor. Un aumento de la actividad puede causar dolor en el hemangioma vertebral, como al comenzar a hacer ejercicio, realizar tareas domésticas, etc. Esto probablemente se deba a la carga axial que atraviesa el cuerpo vertebral.
- Están compuestas por espacios vasculares que provocan un desplazamiento del hueso.
- La mayoría de los hemangiomas vertebrales ocurren en la columna torácica, pero pueden encontrarse en toda la columna.
- Cuando existen déficits neurológicos o dolor intenso, es necesario el tratamiento.
- TC: el corte axial mostrará una apariencia de " puntos " o " sal y pimienta " debido al engrosamiento de las trabéculas vertebrales. En el corte sagital suelen mostrar el signo del "cordero" o "signo de la barra de cárcel" debido al aumento del grosor o la densidad de las trabéculas vertebrales (Figura 11).

- RMI: T1: hiperintenso (rico en lípidos); T2: hiperintenso (más que en el T1 por su alto contenido de agua); Stir: variable según la cantidad de grasa en la lesión en relación con la vascularidad (Figura 10).



**Fig. N°10:** Imagen de TC a quien se le realizó VPP en nuestro servicio en el cuerpo vertebral L3. A: corte axial donde se visualiza la presencia de un hemangioma con su aspecto en “sal y pimienta” presencia del cemento principalmente sobre el sector anterior. B: corte sagital del mismo cuerpo vertebral, donde se observa la distribución homogénea del cemento.



**Fig. N°11:** Imágenes de TC de un hemangioma vertebral. A: corte sagital que muestra el signo de “corduroy” debido al aumento del grosor de la trabéculas verticales. B: corte axial muestra el signo del “punto” o “sal y pimienta” por engrosamiento de las trabécular. Nota. Mapes M, Bell D, Sharma R, et al. Hemangioma vertebral. Artículo de referencia, Radiopaedia. Hemangioma vertebral. Artículo de referencia, Radiopaedia. Última revisión 2 de diciembre de 2024, Daniel J Bell.

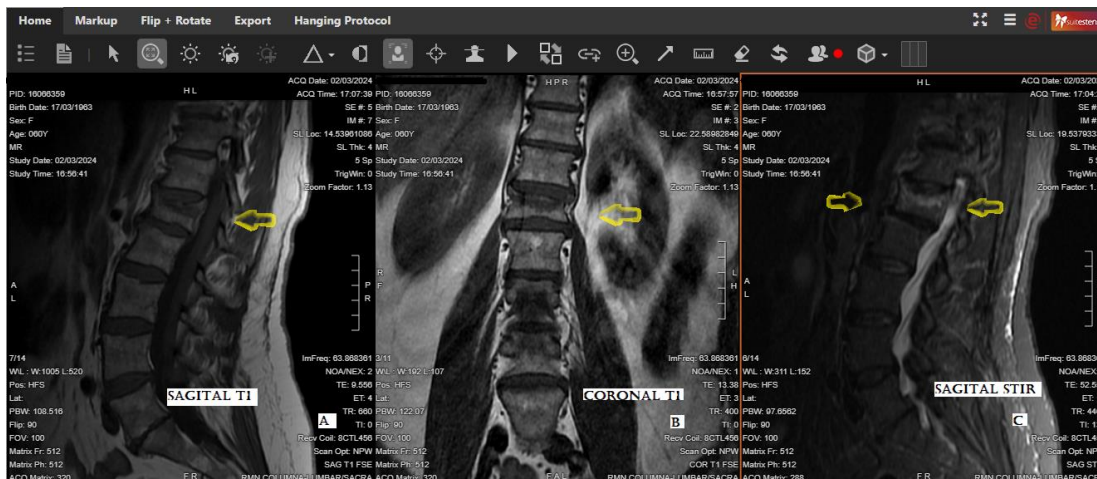
## Fractura por insuficiencia

- Son un tipo de fractura por estrés , resultado de tensiones normales sobre un hueso anormal <sup>20</sup>.

- No deben confundirse con las fracturas por fatiga, debidas a tensiones anormales sobre un hueso normal, ni con las fracturas patológicas, resultado de un hueso enfermo y debilitado.
- Con mayor frecuencia en mujeres, en el contexto de la osteoporosis, aunque cualquier proceso que debilite el hueso es un factor de riesgo. El uso prolongado de bifosfonatos también se ha asociado con fracturas por insuficiencia.
- Otras etiologías: hiperparatiroidismo, DBT, osteomalacia, enfermedad de Paget, displasia fibrosa, glucocorticoides, quimioterapia, radioterapia, entre otras.
- La ubicación más frecuente son las fracturas vertebrales (por aplastamiento o cuña). El edema medular se limita al cuerpo vertebral; la extensión de la señal anormal a los pedículos sugiere una lesión subyacente. (Figura 12)
- El diagnóstico precoz se realiza mejor con una gammagrafía ósea o una resonancia magnética, ya que las radiografías simples pueden parecer normales inicialmente.
- RMI: T1: hipointenso; T2: hiperintenso; Stir: hiperintenso.

## Osteoporosis

- Es una enfermedad ósea metabólica que se caracteriza por una disminución de la masa ósea y fragilidad esquelética <sup>21</sup>.
- La OMS define operativamente la osteoporosis como una puntuación T de densidad mineral ósea inferior a -2,5 DE (más de 2,5 desviaciones típicas por debajo de la media del adulto joven). El sitio estándar de referencia del análisis de la densidad mineral ósea es el cuello femoral, pero se pueden utilizar otros sitios como la columna lumbar. (Figura 14).
- Factores de riesgo: sexo (más frecuente en mujeres), edad, tabaquistas, uso prolongado de glucocorticoides, artritis reumatoidea, DBT tipo I, menopausia prematura, desnutrición, etc.



**Fig. N°12:** Imágenes de RMI de una paciente de nuestro servicio que presenta una fractura acunamiento del cuerpo vertebral L1. A y B: cortes T1 sagital y coronal con señal de intensidad baja sobre el platillo vertebral superior. C: secuencia sagital Stir donde se visualiza signos de edema óseo, compatible con fractura aguda.

## **CONTRAINDICACIONES DE VERTEBROPLASTIA**

### **Absolutas**

- Septicemia
- Infección activa de la vértebra o de los tejidos paravertebrales
- Coagulopatía incorregible
- Alergia a cualquier componente requerido para el procedimiento

### **Relativas**

- Fracturas crónicas
- Radiculopatía causada por un síndrome compresivo no relacionado con el colapso vertebral
- Retropulsión de un fragmento óseo o extensión de un tumor epidural con signos y síntomas de compromiso neurológico.
- Infección sistémica actual
- Paciente que mejora con la terapia médica
- Profilaxis en pacientes con osteoporosis
- Mielopatía o síndrome de la cola de caballo que se origina a nivel de la fractura

## **COMPLICACIONES DE LA VERTEBROPLASTIA**

- Fuga de cemento (compresión de estructuras adyacentes, síndrome de la vena cava inferior)
- Intravasación de cemento (embolia pulmonar por intravasación de venas paravertebrales o vena cava inferior)
- Lesión neurológica (recorrido de la raíz nerviosa, lesión medular)
- Fractura (más frecuente en el nivel adyacente)
- Sangrado (lesión de la VCI o de la aorta si atraviesa la corteza vertebral anterior, hematoma epidural, paravertebral, intercostal)
- Neumotórax

## **PROCEDIMIENTO TÉCNICO**

El procedimiento tiene 3 fases: colocación de la cánula en el cuerpo vertebral, realización de una vertebrografía e inyección del cemento <sup>23</sup>:

### **Colocación de la cánula**

- El procedimiento se realiza habitualmente bajo tomografía y bajo neuroleptoanalgesia con el paciente situado en decúbito prono, eligiendo una vía de abordaje. El proceso se realiza bajo condiciones estériles similares a las utilizadas en una cirugía abierta.
- Colocación del paciente: En las lesiones cervicales se coloca el paciente en decúbito supino, en lesiones dorsales en decúbito prono, mientras que en las lesiones lumbares se coloca en decúbito prono o lateral.
- Analgesia: La más utilizada en la neuroleptoanalgesia, más anestesia local.

- Abordaje: a) a nivel cervical el acceso es anterolateral; b) a nivel dorsal es transpedicular; c) a nivel lumbar es transpedicular o posterolateral. El acceso suele ser bilateral, aunque en algunos procedimientos es suficiente una punción unilateral.
- Se cubre el paciente con paños estériles dejando el área de punción abierta. Se procede a la anestesia local con novocaína. Se hace un pequeño corte en la piel con una hoja de bisturí para facilitar la introducción de la aguja hueca (aguja trócar).
- Avanzar la aguja hasta llegar al tercio anterior del cuerpo vertebral.
- Preparación del cemento: el cemento tiene los siguientes constituyentes:
  - componentes en polvo: sulfato de gentamicina, metacrilato polimetílico, peróxido de benzoilo, sulfato de bario
  - componentes líquidos: metacrilato metílico, N-dimetil-p-toluidina, hidroquinona.

Se mezclan los componentes en polvo y líquido obteniendo una consistencia semilíquida.

## **Vertebrografía**

- Una vez colocada la aguja es imprescindible realizar una vertebrografía, utilizando entre 3 a 5 cc de contraste (Iodo no iónico) haciendo controles radiográficos dinámicos con el arco en C.
- La vertebrografía sirve para descartar la presencia de una fractura del muro posterior, que contraindica el procedimiento, así como para delimitar el drenaje venoso del cuerpo vertebral, tanto por la vena segmentaria lateral, como por el plexo basivertebral.
- Durante la realización de la vertebrografía puede existir una fuga del contraste hacia el disco (no contraindica la realización de la vertebroplastia) o haber un drenaje directo del contraste a la VCI, sistema venoso paravertebral o ácigos (en este caso, redireccionar la aguja en situación más anterior).

## **Inyección del cemento**

- Las jeringas utilizadas son de 1 ml. Realizamos la inyección de forma manual, por técnica mono o bipedicular colocando cemento por cada uno de los dos trocares.
- Se realiza controles radiográficos dinámicos (arco en C).
- Una vez finalizado el proceso de cementación, el paciente se mantiene en reposo durante las primeras horas, permitiéndose la movilización según tolerancia.
- Es recomendable realizar un estudio de control mediante TAC de la vértebra tratada, para comprobar el relleno y la presencia de extravasaciones. (Figura 13).
- No existe una cantidad mínima de cemento a inyectar para que el procedimiento sea efectivo. Por regla general se administra entre 2 y 11 ml por vértebra.

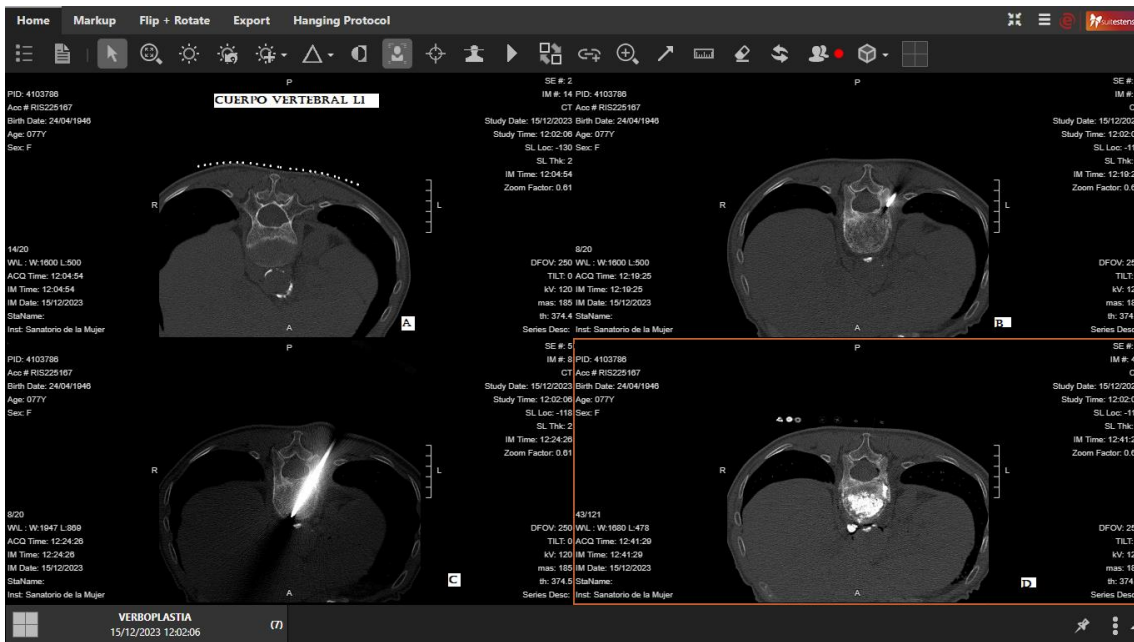


Fig. N°13: VPP en cuerpo vertebral L1 en paciente con antecedente de osteoporosis. A: Se realiza marcación eligiendo vía de abordaje. B: Vía de abordaje transpedicular izquierda. C: Localización del trocater en el tercio anterior vertebral.. D: Relleno vertebral con cemento.

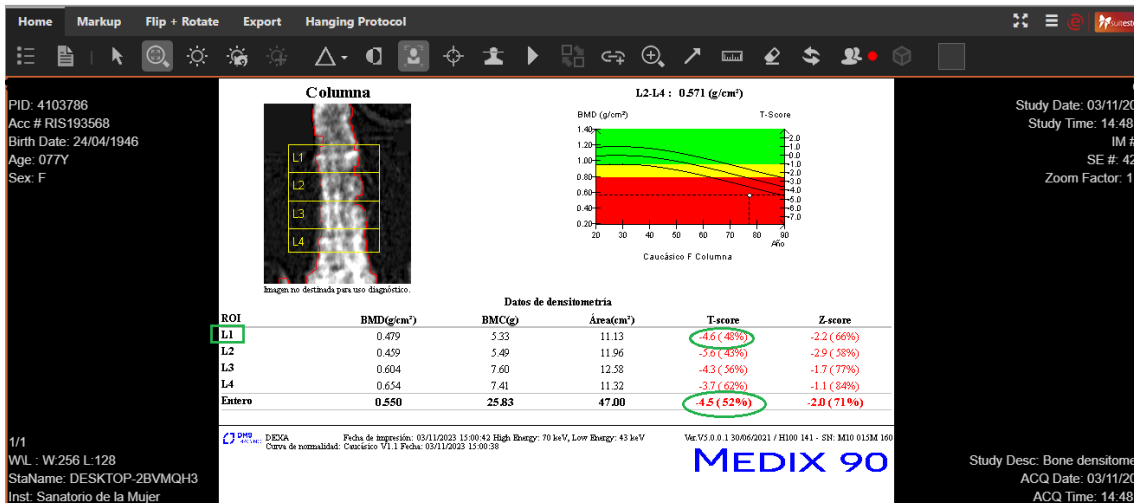


Fig. N°14: Correlación de la DMO de columna vertebral (L1-L4) de la paciente previa en donde se observa una puntuación T con un desvío estándar de -4,5 indicando osteoporosis.

## ASPECTOS BIOMECÁNICOS

- Una de las hipótesis que se barajan para justificar el efecto analgésico que se obtendría con la VPP se basa en el efecto mecánico que la cementación produciría al estabilizar el foco de fractura y eliminar los micro-movimientos que se originarían en el mismo. Sin embargo, Erickson<sup>24</sup> y colaboradores abogan más por la reacción exotérmica que acompaña a la polimerización del cemento como origen del alivio del dolor.

- Mediante la inyección de cemento óseo se produce una importante reacción exotérmica que provocaría la muerte de células tumorales <sup>25</sup> así como también de las terminaciones nerviosas.
- El tratamiento en los hemangiomas dolorosos se realiza para disminuir el dolor, lograr la estabilización espinal, para prevenir deformidades secundarias, y para detener la evolución de estas malformaciones vasculares seudotumorales <sup>26</sup>.

## **ESCALA NUMÉRICA DEL DOLOR**

El dolor, según la International Association for the Study of Pain (IASP), se define como una experiencia sensorial o emocional desagradable, asociada a daño tisular real o potencial, o bien descrita en términos de tal daño. Se trata en todo caso de un concepto subjetivo y existe siempre que un paciente diga que algo le duele <sup>27</sup>.

El dolor interfiere en las actividades de la vida diaria (AVD) con diferencias por sexo, siendo mayor la afectación en mujeres, e incrementándose a medida que lo hace la edad, y en relación con la actividad realizada y en puestos concretos de trabajo, lo que puede influir en la planificación asistencial y preventiva, dentro de un concepto selectivo que contemple las diferencias encontradas.

Definir el dolor y hacerlo de tal manera que tenga una aceptación unánime es complejo, puesto que se trata de una experiencia individual y subjetiva, a lo que se une el hecho de que no existe método científico que lo haga "medible", y se acompaña la percepción de un heterogéneo grupo de matices y sensaciones que pueden incrementarla.

Esta dificultad para evaluarlo hace que se recurra a instrumentos que, con el mínimo esfuerzo para el paciente, sean fácilmente comprensibles y que demuestren fiabilidad y validez; por ello, junto con la información que proporciona la historia clínica, se ha recurrido tradicionalmente a escalas: analógica, verbal, numérica, gráfica, etc.

En este trabajo, utilizamos la Escala Numérica (EN), la cual consta de una escala numerada del 1-10, donde 0 es la ausencia y 10 la mayor intensidad. El paciente selecciona el número que mejor evalúa la intensidad del síntoma.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se realizó un estudio retrospectivo, descriptivo y observacional, donde se revisaron todas las VPP realizadas en el Servicio de Diagnóstico por Imágenes del Sanatorio de la Mujer en la que participé de forma activa, abarcando el periodo comprendido entre el mes de octubre del año 2020 y marzo del año 2024.

Se recopilaron y analizaron 30 RM de pacientes con diagnóstico de fracturas vertebrales, obtenidas en equipos de distintos campos y marcas con los que cuenta la institución.

Estos incluyen:

- General Electric de 1,5 Tesla
- Magnetom Essenza, Siemens, de 1,5 Tesla
- Hitachi de 0.3 Tesla
- Philips Panorama de 0,23 Tesla

La recolección de datos se realizó mediante una ficha diseñada en el programa Excel.

El protocolo habitual utilizado para el estudio de la columna lumbar en nuestro servicio es el siguiente:

- Sagital T1, T2 e IR.
- Axial T2 orientados disco por disco.
- Axial T1 en bloque.
- Coronal T1.

## **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Fracturas vertebrales por compresión sintomáticas (dolor raquídeo persistente que no responde al tratamiento conservador como analgésicos, reposo, fisioterapia).
- Evidencia de edema óseo en la RM, que sugiere una fractura aguda o subaguda.
- Hemangiomas vertebrales dolorosos.
- Metástasis vertebrales que causan dolor y/o inestabilidad.
- Pacientes con edad y estado general que permitan tolerar el procedimiento

## **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

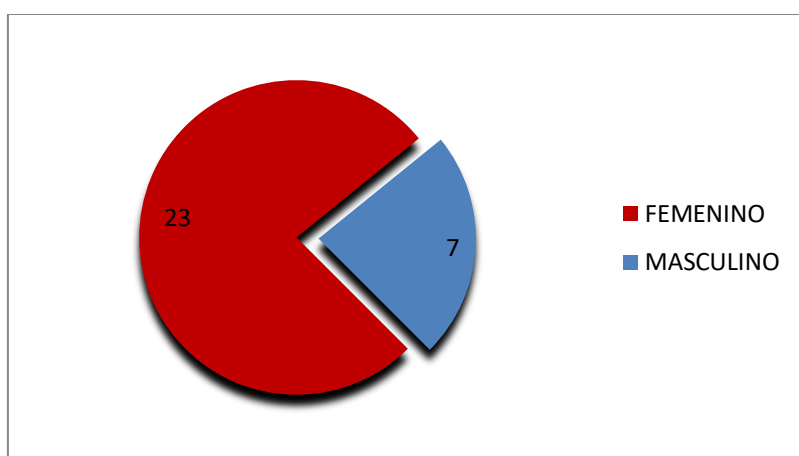
- Infección activa
- Trastornos de coagulación
- Alergia conocida al polimetilmetacrilato (PMMA) o a cualquier componente utilizado
- Compromiso neurológico severo
- Fracturas vertebrales crónicas y asintomáticas
- Estenosis severa del canal que pueda verse agravada por la vertebroplastia
- Fracturas inestables que requieren cirugía abierta

## RESULTADOS

En el presente estudio, se analizaron los resultados de 30 pacientes sometidos a vertebroplastia percutánea, con el fin de evaluar la eficacia clínica inmediata del procedimiento en el alivio del dolor y la mejora de la calidad de vida funcional.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis de los datos recopilados de los 30 pacientes incluidos en el estudio.

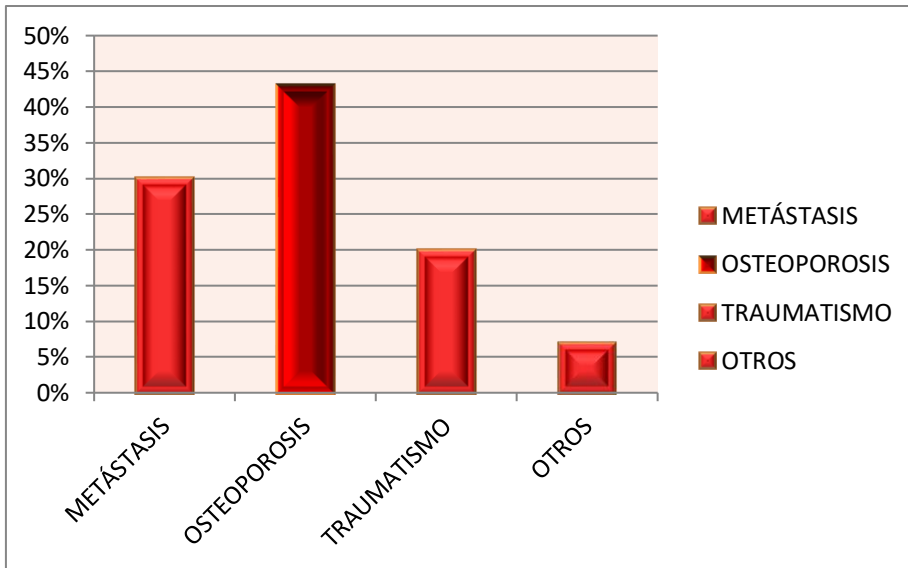
La muestra estudiada consistió en 30 pacientes a los cuales se les realizó VPP, de los cuales 76% (23 pacientes) correspondió al sexo femenino y el 24% (7 pacientes) al sexo masculino (Gráfico I), observándose una diferencia significativa en cuanto a relación Hombre/Mujer, siendo el rango etario más frecuente entre los 50-84 años.



*Gráfico I: Distribución por género.*

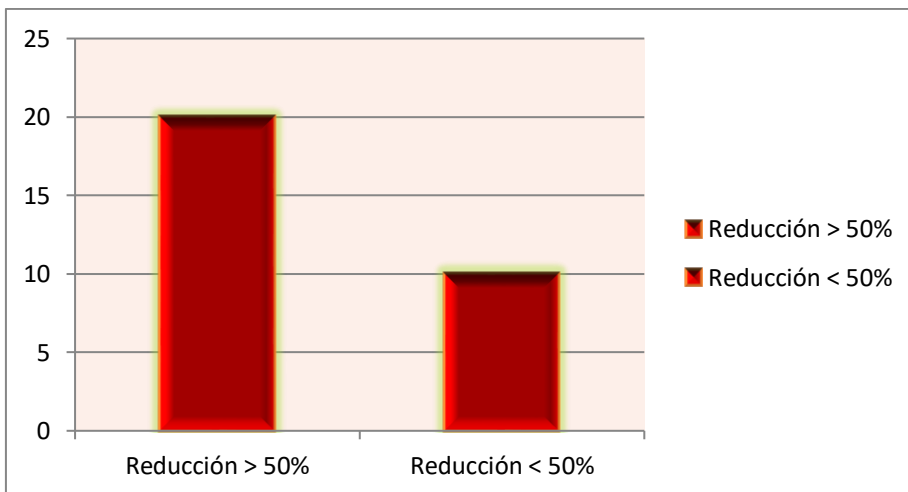
Del total de pacientes sometidos a VPP, el 43% presentaba fracturas vertebrales por compresión secundarias a osteoporosis. Dentro de este grupo, se observó una mayor prevalencia en mujeres posmenopáusicas. Las metástasis vertebrales, que representaron el 30% de los casos, se originaron principalmente de carcinomas de colon y mama. En orden de frecuencia, le sigue las fracturas vertebrales de causa traumática, representando el 20% de los casos (Gráfico II).

Se identificaron dos casos singulares en la serie: un hemangioma vertebral sintomático y un mieloma múltiple con fractura. En ambos pacientes, la vertebroplastia percutánea demostró ser efectiva para el control del dolor y la mejora de la calidad de vida.



**Gráfico II:** Principales causas según el orden de frecuencia.

El análisis de la escala numérica del dolor reveló que 20 pacientes (67%) experimentaron una reducción del dolor de al menos el 50% a las 48-72 horas post-procedimiento. Esto significa que su reducción de dolor disminuyó a la mitad o más de su valor inicial (Gráfico III).



**Gráfico III:** Reducción del Dolor a las 48-72 Horas Post-Vertebroplastia (Escala Numérica).

La totalidad de los pacientes sometidos a vertebroplastia percutánea experimentaron dolor en la zona de punción durante las primeras 24-48 horas post-procedimiento. Este dolor fue de intensidad leve a moderada, de carácter local, y se atribuyó a la irritación tisular relacionada con la inserción de la aguja y la inyección del cemento. Es importante destacar que este dolor no se correlacionó con el dolor vertebral inicial que indicó el procedimiento, y se resolvió espontáneamente en todos los casos.

## **DISCUSIÓN**

La rápida mejoría del dolor y la función observada en nuestro estudio sugiere que la vertebroplastia percutánea es un procedimiento eficaz para el tratamiento de fracturas vertebrales por compresión sintomáticas, permitiendo a los pacientes retomar sus actividades cotidianas con mayor prontitud.

Los resultados de este estudio respaldan el uso de la vertebroplastia percutánea como una opción terapéutica eficaz para pacientes con fracturas vertebrales por compresión sintomática, especialmente aquellos que no responden al tratamiento conservador.

A pesar de la limitada bibliografía, nuestros hallazgos sobre la eficacia terapéutica de la VPP a las 48-72 horas tienen una relevancia clínica significativa, ya que la marcada disminución del dolor observada en pacientes con fracturas vertebrales podría tener implicaciones importantes para el tratamiento inmediato y la calidad de vida.

## **CONCLUSIÓN**

En conclusión, este estudio demuestra que la vertebroplastia percutánea es un procedimiento eficaz y seguro para el tratamiento de fracturas vertebrales por compresión sintomáticas, con una mejoría significativa del dolor y la calidad de vida funcional.

Finalmente, es importante destacar que el éxito observado en la aplicación de la vertebroplastia percutánea en nuestra serie de casos es un testimonio de los beneficios del trabajo interdisciplinario. La experticia combinada del equipo de diagnóstico por imágenes con el resto de los servicios, permitió abordar las necesidades de los pacientes de manera integral, contribuyendo significativamente a los resultados positivos obtenidos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Galibert P, Deramond H et al: Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty. *Neurochirurgie*, 1987; 33:166- 168.
- Debussche-Depriester C, Deramond H, Fardellone P. Percutaneous vertebroplasty with acrylic cement in the treatment of osteoporotic vertebral crush fracture syndrome. *Neuroradiology*, 33 (1991), pp. 149-52.
- Netter FH. Atlas de anatomía humana. 7a ed. Elsevier; 2019.
- Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. Anatomía con orientación clínica. 8a ed. Wolters Kluwer; 2017.
- Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM. Gray's anatomy for students. 4a ed. Elsevier; 2019.
- [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1134-80462018000400228](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-80462018000400228)
- Needles JH. The caudal level of termination of the spinal cord in American Whites and American Negroes. *Anat Rec*. 1935; 63(4): 417-424. [ Links ]
- A Lomelí-Rivas, JE Larrinúa-Betancourt, 2021. Artículo de revisión: Biomecánica de la columna lumbar: un enfoque clínico, Scielo.
- P. Martín Medina, P. Bartumeus Martínez, MD Pascual Robles, J. Hernando Sáez, L. Humanes López, C. Crespo Martínez /ES. (2014). Anatomía de la Región Raquídea y su importancia en los Bloqueos Centrales. Presentación electrónica educativa. SERAM. DOI: 10.1594/seram2014/S-0895.
- Knipe H, Walizai T, Sharma R, et al, 2024. Medula Espinal. Presentación electrónica educativa. Radiopaedia. doi.org/10.53347/rID-25075.
- Knipe H, Bell D, Howden W, et al. Circulación de la médula espinal. Artículo de referencia, Radiopaedia.org (Consultado el 12 de abril de 2025). doi.org/10.53347/rID-26754
- Ekramul M. Gofur; Paramvir Singh. Anatomía, Espalda, Irrigación Sanguínea del Canal Vertebral. National Library of Medicine, National Center for Biotechnology Information; 2023.
- Douglas Wilkin, Ph.D. | Jean Brainard, Ph.D., 2025, FlexBooks 2.0, CK-12 Conceptos Biología, Estructura de los Huesos.
- Atlas de anatomía humana-, por F.H Netter, 7° Edición Tapa Blanda – Editorial Elsevier, año 2019.

- Dawes L, Knipe H, Bell D, et al. 2008. Metástasis vertebrales. Artículo de referencia, Radiopaedia.org. doi.org/10.53347/rID-1668.
- Radswiki T, Campos A, Bell D, et al. Vertebroplastia y cifoplastia. Artículo de referencia, Radiopaedia.org (Consultado el 12 de abril de 2025). Doi.org/10.53347/rID-12438.
- Yap K, Moore C, Sharma R, et al. Mieloma múltiple. Artículo de referencia, Radiopaedia.org (Consultado el 13 de abril de 2025). Doi.org/10.53347/rID-9555. Última revisión 27 de marzo de 2025, Daniel J Bell.
- D'Souza D, Fortin F, Kang O, et al. Hemangioma. Artículo de referencia, Radiopaedia.org (Consultado el 14 de abril de 2025). Doi.org/10.53347/rID-1415. Última revisión 15 de julio de 2023, Ashesh Ishwarlal Ranchod.
- Mapes M, Bell D, Sharma R, et al. Hemangioma vertebral. Artículo de referencia, Radiopaedia.org (Consultado el 14 de abril de 2025) <https://doi.org/10.53347/rID-25845>. Última revisión 2 de diciembre de 2024, Daniel J Bell.
- Gaillard F, Deng F, Ranchod A, et al. Fractura por insuficiencia. Artículo de referencia, Radiopaedia.org (Consultado el 14 de abril de 2025) <https://doi.org/10.53347/rID-1505>. Última revisión 25 de noviembre de 2023, Francis Deng.
- Pant H, Ranchod A, Mahfouz P, et al. Osteoporosis. Artículo de referencia, Radiopaedia.org (Consultado el 14 de abril de 2025) <https://doi.org/10.53347/rID-31331>.
- E. Garcés Redolat, A. C. Vela, A. García Gámez, L. E. Dinu, M. Marin Cardenas, J. M. Artigas Martin; Zaragoza/ES. Presentación Electrónica Educativa. Seram.DOI:10.1594/seram2012/S-0543.
- L. Álvarez Galovich, A. Pérez-Higueras. Vertebroplastia: indicaciones y técnica. Revista Española de Cirugía Ortopédica y traumatología. Vol. 46. Número 2. Páginas 175-182. Editorial Elsevier. 2002.
- Eriksson, R.A., Albrektsson, T., Magnusson, B.: Assessment of bone viability after heat trauma. A histological, histochemical and vital microscopic study in the rabbit. Scand J Plast Reconstr Surg. 1984; 18: 261-268.
- Chiras J, Depriester C, Weill A, Sola-Martinez MT, Deramond H. Percutaneous vertebroplasty: techniques and indications. J Neuroradiol 1997; 24(1): 45-59.
- Dres. Roberto Crosa, Ofelia Marabotto. Vertebroplastia percutánea. Avances en el tratamiento del dolor raquídeo. Rev. Méd. Urug. vol.22 no.3 Montevideo set. Scielo Uruguay. 2006.
- M.T. Vicente-Herrero, S. Delgado-Bueno, F. Bandrés-Moyá, M.V. Ramírez-Iñiguez-de-la-Torre, L. Capdevilla-García. Valoración del dolor. Revisión comparativa de escalas y cuestionarios. Rev. Soc. Esp. Dolor vol.25 no.4. Madrid jul./ago. Scielo. 2018.