



UGR

Universidad  
de Granada

## TESIS DOCTORAL

**“VERTEBROPLASTIA Y CIFOPLASTIA PERCUTÁNEAS  
EN EL TRATAMIENTO DEL DOLOR RAQUÍDEO  
MOTIVADO POR FRACTURAS VERTEBRALES”**

**AUTOR:** ANTONIO LUIS PEREZ ABELA  
Licenciado en Medicina y Cirugía  
Especialista en Traumatología y Cirugía Ortopédica

**DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA Y SUS ESPECIALIDADES**  
**Facultad de Medicina**  
**UNIVERSIDAD DE GRANADA**

**DIRECTORES:** FERNANDO RUIZ SANTIAGO  
JOSE LUIS MARTÍNEZ MONTES  
NICOLÁS PRADOS OLLETA

Editor: Editorial de la Universidad de Granada  
Autor: Antonio Luis Pérez Abela  
D.L.: GR 916-2012  
ISBN: 978-84-694-665-0

## AGRADECIMIENTOS

1. *En primer lugar a mi esposa Rosa por su apoyo valioso e imprescindible para la realización de esta tesis tanto en el ámbito personal como en el profesional. Fue ella, en el verano de 2004, la que tuvo la idea inicial y ella la que no dejó de recordármelo hasta que pusimos en marcha el proyecto. Porque amor y trabajo pueden, sin duda, caminar unidos. Nunca tendré palabras para agradecer todo lo que me aporta cada día en la vida.*
2. *A ella y a mis hijas Carla y Claudia por restarles parte de nuestro escaso tiempo de ocio. Desde su nacimiento en 2004 y 2006 fueron muchas las horas en las que este proyecto restó tiempo para mirarles a los ojos; pero cuando les decía que era parte de mi trabajo y que me hacía feliz cumplir con mis objetivos una sonrisa de comprensión y apoyo les llenaba la mirada. Son muchas veces las que me hacen tocar el cielo cada día.*
3. *A mis padres (Santiago y Encarna) por enseñarme el camino de la vida de manera magistral. Nunca seré capaz de entregarles tanto como ellos me dieron de sus vidas. Desde mi infancia recuerdo su entusiasmo diario para mi formación como persona en todos los aspectos de la vida, en los estudios, en las relaciones personales, en el deporte, etc. Siempre fueron el mejor ejemplo de entrega y superación. Junto a ellos a mi hermana Marta que recorrió junto a mí, y sólo conmigo, aquellos años universitarios que fueron difíciles y, a la vez, hermosos.*
4. *A los familiares de mi esposa Rosa, que siempre me hicieron sentir uno más de ellos, que me ayudan cada vez que les necesito y hacen de padres con mis hijas en muchas ocasiones; que sienten nuestros logros como suyos y que me hacen pasar ratos inmensamente agradables e inolvidables.*
5. *A Fernando Ruiz Santiago, que ha sido el alma de esta tesis, fue siempre mi guía tanto para el diseño como para la ejecución de la misma. Sin pedir nada a cambio entregó muchas horas y mucho empeño en ayudarme. Quedo en deuda con él para siempre.*

6. *A mi codirector de tesis Jose Luis Martínez Montes que desde que le conozco fue compañero y “sin embargo” amigo. Es de esas personas que te hacen tener ilusión en el trabajo diario aunque sea duro, que respetan la libertad individual aún estando arriba, que utilizan el sentido común por encima del resto de los sentidos y, en definitiva, que consiguen hacerte amar todo aquello que haces.*
7. *A Nicolás Godoy Abad que fue mi primer estímulo y apoyo profesional para llegar donde estoy. Siempre confió en mí incluso en momentos difíciles de mi vida. Gracias por su sabio apoyo.*
8. *A Francisco Acosta Collado, el jefe de mi unidad, con el que aprendí a amar la cirugía de raquis y me dio la formación y la libertad idóneas para crecer a su lado. Han sido muchos los momentos inolvidables que he vivido junto a él.*
9. *A Nicolás Prados Olleta, codirector de esta tesis que, por su gran experiencia universitaria y docente, ha sabido orientarme en su elaboración y por estar siempre ahí cuando le necesité.*
10. *A los otros componentes de nuestra Unidad de Columna, Alfonso Cañadas del Castillo y Juan Luis López Alcázar, con los que cada día me divierto construyendo cirugía. Un equipo en el que siempre uno entrega todo porque sabe que el otro también lo hace.*
11. *A la plantilla de médicos adjuntos y residentes de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Universitario Virgen de las Nieves que hacen que el trabajo diario sea un placer. Pocos servicios he conocido en los que se trabaja tanto y a la vez tan a gusto. Nunca recibí un “no” por respuesta de ninguno de ellos.*
12. *Al Departamento de Estadística del Hospital Universitario Virgen de las Nieves de Granada por su colaboración en la elaboración e interpretación de la estadística de la misma.*

# ÍNDICE

**AGRADECIMIENTOS****1-2****ÍNDICE****3-9****1. INTRODUCCIÓN****10-68**

1.1. Antecedentes y estado actual del tema .....	13
1.2. La columna vertebral normal .....	15
1.2.1. Anatomía ósea vertebral .....	15
1.2.2. Vascularización vertebral .....	17
1.2.3. Inervación vertebral .....	20
1.2.4. Biomecánica de la columna .....	22
1.3. Epidemiología de las fracturas vertebrales .....	23
1.4. Etiología de las fracturas vertebrales .....	23
1.4.1. Fracturas traumáticas .....	24
1.4.2. Fracturas por insuficiencia .....	25
1.4.3. Fracturas patológicas .....	26
1.5. Biomecánica de las fracturas vertebrales.....	29
1.6. Clínica de las fracturas vertebrales .....	30
1.6.1. Valoración de un paciente con sospecha de fractura vertebral ....	31
1.6.2. Consecuencias de las fracturas vertebrales .....	32
1.6.2.1. Consecuencias fisiológicas de las fracturas vertebrales .	32
1.6.2.2. Secuelas dolorosas de las fracturas vertebrales .....	34

1.7. Estudio por imagen de las fracturas vertebrales .....	35
1.7.1. Radiología convencional .....	35
1.7.2. Medicina nuclear .....	36
1.7.3. Tomografía Computarizada .....	38
1.7.4. Resonancia Magnética .....	40
1.8. Tratamiento de las fracturas vertebrales .....	41
1.8.1. Protocolos diagnóstico-terapéuticos .....	41
1.8.2. Tratamiento médico .....	46
1.8.3. Tratamiento quirúrgico .....	47
1.8.3.1. Instrumentación .....	47
1.8.3.2. Vertebroplastia/cifoplastia percutánea .....	48
1.8.3.2.1 Objetivos de la VP/CF .....	53
1.8.3.2.2 Materiales empleados .....	54
1.8.3.2.3 Resultados de la VP/CF .....	55
1.8.3.2.4 Complicaciones de la VP/CF .....	61
1.8.3.2.5 Fracturas vertebrales vecinas post VP/CF.....	63
1.8.4. Subgrupo de fracturas por insuficiencia .....	64
1.9 Resumen de la introducción .....	67

**2. HIPÓTESIS DE TRABAJO****69-70****3. OBJETIVOS****71-72**

**4. MATERIAL Y MÉTODOS****73-102**

4.1. Diseño del estudio .....	73
4.2. Pacientes .....	75
4.3. Variables a estudiar.....	77
4.3.1. Variables dependientes .....	77
4.3.1.1. Dolor .....	77
4.3.1.2. Capacidad funcional .....	78
4.3.1.3. Opinión del paciente sobre el tratamiento recibido	80
4.3.1.4. Evolución recodificada .....	80
4.3.2. Variables independientes .....	80
4.3.2.1. Variables clínicas .....	80
4.3.2.2. Variables anatómicas .....	81
4.4. Instrumentación y material empleado.....	81
4.4.1. Instrumentación para la cifoplastia .....	81
4.4.2. Instrumentación para la vertebroplastia .....	86
4.4.3. Instrumentación en el estudio por imagen .....	87
4.5. Métodos .....	89
4.5.1. Selección de pacientes .....	89
4.5.2. Evaluación clínica de los pacientes .....	89
4.5.3. Estudio por imagen de los pacientes .....	91
4.5.4. Cifoplastia. Procedimiento .....	91
4.5.5. Vertebroplastia. Procedimiento .....	101
4.6. Análisis estadístico.....	102

**5. RESULTADOS****103-127**

5.1. Estadística descriptiva y análisis bivalente según el tipo de tratamiento ...	104
5.1.1. Variables independientes cualitativas .....	104
5.1.1.1 Sexo de los pacientes .....	104
5.1.1.2. Actividad laboral .....	105
5.1.1.3. Servicio de Referencia .....	105
5.1.1.4. Enfermedad crónica .....	106
5.1.1.5. Etiología de la lesión .....	107
5.1.1.6 Antecedente Traumático .....	108
5.1.1.7 Localización de la lesión .....	109
5.1.1.8 Morfología de la Fractura .....	110
5.1.1.9. Clasificación AO/Magerl .....	111
5.1.1.10. Tratamientos previos.....	111
5.1.1.11. Tratamiento para la osteoporosis .....	112
5.1.1.12. Complicaciones inmediatas .....	112
5.1.1.13. Complicaciones tardías .....	113
5.1.1.14 Satisfacción con el tratamiento realizado .....	114
5.1.1.15. Fugas .....	115
5.1.2. Variables independientes cuantitativas .....	117
5.1.3. Variables dependientes. Evolución clínica y funcional en pacientes con osteoporosis primaria.....	118
5.1.3.1. Escala analógica visual .....	118
5.1.3.2. Escala de Oswestry .....	119

5.1.4. Variables dependientes. Evolución clínica y funcional en pacientes con osteoporosis primaria .....	123
5.2. Análisis estadístico multivariante .....	125
5.2.1. Análisis del total de la muestra .....	125
5.2.2. Análisis de los pacientes con osteoporosis primaria .....	126

## 6. DISCUSIÓN

128-147

6.1. Diseño .....	129
6.2. Papel de la exploración clínica en el manejo de los pacientes con fractura vertebral .....	129
6.3. Papel de las técnicas de imagen en el manejo de los pacientes con fractura vertebral .....	130
6.4. Repercusión del tratamiento sobre la clínica .....	133
6.5. Repercusión del tratamiento sobre la anatomía y la biomecánica .....	137
6.6. Complicaciones de la técnica .....	139
6.7. Factores implicados en la mejoría clínica .....	142
6.8. ¿Qué técnica usar en cada caso? .....	144
6.9. Resumen de la discusión .....	147

## 7. CONCLUSIONES

148-150

## 8. ABREVIATURAS

151-152

---

<b>9. ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS Y GRÁFICOS</b>	<b>153-158</b>
--	----------------

9.1. Índice de tablas .....	154
9.2. Índice de figuras .....	155
9.3. Índice de gráficos .....	158

<b>10. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>159-179</b>
-------------------------	----------------

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1. INTRODUCCIÓN

La idea de este trabajo surge tras la implantación en nuestro hospital en el año 2003 de dos nuevas técnicas para el tratamiento percutáneo de las fracturas vertebrales: La vertebroplastia y la cifoplastia.

Aunque ambas comparten el objetivo final de reducir el dolor estabilizando las fracturas del cuerpo vertebral mediante la introducción percutánea de un cemento dentro del foco de fractura, son técnicamente diferentes y, por tanto, sus indicaciones y resultados pueden no ser equiparables.

Clásicamente las fracturas vertebrales de origen osteoporótico se han tratado mediante reposo, medicación analgésica-antiinflamatoria y el uso de dispositivos estabilizadores externos (ortesis). Las fracturas de origen tumoral se han venido tratando, además de con las medidas anteriores, con radioterapia, hormonoterapia, quimioterapia, etc. La cirugía, en ambos casos, se reserva para pacientes con déficit neurológico, gran inestabilidad o fracaso de los tratamientos anteriores (Pérez Abela 2001).

Las técnicas de vertebroplastia y/o cifoplastia percutáneas han adquirido un gran interés en los últimos años como alternativa y/o complemento de otros tratamientos clásicos del dolor secundario a las fracturas de origen osteoporótico o tumoral. Son muchos los trabajos que han demostrado su eficacia en series limitadas; sin embargo, son pocos los ensayos clínicos aleatorizados y las muestras son pequeñas (Liu 2010). La mayoría de las series carecen de un grupo control porque resulta problemático no ofrecer esta alternativa, en los hospitales donde está instaurada la técnica, a un grupo de pacientes con dichas patologías.

El debate en la literatura sobre la indicación de ambas técnicas frente a la terapia tradicional aún no está resuelto totalmente. Estudios como el de Meirhage y cols. demuestran que la cifoplastia obtiene mejores resultados que el tratamiento conservador en este tipo de pacientes (Meirhage 1997).

Wardlaw y cols. publican un estudio aleatorizado sobre 300 pacientes con fracturas vertebrales con edema en la resonancia nuclear magnética, en el que pretenden valorar si la cifoplastia obtiene mejores resultados que el tratamiento conservador habitual; a 149 se le realiza cifoplastia y a 151 se le mantiene el tratamiento

conservador (analgésicos, ortesis y reposo); El seguimiento medio es de 12 meses. Tras valorar escalas de dolor y de funcionalidad (SF-36) concluyen que la cifoplastia obtiene mejores resultados que el tratamiento conservador (Wardlaw 2009).

Tampoco el dilema de usar una técnica percutánea frente a otra está resuelto, basándose la elección en la preferencia o dominio de una de las técnicas por el médico intervencionista. En general los cirujanos ortopédicos se han decantado por el uso de la cifoplastia, frente a una mayoría de radiólogos intervencionistas que realizan la vertebroplastia (Mathis 2006).

Este trabajo, por tanto, debe considerarse una primera aproximación a la resolución de estos problemas desde nuestra experiencia. Los cirujanos de columna de nuestro centro hemos realizado las cifoplastias y los radiólogos musculoesqueléticos intervencionistas las vertebroplastias. Nuestros resultados pueden estar influenciados por la curva de aprendizaje. Por eso, se decidió que la asignación de los pacientes a una u otra técnica se hiciera en base a los criterios de la literatura, ya que los resultados de una asignación aleatoria podrían haberse confundido con la mayor o menor destreza de los diferentes intervencionistas.

Los resultados obtenidos pretenden ser la base de futuras investigaciones en este campo que contribuyan de una forma más eficaz al tratamiento de los pacientes con fracturas vertebrales

Muchos pacientes con fracturas osteoporóticas tienen comorbilidades médicas comunes en este grupo de edad. La inmovilidad o el dolor consecutivos a estas fracturas pueden agravar estas patologías. Por ello, resulta difícil valorar el impacto económico de estas fracturas con independencia de otras enfermedades concomitantes. No obstante, el Departamento de Salud Comunitaria de Michigan estimó que los gastos directos de las fracturas osteoporóticas en los Estados Unidos en 1995 eran superiores a 13.8 mil millones de dólares. Es probable que estos costes se incrementen a medida que la población envejece. Los costes directos estimados para el año 2030 superarán los 60 mil millones de dólares. Al impacto económico global de estas fracturas pueden añadirse los costes indirectos derivados de la pérdida de productividad y del ingreso prematuro de estos pacientes en residencias de ancianos (Rao 2003). En Europa, los costes directos totales anuales de las fracturas osteoporóticas ascienden a más de 31.000 millones de euros y se espera que aumenten exponencialmente en los próximos años (Cooper 1992, Delmas 2005, Cooper 1993).

### 1.1. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA:

Las fracturas vertebrales son el tipo de fractura más común en un paciente con osteoporosis, por encima de la de cadera, muñeca o tobillo. Pueden ocurrir en ausencia de traumatismo o tras un traumatismo mínimo, al flexionarse, bajar un escalón, levantarse o girarse (Cooper 1992).

Los síntomas fundamentales son: el dolor de espalda, la limitación de la movilidad de la columna, la pérdida de altura y la discapacidad en general (Burger 1998).

La fractura vertebral osteoporótica provoca dolor, limitación funcional, deterioro de la calidad de vida e incluso un aumento de la mortalidad. La tasa de supervivencia a los 5 años tras una fractura vertebral osteoporótica es más baja que la de un paciente con fractura de cadera por ejemplo (Kado 2003). Por ello es un tema de salud importante, con una gran relevancia desde el punto de vista sanitario y económico y, además, con un futuro aún más relevante por su aumento exponencial estimado para las próximas décadas (Delmas 2005).

El tratamiento tradicional de las fracturas vertebrales osteoporóticas ha sido llevado a cabo, generalmente, mediante una actitud conservadora con reposo, analgésicos/antiinflamatorios, relajantes musculares, fisioterapia y la aplicación de una ortosis externa; por supuesto junto a la instauración de un tratamiento para la osteoporosis de base. Estos tratamientos pueden ser eficaces para combatir el dolor, pero no tienen efecto sobre la alineación ni la estabilidad vertebral. La medicación crónica del paciente puede acarrear efectos adversos indeseables y el reposo excesivo puede incrementar la velocidad de desmineralización ósea con el consiguiente riesgo de nuevas fracturas (Heaney 1992).

La cirugía, por su carácter invasivo, suele reservarse para aquellos casos con inestabilidad vertebral y/o compromiso neurológico. El éxito de la instrumentación y de los injertos óseos implantados se ve comprometido por la mala calidad ósea y el estado general de pacientes osteoporóticos (Lieberman 2001).

En los últimos tiempos la vertebroplastia (introducción percutánea de cemento dentro del cuerpo fracturado) o la cifoplastia (introducción del cemento tras la creación de una cavidad en el cuerpo vertebral) se están imponiendo como alternativa mínimamente invasiva para el tratamiento de las fracturas que no responden al tratamiento conservador (Cortet 1997), e incluso como primera opción de tratamiento en determinados casos.

La primera vertebroplastia percutánea se realizó en Francia (Deramon y Galibert) al final de la década de los 80. Se trataba de un paciente con un hemangioma agresivo de C2 con cervicalgia severa que se resolvió tras el procedimiento (Galibert 1987). Posteriormente las indicaciones de la técnica se ampliaron a las fracturas secundarias a osteoporosis o infiltración neoplásica. La primera cifoplastia la realizó Reiley en California en 1998 con resultados satisfactorios (Armsen 2005, Garfin 2001).

En las fracturas osteoporóticas los resultados son muy esperanzadores, con resolución de la clínica dolorosa en un porcentaje del 75% al 90% y con un nivel de complicaciones graves inferior al 1%. Estas complicaciones suelen producirse por fugas del cemento hacia el canal medular o a estructuras vecinas. El embolismo pulmonar y la infección son extremadamente raros (Levine 2000).

La cifoplastia se está aplicando para el tratamiento de fracturas vertebrales que asocian pérdida de la altura vertebral o un incremento de la cifosis. Esta técnica une a las propiedades analgésicas de la vertebroplastia, el intento de restaurar la altura vertebral mediante la introducción previa de un dispositivo expansible que intenta levantar la plataforma vertebral y, posteriormente, se rellena la cavidad creada con cemento. Con ello se intenta conservar un balance sagital adecuado que reduzca o evite la posible clínica dolorosa residual y la tendencia teórica a provocar nuevas fracturas por desplazar el eje de carga anteriormente. Su filosofía es aproximarse a la reducción anatómica y conseguir una rápida movilización del paciente, similar a la actitud actualmente aceptada para otras fracturas como las de cadera, tobillo o radio distal (Lieberman 2001). Por ello se está aplicando cada vez más, incluso en pacientes jóvenes con fracturas traumáticas agudas de alta energía.

El tratamiento convencional para el dolor de las metástasis vertebrales múltiples consiste en reposo, ortosis, radio-quimioterapia y medicación analgésica. El efecto analgésico de la radiación puede ser completo o casi completo en el 70-80% de los casos. Sin embargo, la radioterapia no corrige la inestabilidad vertebral, su efecto analgésico alcanza su máximo efecto hacia el mes de tratamiento y el fortalecimiento óseo se retrasa unos 2-4 meses desde el comienzo de la radiación, lo que incrementa el riesgo de incrementar el colapso vertebral previo (Gerszten 2009).

Las indicaciones de la cirugía para lesiones tumorales son, generalmente, la presencia de metástasis aisladas o tumores primitivos, un dolor severo que no responde al tratamiento conservador, un deterioro biomecánico grave y un déficit neurológico secundario a compresión nerviosa o inestabilidad (Pérez Abela 2004). Entre los

inconvenientes de la cirugía hay que reseñar el largo periodo de recuperación y la morbimortalidad asociada que oscila entre un 19-48% en pacientes en los que, muchas veces, las expectativas de vida son limitadas (Sundaresan 1995).

En el tratamiento de las lesiones malignas, fundamentalmente metástasis y mieloma, la efectividad analgésica de la vertebroplastia y/o cifoplastia es ligeramente inferior con respecto al tratamiento de las fracturas benignas. Los porcentajes reportados en la remisión del dolor son del 59-90%, mientras que las complicaciones se incrementan hasta un 7-14% (Cotten 1996, Weill 1996). Entre sus ventajas hay que considerar que su efecto analgésico es prácticamente inmediato y que hasta en un 69% de los enfermos se puede pasar de una situación de encamamiento a una vida ambulatoria. A nivel local, incrementa la estabilidad vertebral y su solidez no se ve afectada en aquellos casos en los que, debido a la mayor extensión de la enfermedad, se decida completar el tratamiento con radiación (Murray 1974).

## 1.2. LA COLUMNA VERTEBRAL NORMAL

### 1.2.1. ANATOMIA ÓSEA VERTEBRAL.

La columna vertebral es un tallo longitudinal óseo resistente y flexible situado en la parte media y posterior del tronco desde la cabeza, a la cual sostiene, hasta la pelvis que la soporta. Envuelve y protege a la médula espinal, que está contenida en el conducto raquídeo. La columna vertebral se compone de elementos óseos superpuestos llamados vértebras. El número de vértebras se considera casi constante, de 32 a 34, divididas en 7 cervicales, 12 torácicas, 5 lumbares, 5 sacras y de 3 a 5 coccígeas.

En el plano coronal es rectilínea en condiciones normales mientras que en el plano sagital tiene varias curvaturas fisiológicas. Las columnas cervical y lumbar tienen una disposición lordótica mientras que las columna dorsal y sacrococcígea tienen un perfil cifótico. (Fig 1.1.)

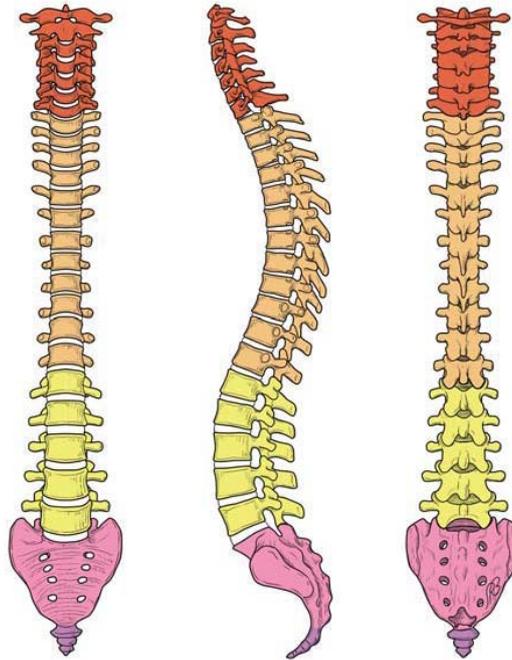


Fig. 1. 1. Segmentos anatómicos de la columna vertebral en visión anteroposterior, lateral y posterior. La visión lateral nos muestra la curva lordótica a nivel cervical y lumbar, y la cifótica a nivel dorsal y sacrococcígeo.

Toda vértebra comprende una porción anterior abultada llamada cuerpo vertebral, un arco óseo (el arco neural) que circunscribe con la cara posterior del cuerpo vertebral el canal vertebral o raquídeo y que se compone de los pedículos hacia delante y las láminas vertebrales hacia atrás, un saliente medio y posterior que son las apófisis espinosas y cuatro salientes verticales que son las apófisis articulares, por las cuales la vértebra se articula con las vecinas. Los pedículos presentan bordes escotados cóncavos y limitan con los bordes correspondientes de los pedículos situados por arriba y por abajo formando los orificios de nominados agujeros de conjunción o forámenes que aumentan de tamaño de forma regular de arriba hacia abajo hasta la quinta lumbar (Ruíz Santiago 2001).

Las 7 vértebras cervicales muestran gran variación en su configuración. El atlas carece de cuerpo vertebral. El axis tiene una apófisis odontoides que la diferencia de las demás. El resto presenta un cuerpo cuyo volumen es inferior al de las vértebras de la columna dorsal y lumbar.

Las 12 vértebras dorsales muestran menos variación en forma que las de la columna cervical. El volumen del cuerpo vertebral se incrementa caudalmente por un factor de

2 desde T1 a T12. También existe una considerable variación en el tamaño y orientación de los pedículos (Kothé 1996). Los pedículos de las vértebras inferiores son relativamente grandes y están orientados en un eje casi sagital. Conforme ascendemos cranealmente se produce una disminución progresiva del tamaño de los pedículos. La orientación se mantiene hasta las vértebras torácicas superiores donde se produce una orientación oblicua interna.

En la región lumbar el cuerpo es voluminoso y con eje mayor transversal. El canal vertebral es triangular y sus tres lados son casi iguales. Las 5 vértebras lumbares muestran escasas variaciones en su tamaño. La orientación de los pedículos superiores es similar a las vértebras dorsales inferiores, pero gradualmente van adquiriendo una orientación oblicua hacia dentro que es máximo a nivel de L5.

Las vértebras sacras y coccígeas están soldadas. El sacro está situado en la parte posterior de la pelvis por debajo de la columna lumbar y entre los dos huesos ilíacos. Se describen en él 4 caras, una base y un vértice. Forma con la columna lumbar un ángulo obtuso, saliente hacia delante llamado ángulo sacrovertebral anterior o promontorio.

La columna vertebral no es rectilínea sino que describe cuatro curvaturas en el plano sagital; éstas se suceden de arriba hacia abajo orientadas en una misma dirección convexa y cóncava alternativamente. La curvatura cervical es convexa hacia delante; la dorsal es cóncava hacia delante; la lumbar es convexa en el mismo sentido y finalmente la curvatura sacrococcígea tiene su concavidad dirigida hacia delante. Las curvaturas sagitales tienen como resultado el aumento de la resistencia y de la elasticidad de la columna vertebral (Fig 1.1.).

### 1.2.2. VASCULARIZACIÓN VERTEBRAL.

El aporte arterial de la columna vertebral proviene de ramas de la arteria aorta que se distribuyen por los márgenes laterales de las vértebras irrigando el cuerpo vertebral, el espacio epidural y las raíces nerviosas. El aporte vascular a la médula espinal es variable en los diferentes niveles. Comunicaciones entre las diversas ramas se producen a lo largo de la región paravertebral (Mathis 2003) (Fig 1.2.).

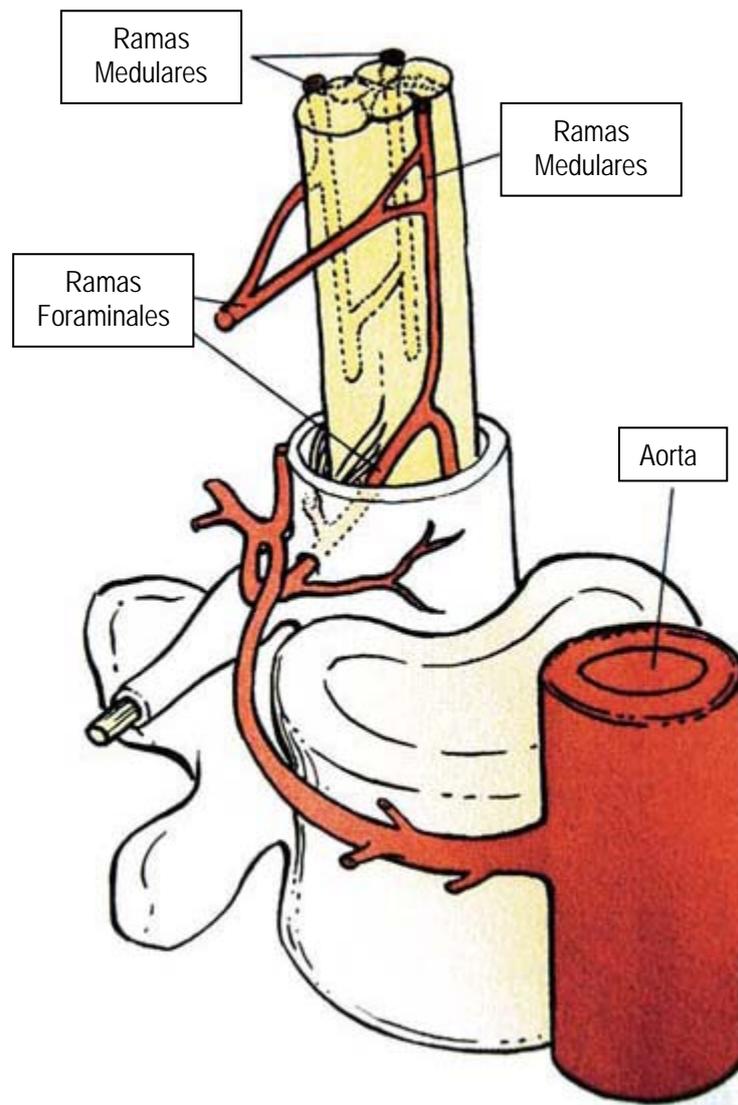


Fig.1.2. Esquema de la rama aórtica que irriga el cuerpo vertebral y da ramas foraminales y para la médula espinal. Las ramas medulares son variables en diferentes niveles. Estas ramas son bilaterales.

Breschet fue el primer autor en describir con detalle el sistema venoso vertebral. Posteriormente, Batson demostró que existían conexiones directas entre las venas pélvicas y los senos craneales, a través del sistema venoso vertebral y sin pasar por la vena cava (Batson 1957).

El sistema venoso vertebral es una red venosa de colaterales sin válvulas que se extiende a través de la columna vertebral desde el hiato sacro hasta el foramen magno, donde termina en el plexo venoso basilar anteriormente y en el seno suboccipital posteriormente (Fig 1.3.).

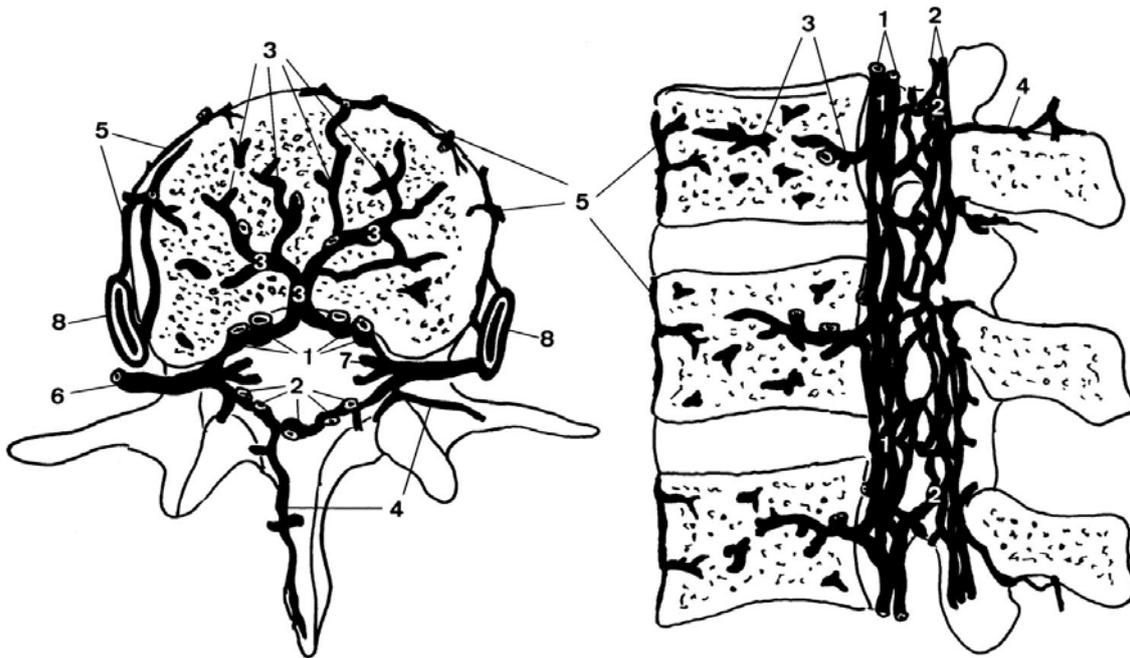


Fig.1.3. Representación esquemática del sistema venoso lumbar. 1. Plexo venoso vertebral interno anterior. 2. Plexo venoso vertebral interno posterior. 3. Vena basivertebral. 4. Plexo venoso vertebral externo posterior. 5. Plexo venoso vertebral externo anterior. 6. Vena intervertebral. 7. Vena radicular. 8. Vena lumbar ascendente.

El sistema venoso vertebral puede dividirse en tres partes intercomunicadas:

A) Plexo vertebral venoso interno, anterior y posterior, que consiste en una red venosa epidural que rodea la duramadre dentro del canal espinal.

Esta parte del sistema venoso se nutre fundamentalmente de las venas radiculares y, de forma inconsistente, por venas del arco posterior.

B) Las venas basivertebrales son venas pares intravertebrales que emergen horizontalmente desde la parte anterior del cuerpo vertebral hacia la región posterior de la vértebra, donde se unen y drenan directamente en el plexo vertebral venoso interno.

Anteriormente, las venas basivertebrales drenan directamente al plexo venoso vertebral externo.

C) El plexo venoso vertebral externo, anterior y posterior, rodea la columna vertebral y está conectado con el plexo venoso vertebral interno a través de las venas intervertebrales.

Numerosas conexiones a través del sistema de la vena ácigos y de las venas lumbares comunican el sistema venoso vertebral externo con la vena cava inferior y superior. También presenta múltiples conexiones con las venas subcutáneas y el plexo venoso sacro.

Debido a que el sistema venoso vertebral es avalvular, la sangre puede fluir en cualquier dirección, dependiendo de los cambios en la presión intratorácica e intraabdominal, así como factores hidrostáticos, incluidos los cambios posturales y la fuerza de gravedad. El volumen del sistema venoso vertebral es mucho más grande, unas 20 veces, que el aporte arterial, lo cual ha sido motivo de especulación en cuanto a su papel regulador de la presión venosa en condiciones normales y patológicas (Groen 2004).

El cuerpo vertebral consiste en hueso esponjoso, médula ósea y grasa. La médula ósea y la grasa ocupan los canales óseos y estos canales convergen a la vena basivertebral. La médula ósea roja puede considerarse una parte del sistema venoso vertebral.

### 1.2.3. INERVACIÓN DE LA COLUMNA VERTEBRAL.

La inervación de la columna vertebral es compleja y no completamente comprendida. Las ramas que inervan la columna vertebral incluyen los nervios espinales, el tronco simpático y los ramos comunicantes, que forman un plexo en la superficie de la columna. Hay dos tipos de ramos comunicantes: el ramo oblícuo superficial que conecta el tronco simpático con los nervios espinales de una manera no segmentaria y el ramo profundo transverso que los comunica de una forma segmentaria (Higuchi 2002).

Las ramas que inervan los diferentes componentes de la columna vertebral pueden proceder de diferentes orígenes. Ramas procedentes directamente de los nervios espinales en el foramen que inervan los cuerpos vertebrales y el disco intervertebral de una manera segmentaria. Ramas del ramo profundo transverso inervan la cara lateral del cuerpo vertebral, mientras que la cara anterior vertebral recibe ramas de los nervios espláncnicos. En el canal vertebral la cara posterior del disco intervertebral y el

ligamento longitudinal posterior reciben ramas del nervio sinuvertebral que se origina del ramo comunicante profundo transverso cerca de su origen. El nervio sinuvertebral entra hacia el canal en el foramen junto a la raíz ventral nerviosa y da lugar a varias ramas para el ligamento longitudinal posterior y el cuerpo vertebral (Higuchi 2002) (Fig. 1.4).

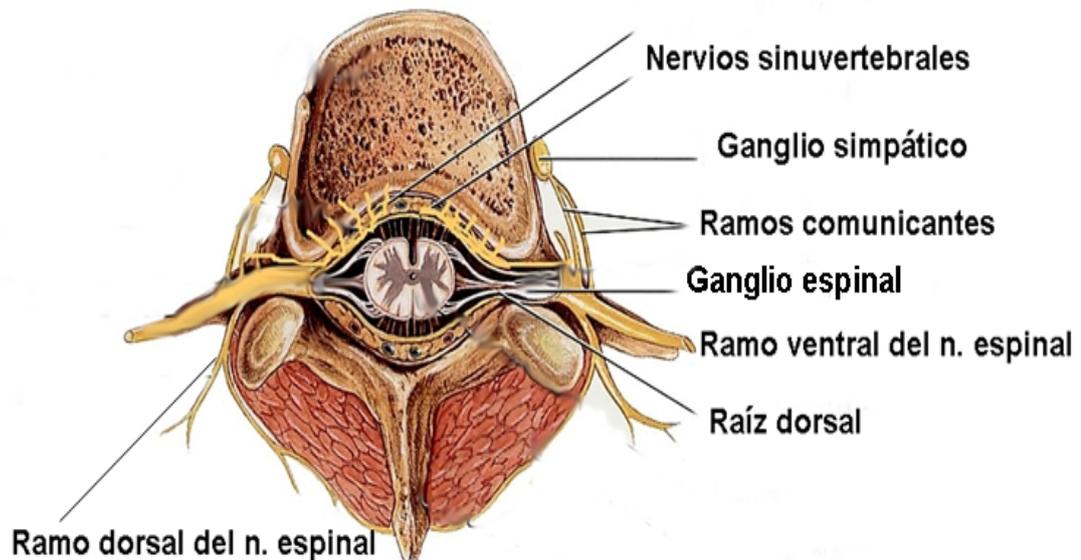


Fig. 1.4. Anatomía básica de la inervación vertebral

La presencia de terminaciones nerviosas dentro de los cuerpos vertebrales no ha sido extensamente estudiada y los resultados han sido controvertidos, con autores que las describen de forma constante (Antonacci 1998) relacionándolas con el dolor vertebral tras la fractura (Niv 2003), mientras que otros autores las describen como escasas cuestionando su relación con el dolor vertebral tras fractura (Buonocore 2010). Si existe acuerdo en que esta inervación sigue fundamentalmente la distribución de los vasos sanguíneos, entrando fundamentalmente por la cara posterior de la vértebra junto a los vasos basivertebrales, agrupándose en el centro y distribuyéndose por las plataformas vertebrales (Bailey 2011). Algunas de estas fibras contienen sustancia P, lo que sugiere su relación con la nocicepción (Fras 2003).

#### 1.2.4. BIOMECÁNICA DE LA COLUMNA

El conocimiento de la biomecánica normal puede ayudar al clínico a conocer el efecto de las intervenciones sobre la columna.

Una de las funciones de la columna es transmitir cargas desde el cuerpo superior a las extremidades inferiores a través de la pelvis. La columna se divide biomecánicamente en tres columnas: anterior, media y posterior. La columna anterior y media sirven para resistir las cargas axiales que incrementan de magnitud desde la columna cervical a la lumbar (Garfin 1998, Mow 1991).

Debido a que el centro de gravedad del cuerpo humano es anterior a la columna esto crea sobre ésta un efecto combinado de carga axial y de un momento de inclinación anterior ( Fig.1.5.). Para que la columna se mantenga erecta, fuerzas tensiles generadas por la musculatura paravertebral y los ligamentos a nivel de la columna posterior ejercen su efecto sobre la columna media que sirve de fulcro, mientras que la columna anterior sirve para soportar las cargas axiales. Estas cargas axiales se incrementan con la flexión que, en casos extremos, y dependiendo de la dureza vertebral, puede dar lugar a fracturas por compresión. Por definición, las fracturas por compresión muestran una disrupción de la columna anterior (Denis 1983).

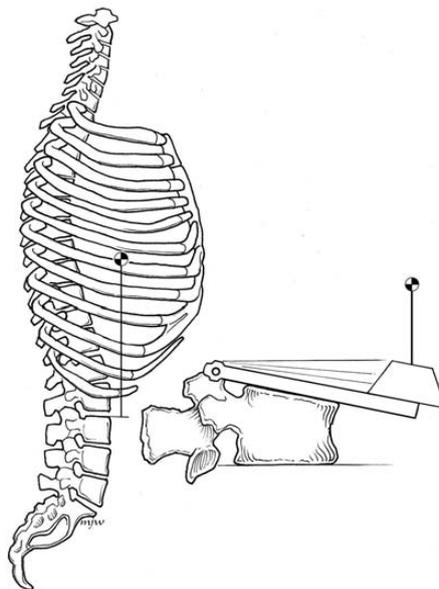


Fig.1.5. El centro de gravedad se localiza anterior a la columna vertebral y provoca un momento de inclinación anterior de los cuerpos vertebrales. Esto genera un estrés en el córtex anterior del cuerpo vertebral mayor del que pudiera esperarse del peso corporal aislado.

### 1.3 EPIDEMIOLOGÍA DE LAS FRACTURAS VERTEBRALES.

Aunque las fracturas vertebrales son una de las manifestaciones más frecuentes en la osteoporosis se conoce poco sobre su epidemiología, especialmente en hombres (Van der Klift 2002). Entre los estudios realizados destaca el de Rochester (Minnesota) de 1985 a 1989, sobre 341 residentes en esta población. El rango de incidencia total ajustado por edad y sexo fue de 117 fracturas vertebrales por cada 100.000 personas-año. El porcentaje ajustado por edad en mujeres (145 por 100.000 personas-año) fue casi dos veces mayor que en hombres (73 por cada 100.000 personas -año) (Cooper 1992).

Otro de los estudios más importantes realizados es el de Rotterdam donde la incidencia de fracturas vertebrales fue estudiada en 3469 personas. Se practicó radiografía de base y de nuevo después de un seguimiento medio de 6,3 años. La radiografía de seguimiento fue valorada según el método de McCloskey-Kanis de evaluación morfométrica. La definición de una fractura morfométrica es una fractura que evidencia una reducción de un 20% o más en la altura anterior, media o posterior de su cuerpo en tre 2 radiografías realizadas en dos momentos separados en el tiempo. La incidencia de fracturas vertebrales se vio que aumentó fuertemente con la edad; de 7,8 por cada 1000 personas-año en el rango de 55 a 65 años pasó a 19,6 por 1000 personas-año en mayores de 75 años si hablamos de mujeres, mientras que en hombres pasó de 5,2 a 9,3 personas-año en los mismos rangos de edad (Van der Klift 2002).

En cuanto a la prevalencia de deformidades vertebrales secundarias a fractura oscila entre el 5% en el rango de 50 a 54 años hasta el 50% en el de 80 a 84 años. Con respecto al sexo se estima que la prevalencia es similar en hombres y mujeres. Sin embargo, es mayor el porcentaje de afectación en la raza blanca con respecto a la japonesa o africana residente en América (Bohannon 1999, Melton 1989).

### 1.4 ETIOLOGÍA DE LAS FRACTURAS VERTEBRALES.

Las fracturas vertebrales pueden ser debidas a traumas de elevada energía, secundarias a accidentes de vehículos de motor o caídas desde altura. Con el incremento de la edad media de la población, las fracturas vertebrales espontáneas, por mecanismos de baja energía, se han incrementado. Cuando son debidas a debilidad generalizada del hueso, como es el caso de la osteoporosis, se denominan

fracturas por insuficiencia. Cuando son secundarias a afectación tumoral vertebral o a otras enfermedades óseas se denominan fracturas patológicas. La distinción entre las diferentes causas de fractura de los cuerpos vertebrales es importante para un apropiado manejo clínico, plan de tratamiento y determinación pronóstica (Cuenod 1996).

#### 1.4.1. FRACTURAS TRAUMÁTICAS DE ALTA ENERGÍA

En un estudio realizado por Cooper y cols en Rochester (Minnesota) se concluye que el 14% de todas las fracturas vertebrales recogidas tienen su origen en un trauma severo mientras que el 83% son por mecanismos de baja energía. Estas últimas son más frecuentes en mujeres y aumenta su incidencia con la edad en ambos géneros. Por el contrario, las fracturas traumáticas fueron más frecuentes en hombres y su incidencia se incrementó menos con la edad (Cooper 1992).

El papel de la vertebroplastia y la cifoplastia en este tipo de lesiones de alta energía está aun más debatido que para las fracturas de carácter osteoporótico. La escasa bibliografía publicada sobre el tema indica la cifoplastia para fracturas sin lesión de estructuras ligamentosas posteriores, pues éstas requerirían tratamientos más agresivos. Se podrían beneficiar de cifoplastia pacientes con fracturas tipo A de AO/Magerl con el objetivo de una recuperación más precoz y un restablecimiento de la altura vertebral perdida para minimizar el riesgo de secuelas. En este tipo de lesiones, y sobre todo en pacientes jóvenes, se ha indicado la implantación de materiales osteoconductivos en lugar del PMMA habitual por su teórica capacidad de osteointegración en el hueso huésped. (Agarwal 2008, Cunin 2000, Gaitanis 2006). Otra opción para este tipo de fracturas es la implantación de instrumentales vía mínimamente invasiva suplementados con cifoplastia de la vértebra lesionada, opción muy atractiva desde el punto de vista teórico pues ambos procedimientos provocan poca morbilidad con una pronta recuperación. (Korovessis 2008). Se precisan, no obstante, estudios clínicos a largo plazo y con buen diseño metodológico para demostrar la eficacia de dichos procedimientos aun no validados.

#### 1.4.2. FRACTURAS POR INSUFICIENCIA.

Se denominan así a las fracturas cuya causa principal es una debilidad estructural generalizada del hueso. Esta debilidad suele ser generalmente secundaria a osteoporosis de causa senil, aunque existen otras enfermedades o medicamentos que pueden contribuir a la disminución de la resistencia ósea, como puede ser la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, el alcoholismo, el tratamiento con corticoides, etc. (Fig 1.6.) (Pérez-Higueras 2002, Oda 1998, Pell 1995).



1.6. Radiografía simple de columna dorso-lumbar de una paciente de nuestra unidad con 64 años con osteoporosis avanzada que muestra varias vértebras “en diábolo”.

La osteoporosis es la patología que más frecuentemente provoca pérdida de fortaleza de la vértebra. Dos factores determinan el patrón de colapso del cuerpo vertebral en ella: a) los vectores de fuerza dependientes de la localización en la columna, así como de la curvatura fisiológica o patológica y b) la situación del disco vertebral adyacente. Se han descrito dos patrones de fractura osteoporótica: la vértebra en cuña que muestra pérdida de altura de la parte anterior vertebral y la vértebra en “reloj de arena” (“vértebra en pez o diábolo”) que muestra una concavidad de ambas plataformas vertebrales (Lentle 2006) (Fig 1.6.).

Una vez que se ha producido la primera vértebra osteoporótica, el riesgo de producirse nuevas fracturas se incrementa entre 5 y 10 veces (Cooper 1993, Lindsay 2001). El grado de acúñamiento vertebral no está relacionado ni con la intensidad del dolor ni con su duración.

### 1.4.3. FRACTURAS PATOLÓGICAS.

Se denominan a sí aquellas que así entan sobre una lesión localizada del hueso, benigna o maligna. Entre las causas malignas, hay que destacar las metástasis, el mieloma y los sarcomas primitivos del hueso. Entre las causas benignas, hay que señalar fundamentalmente lesiones tumorales como el angioma.

Las metástasis óseas son las lesiones óseas malignas más comunes en los adultos (Yu 1996). Ha sido bien documentado que, después del pulmón y del hígado, el sistema esquelético es el tercer sitio más frecuente de metástasis. La prevalencia de las metástasis óseas en pacientes con un tumor primario conocido es de un 70% en aquellos pacientes con metástasis (Marcove 1992). Dentro del sistema esquelético la columna es la localización más frecuente de las metástasis, con una incidencia anual de un 5% en los pacientes con cáncer (Ries 1999). Aunque las metástasis óseas pueden ocurrir con casi todos los tipos de tumor, los que más frecuentemente las producen son los tumores de mama (47-85%), pulmón (32%), próstata (54-85%), riñón (33-40%) y tiroides (28-60%) (Galasko 1986).

Aproximadamente el 65% de la afectación tumoral no primitiva de la columna se considera secundaria a carcinoma de pulmón y mama, mieloma o linfoma (Ortiz 1995). No obstante, también se sabe que, aún en pacientes con un tumor primario conocido, un tercio de las fracturas por compresión son benignas (Tann 1991). Como el manejo en ambos casos suele ser diferente, la importancia de un diagnóstico preciso adquiere una importancia crucial.

Las metástasis vertebrales pueden producirse por vía hematológica, extensión perineural y linfática, o extensión directa desde un tumor paravertebral. La hematológica es la vía más frecuente debido a la abundante vascularización de la columna y a la presencia de médula ósea roja hematopoyética (Yuh 1989). La irrigación arterial de los cuerpos vertebrales crea una distribución preferente de las metástasis vertebrales cerca de los platillos ya que dentro de los cuerpos las arteriolas terminan en unos capilares dilatados y sinusoides situados justo por debajo del cartilago de los platillos, donde quedan atrapados los émbolos metastásicos. Las metástasis venosas por el contrario dada la disposición de la red venosa vertebral, se alojarán en la porción posterior central cerca de las venas basivertebrales (Yuh 1996).

Las metástasis son con frecuencia asintomáticas y pueden ser descubiertas incidentalmente en radiografías o gammagrafías de rutina. La sintomatología puede desarrollarse tras una fractura patológica secundaria a la destrucción ósea que puede

provocar una inestabilidad vertebral con compresión, o no, de los elementos nerviosos de vecindad (Hammerberg 1992). (Fig 1.7.)

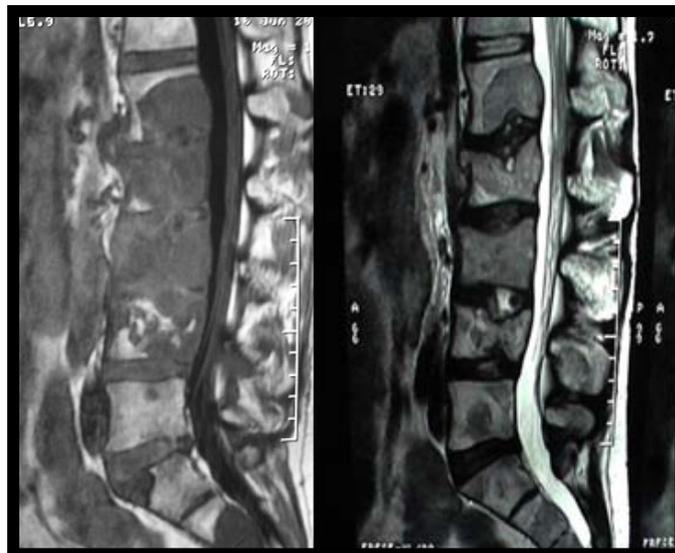


Figura 1.7. RM con secuencias potenciadas en T1 y T2 en plano sagital que muestra múltiples lesiones vertebrales de origen metastásico.

El mieloma múltiple es una enfermedad maligna de las células plasmáticas que generalmente afecta a la médula ósea. Las fracturas vertebrales ocurren en el 50-70% de los pacientes y en un 10-15% de los casos pueden provocar compresión medular. Se estima que pueden ser el debut clínico inicial en el 34 a 64% de estos pacientes (Lecouvet 1998).

La infiltración de la médula ósea y la excesiva resorción ósea son las características del mieloma múltiple responsables de la debilidad del hueso. La osteoporosis difusa y las lesiones osteolíticas focales son causas potenciales de fracturas mielomatosas; éstas ocurren fundamentalmente en la columna vertebral (Bataille 1992).

En RM la infiltración por mieloma puede mostrar tres patrones: focal, difuso e irregular. Sin embargo también puede mostrar un aspecto normal del 50 al 75% de los casos en pacientes no tratados y hasta en el 20% de los casos avanzados y tratados. Este hecho se ha relacionado con una insuficiente alteración de la proporción entre células grasas y no grasas, con un cociente entre células hematopoyéticas y mielomatosas con respecto a las células grasas que no difiere del de los individuos sanos (Baur 2001).

Aunque el mieloma múltiple es una causa frecuente de fracturas vertebrales patológicas, se considera que su aspecto morfológico en RM puede simular el de una fractura osteoporótica hasta en un 67% de los casos (Lecouvet 1998). (Fig 1.8.)



Figura 1.8. RN potenciada en T1 en plano sagital que muestra múltiples vértebras afectadas con cambios de señal en médula ósea de origen mielomatoso.

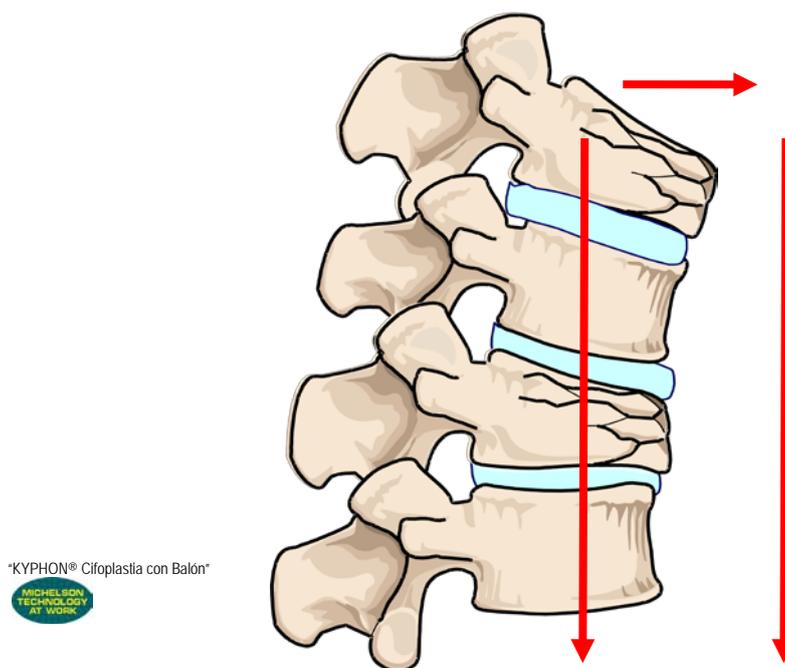
Los angiomas o hemangiomas vertebrales son lesiones benignas generalmente asintomáticas que se descubren casualmente en estudios de imagen por otros motivos. Constituyen el 7% de todas las lesiones benignas de tejidos blandos siendo la columna una de las localizaciones óseas más frecuentes. Más del 25% de estudios de imagen muestra angiomas vertebrales. Una pequeña proporción de ellos (1% aproximadamente) provocan síntomas dolorosos, e incluso, déficit neurológicos en los casos más agresivos, bien asociados a fracturas vertebrales o no. Las lesiones asintomáticas no precisan tratamiento. Para el manejo de las lesiones sintomáticas se han utilizado diversas opciones como la embolización arterial, la cirugía de resección o estabilización, la radioterapia, la inyecciones intralesionales de alcohol y últimamente técnicas mínimamente invasivas como la vertebroplastia y la cifoplastia (Hadjipavlou 2005).

En definitiva, las fracturas patológicas raquídeas que no responden al tratamiento conservador habitual o en las que se plantea un tratamiento paliativo pueden manejarse de manera eficaz con la vertebroplastia o la cifoplastia. Así lo recoge Hadjipavlou y cols. en una revisión sistemática de 241 trabajos publicados entre 1983 y 2004 sobre dichos tratamientos (Hadjipavlou 2007).

## 1.5. BIOMECÁNICA DE LAS FRACTURAS VERTEBRALES

Incluso una fractura única con cambio morfológico en la anatomía vertebral puede ser responsable de cambios sutiles en la curvatura espinal que conlleven un incremento de la sobrecarga mecánica. Una fractura por acúñamiento anterior desplaza el centro de gravedad del cuerpo proximal anteriormente. Esto induce un incremento del momento de fuerza en flexión que tiende a perpetuar los cambios morfológicos incrementando el riesgo de nuevas fracturas. Esto se intenta compensar por el resto de la columna y las caderas con ayuda de la musculatura (Rohlman 2006).

Las fuerzas de cizallamiento son mayores a nivel de la fractura y de la vértebra superior, mientras que las fuerzas de compresión son mayores en la vértebra inferior a la fractura. Los cambios morfológicos de las vértebras y la calidad del hueso son los otros dos factores importantes en la posible génesis de nuevas fracturas (Briggs 2006) (Fig 1.9.).



"KYPHON® Cifoplastia con Balón"  
MICHELLESON  
TECHNOLOGY  
AT WORK

Fig 1.9.\* Las fracturas vertebrales osteoporóticas aumentan el riesgo de padecer nuevas fracturas por desplazar el eje de carga anteriormente.

## 1.6. CLINICA DE LAS FRACTURAS VERTEBRALES.

Entre las causas de dolor lumbar las fracturas por insuficiencia suponen el 4% mientras que las causas tumorales y las fracturas traumáticas suponen menos del 1% (Jarvick 2002). Sin embargo, sólo alrededor de un 30% de las fracturas vertebrales no traumáticas son diagnosticadas en la práctica clínica, ya que su diagnóstico depende de que se produzca una clínica de la suficiente importancia como para promover la realización de un estudio radiográfico (Papaioannou 2002).

El dolor puede ser tan severo como el provocado por una protrusión discal lumbar pero el patrón de irradiación es diferente y los signos de presión de raíces lumbares no suelen estar presentes (Patel 1991). La clínica dolorosa puede hacerse crónica hasta en un tercio de los casos (Cooper 1992). A eso puede contribuir la deformidad asociada al acurriamiento vertebral en el plano sagital y sus repercusiones biomecánicas.

Independientemente del dolor, esta deformidad puede tener repercusión en las condiciones de la vida diaria, incluyendo la salud física (pérdida de capacidad vital pulmonar) y mental (depresión), así como en el incremento de la mortalidad.

Las fracturas de la región torácica media pueden generar una reducción de la función pulmonar (Silverman 2001). En general, los pacientes experimentan una disminución de la calidad de vida, tienen dificultades para vestirse, flexionarse, subir escaleras, respirar, dormir e incluso para caminar (Burger 1997, Huang 1996).

El aumento de la cifosis hace que la parrilla costal comprima el abdomen, descienda el apetito por saciedad precoz y se produzca un deterioro ponderal. Los mecanismos asociados con este incremento de la mortalidad no están muy claros, aunque se ha descrito una reducción en el 16% de la supervivencia a los 5 años, similar a la disminución del 18% de supervivencia media después de una fractura de cadera (Kado 1999). Todo ello hace desembocar en una espiral patológica que provoca una merma importante de la calidad de vida (Figs. 1.10. y 1.11.) (Schlaich 1998, Ensrud 2000, Gold 2001).

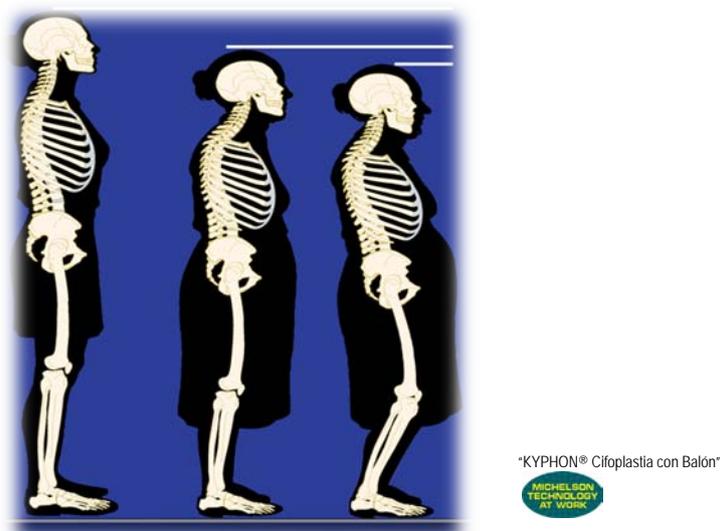


Fig. 1.10.\* Con las fracturas vertebrales osteoporóticas disminuye la altura del paciente, aumenta la cifosis dorsal y la parrilla costal provoca una mayor presión abdominal.

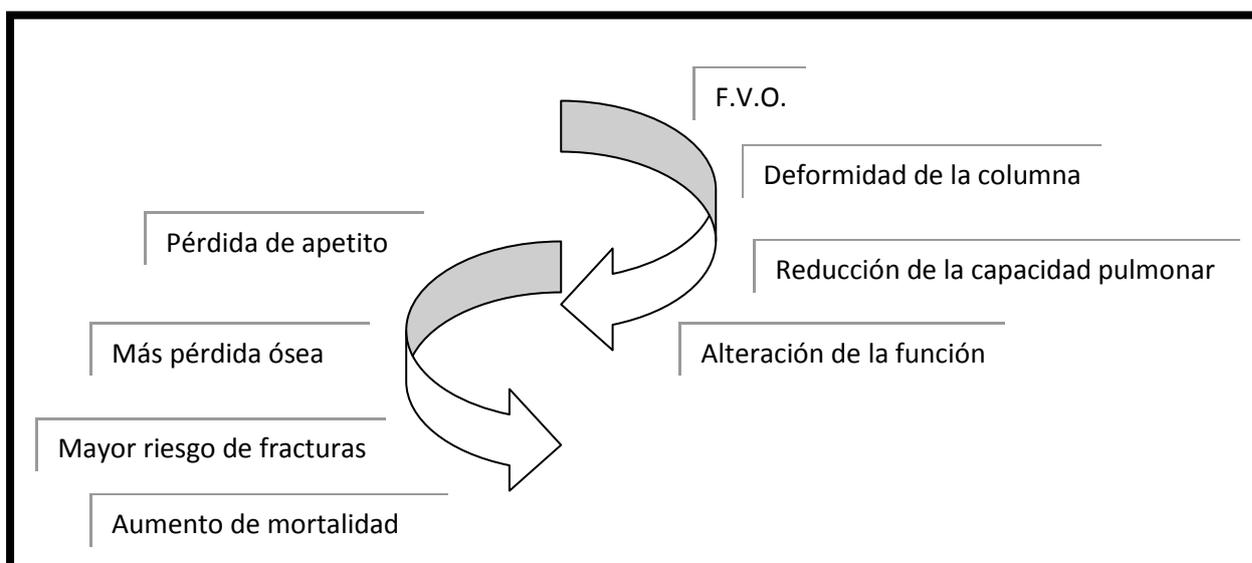


Fig. 1.11. Espiral patológica tras fracturas vertebrales osteoporóticas

### 1.6.1 VALORACIÓN DE UN PACIENTE CON SOSPECHA DE FRACTURA VERTEBRAL.

Los pacientes con una fractura vertebral sintomática típicamente se presentan con dolor de espalda severo tras un traumatismo banal. Algunas veces, el estornudo o la tos provocan una fractura del hueso osteoporótico. El dolor empeora con la posición erecta y, ocasionalmente, incluso con el decúbito. En la exploración, el paciente a menudo está confinado a una silla de ruedas o puede presentar una actitud postural

cifótica en bipedestación. La columna muestra una cifosis dorsal exagerada y el dolor es típicamente reproducido con la palpación profunda sobre la apófisis espinosa del nivel afecto. Rara vez se asocian déficits neurológicos a estas fracturas, pero deben estudiarse (Pérez Abela 2003).

Hay poca correlación entre el grado de colapso del cuerpo vertebral y la intensidad del dolor. Otros estudios como el recuento leucocitario, la determinación de la velocidad de sedimentación globular (VSG), de la proteína C reactiva (PCR) y la electroforesis de las proteínas plasmáticas ayudan a descartar una etiología infecciosa o tumoral subyacente.

### 1.6.2 CONSECUENCIAS DE LAS FRACTURAS VERTEBRALES.

Con frecuencia los pacientes ancianos con fracturas vertebrales osteoporóticas asumen que el dolor de espalda y la pérdida de movilidad asociada a estas fracturas forman parte del envejecimiento y que se puede hacer poco por ellos. El dolor agudo provocado por tales fracturas generalmente es benigno y autolimitado permitiendo a la mayoría de los pacientes un rápido retorno a la normalidad. Dos tercios de estos pacientes nunca son vistos por un médico cuando la fractura es aguda, descubriéndose más tarde una pérdida de estatura o una deformidad cifótica.

#### 1.6.2.1 CONSECUENCIAS FISIOLÓGICAS DE LAS FRACTURAS VERTEBRALES.

Las fracturas vertebrales osteoporóticas con acúñamiento o colapso del cuerpo vertebral provocan una deformidad cifótica de la columna con consecuencias cosméticas, fisiológicas y/o funcionales. En los pacientes con fracturas vertebrales por compresión disminuye la estatura tanto por la compresión vertebral como por la postura flexionada que asumen dado que la posición erecta exacerba el dolor vertebral. Desarrollan una cifosis torácica exagerada (joroba de viuda) y un abdomen prominente, pudiendo afectar estos cambios a las funciones normales de los aparatos respiratorio y digestivo. La función pulmonar (capacidad vital forzada y capacidad vital forzada en un segundo) se reduce sustancialmente en pacientes con fracturas dorsales y lumbares. Una fractura vertebral dorsal produce una pérdida de la capacidad vital forzada de un 9% (Schlaich 1998)..

Las fracturas dorsolumbares y lumbares provocan una cifosis localizada y una compresión mecánica secundaria de las vísceras abdominales, con saciedad precoz y pérdida de peso (Ross 1994) (Fig. 1.10.).

Rara vez se asocian déficits neurológicos a estas lesiones de baja energía, incluso cuando hay retropulsión de fragmentos óseos hacia el canal, por lo que es excepcional que requieran una descompresión quirúrgica.

También puede alterarse el estado psicológico del individuo, con cambios en la autoestima, en la imagen corporal y en el humor. Los pacientes se hacen más aprensivos y menos activos al obsesionarse con la posibilidad de nuevas fracturas. Muchos pacientes experimentan una depresión severa.

Las fracturas vertebrales osteoporóticas pueden ser un signo de alarma hacia un declive en la salud de los pacientes ancianos. En un estudio, un grupo de mujeres con tres o más fracturas vertebrales tuvieron once hospitalizaciones por cada 100 pacientes-año, mientras que un grupo de similar edad sin fractura vertebral tuvo sólo siete ingresos por cada 100 pacientes-año. Hay un aumento de entre un 35 y un 40% de fallecimientos, independientemente del hábito tabáquico, entre los pacientes con fracturas vertebrales por compresión y cáncer. Las fracturas vertebrales osteoporóticas se asocian con un aumento en la tasa de mortalidad (Oleksik 2000).

En un estudio prospectivo poblacional que incluía 9575 mujeres seguidas durante más de ocho años, Kado y cols. apreciaron un incremento del 23 al 34% en la tasa de mortalidad en mujeres con fracturas vertebrales por compresión con respecto a las mujeres sin fractura. La causa más común de muerte en esta serie fue la enfermedad pulmonar. La tasa de supervivencia a cinco años en pacientes con fracturas vertebrales osteoporóticas es del 61%, sustancialmente inferior a la del 76% de los individuos de similar edad que no las sufren (Kado 1999).

Las tasas de supervivencia tras las fracturas vertebrales por compresión son similares a las de las fracturas de cadera en el anciano, pero en aquellas esta tasa empeora con el paso del tiempo. La tasa de supervivencia tras las fracturas de cadera retorna a una línea de base en seis meses (Hasseriis 2003).

### 1.6.2.2 SECUELAS DOLOROSAS DE LAS FRACTURA VERTEBRALES.

Las fracturas vertebrales sintomáticas generalmente debutan como un dolor dorsal o lumbar a gudo. La mayoría de estas fracturas pueden tratarse adecuadamente mediante un corto periodo de reposo o una modificación de la actividad, analgésicos y una ortesis. Sin embargo, algunas son refractarias a estas medidas y requieren hospitalización, con periodos prolongados de reposo en cama y analgesia intravenosa. El reposo en cama agrava la pérdida ósea de estos pacientes (Cooper 1993).

La intensidad y duración del dolor en las fracturas sintomáticas varían entre los pacientes. En un intento de asociar los tipos radiográficos de fractura con su presentación clínica, Lyritis y cols. estudiaron a 210 mujeres postmenopáusicas con dolor a gudo y evidencia radiográfica de una fractura en su columna. Todas las pacientes tenían un dolor inicial mayor de 5 según la escala analógico-visual que va de 0 a 10. Todas ellas fueron revisadas con radiografías repetidas y densitometrías óseas de la columna lumbar cada seis meses o inmediatamente si se desarrollaba un segundo episodio de dolor a gudo. Transcurridos dieciocho meses, pudieron identificarse dos grupos diferentes de pacientes: el primero tenía una edad media de sesenta y siete años, menor densidad ósea y evidencia radiográfica de una vértebra completamente colapsada y el segundo tenía una edad media de sesenta años sin una fractura obvia o bien con una ligera depresión de la placa terminal superior de la vértebra. Las mujeres del primer grupo tenían un solo episodio de dolor a gudo que persistió durante un breve periodo de  $6 \pm 1.8$  semanas. El número de episodios subsiguientes de dolor a gudo ( $3 \pm 1.05$ ) fue superior en el segundo grupo y en estas mujeres apareció finalmente una fractura con colapso completo en un plazo medio de cuarenta y nueve semanas. El dolor a gudo en el primer grupo era severo, siendo más leve en el segundo grupo y, generalmente, estas pacientes no tenían subsiguientes crisis dolorosas que requirieran consultas de seguimiento. En el primer grupo, la deformidad completa se desarrolló tras el primer episodio doloroso, mientras que en el segundo la deformidad se desarrolló gradualmente. Los autores concluyeron que las pacientes con más edad, con dolor a gudo y una evidencia radiográfica precoz de una vértebra colapsada deberían ser tratadas precozmente con movilización temprana, mientras que las pacientes del segundo grupo deberían recibir un tratamiento intensivo con hormonas y calcio durante un periodo más largo con el objeto de prevenir las fracturas con colapso completo (Lyritis 1989).

Muchos pacientes padecen un dolor crónico como consecuencia de estas fracturas; en algunos, el dolor puede recidivar tras un periodo asintomático variable. La etiología del dolor crónico en las fracturas vertebrales por compresión no está clara, pero probablemente sea multifactorial, incluyendo: (1) fatiga de la musculatura de la espalda debida a la cifosis localizada, (2) fatiga muscular por la inclinación hacia delante de la parte superior del tronco, (3) artrosis facetaria secundaria, (4) microfracturas trabeculares recurrentes, (5) irritación de los elementos neurales o (6) pinzamiento entre la parrilla costal descendida y la pelvis. El riesgo de dolor crónico aumenta con el número de niveles vertebrales fracturados.

## 1.7. ESTUDIO POR IMAGEN DE LAS LESIONES VERTEBRALES

El estudio por imagen de las fracturas vertebrales suele incluir la radiología convencional, medicina nuclear, TC y RM fundamentalmente.

### 1.7.1. RADIOLOGÍA CONVENCIONAL (Fig. 1.12.)

La radiología simple sigue siendo la primera técnica utilizada para el diagnóstico de las fracturas vertebrales. Su sensibilidad diagnóstica es superior en las fracturas traumáticas de alta energía que en las fracturas por insuficiencia, secundarias a osteoporosis, y las patológicas, secundarias a afectación tumoral vertebral.

Aunque la RM es la técnica más sensible para la diferenciación entre fracturas patológicas y por insuficiencia, la radiología convencional nos puede orientar en su diagnóstico. La fractura vertebral osteoporótica suele adquirir dos morfologías fundamentalmente, en cuña y bicóncava (en vértebra de pez o diábolo), mientras que la fractura patológica de causa tumoral suele demostrar cambios predominantemente osteolíticos. La presencia de colecciones aéreas dentro del cuerpo vertebral se considera un signo de necrosis vertebral (enfermedad de Kummel) y es un hallazgo sugerente de fractura osteoporótica benigna (Freedman 2009).

Los cambios morfológicos que permiten el diagnóstico radiológico de fractura osteoporótica pueden requerir un tiempo para evidenciarse. Por eso, la ausencia de fractura en la radiografía simple en un paciente osteoporótico no excluye su presencia y, ante la persistencia de síntomas, se debe completar el estudio con RM (Mckiernan 2009). La RM es capaz de detectar fracturas sin deformidad vertebral y tiene mayor

capacidad discriminativa entre fracturas benignas y malignas (Cuenod 1996) y permite valorar factores como el grado de edema, la deformidad vertebral, o el grado de repercusión sobre el espacio del canal espinal, datos útiles para plantear el tipo de tratamiento: médico, percutáneo o quirúrgico.

La radiografía simple también es poco sensible en la visualización de la destrucción ósea o reemplazamiento medular, requiriendo, según el tamaño de la lesión, entre un 30% y un 50% de pérdida de densidad ósea para que las lesiones sean visibles (Kamholz 1991). La destrucción del pedículo, típicamente indica que la lesión es avanzada, ya que raramente ocurre de forma primaria o aislada (Algra 1992).

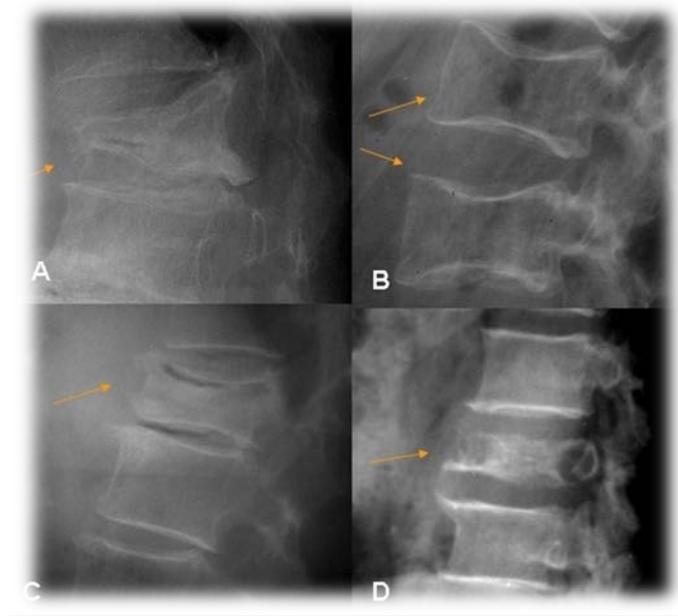


Figura 1.12. Estudio radiológico simple A. Fractura osteoporótica en cuña (flecha). B. Fractura osteoporótica en diábolo (flechas) C. Fractura osteoporótica con vacío intravertebral (flecha). D. Fractura patológica secundaria a metástasis con áreas líticas y blásticas.

### 1.7.2. MEDICINA NUCLEAR

La técnica más utilizada en el diagnóstico de la patología ósea es la del Tc-99m MDP. Un incremento en su captación suele ser indicativo de un proceso patológico. Se acepta que este incremento de captación está relacionado con el aumento del flujo sanguíneo regional, la remodelación ósea con formación de hueso nuevo o aumento del intercambio de la matriz (Delbeke 1989). La gammagrafía puede detectar lesiones con un porcentaje de remodelación del 5-10% con respecto al total de hueso normal (Algra 1991). Es capaz de detectar las lesiones hasta 18 meses antes que la

radiografía con respecto a la que muestra un 50-80% más de sensibilidad (Pagani 1982). La principal ventaja de la gammagrafía ósea es que es posible el examen del esqueleto completo y que puede realizarse en pacientes donde la RM puede estar contraindicada, como los portadores de marcapasos. La principal desventaja es la pérdida de especificidad por su incapacidad para diferenciar los procesos benignos de los malignos (Taoka 2001, Cook 2002) (Fig. 1.13).

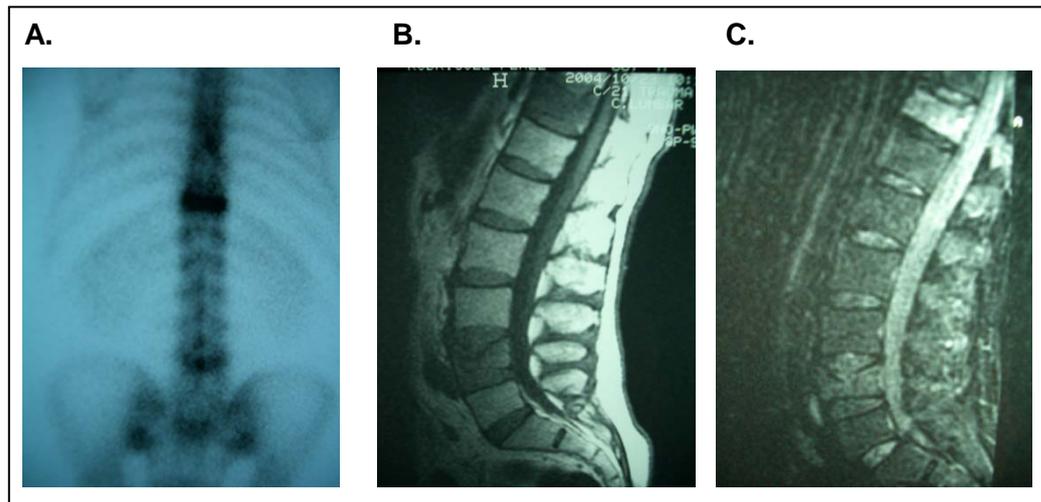


Fig. 1.13. Paciente varón de 67 años de nuestra serie en el que se solicitó estudio de medicina nuclear durante el proceso diagnóstico de dolor dorsolumbar de características no claramente mecánicas. Se diagnosticó de fracturas de T11 y L4 realizándose una CP tras el fracaso del tratamiento conservador. El paciente experimentó una gran mejoría que se mantenía al seguimiento. La hiposeñal de la secuencia T1 de la RM (**B**) se corresponde con la hiperseñal de la secuencia T2 (**C**) de la RM y la hipercaptación en la gammagrafía (**A**).

Su uso en las fracturas traumáticas no suele estar indicado. Sin embargo, ante la sospecha de fractura por estrés, insuficiencia o patológica que no queda lo suficientemente demostrada en radiología convencional, puede tener un papel para localizar el área de captación patológica. Sin embargo, los hallazgos son bastante inespecíficos y sólo suelen servir de orientación para poder estudiar el área captante con otros métodos más específicos con la TC o la RM. Su captación en la columna dolorosa no permite distinguir entre causas degenerativas o traumáticas. En la columna dorsal puede ser problemático localizar la vértebra exacta cuando se plantea un tratamiento intervencionista (Maynard 2000).

La densitometría ósea por emisión dual de rayos X (DEXA) se ha establecido como el patrón de oro para medir la masa ósea y la densidad mineral ósea a fin de diagnosticar osteoporosis. Numerosos estudios científicos (Agarwal 2006, Rea 2000, Vallarta 2006) concluyen que la sustracción de tejidos blandos (obtenidos mediante energía dual)

proporciona una mejor visualización e identificación de las vértebras dorsales y lumbares.

La DEXA de la columna lumbar media y del fémur proximal es una prueba rápida y segura y es la técnica de elección para determinar la densidad ósea. De acuerdo a los criterios de la Organización Mundial de la Salud, la osteoporosis se diagnostica cuando los valores de la absorciometría de rayos X están por debajo de 2.5 desviaciones estándar por debajo de los correspondientes a individuos jóvenes y sanos del mismo sexo. A los individuos con una masa ósea baja y una fractura resultante se les diagnostica de osteoporosis severa (Tabla 1.1.).

Criterios diagnósticos de la osteoporosis de la OMS	
GRUPO	CRITERIO DIAGNOSTICO
<i>Normal</i>	Densidad mineral ósea dentro de una desviación estándar de la media de una población adulta joven de referencia
<i>Osteopenia (baja masa ósea)</i>	Densidad mineral ósea entre 1.0 y 2.5 desviaciones estándar
<i>Osteoporosis</i>	Densidad mineral ósea <2.5 desviaciones estándar
<i>Osteoporosis Severa</i>	Osteoporosis con una o más fracturas por fragilidad ósea

Tabla 1.1. Criterios diagnósticos de la Organización Mundial de la Salud para la osteoporosis.

El PET-TC es una técnica de introducción reciente, híbrida entre radiodiagnóstico y medicina nuclear. Ha demostrado una exactitud del 92 % en la diferenciación entre fracturas de causa benigna o maligna. Se considera una herramienta adicional en casos equívocos (Bredella 2008), aunque la biopsia, seguida o no de vertebroplastia, puede ser necesaria para el manejo final de estos pacientes.

### 1.7.3. TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA (TC).

Cuando la clínica es sugerente de fractura y la radiología convencional no es diagnóstica, también se puede recurrir a la TC multicorte. Un estudio prospectivo encontró una sensibilidad de la TC del 99% en la detección de fracturas versus a un

87% de la radiología simple (Hauser 2003).

A nivel toracolumbar, aunque la radiografía simple sugiera una fractura por acúñamiento, la TC puede desvelar hasta en un 25% de los casos que realmente se trata de una fractura por estallido con diferentes grados de retropulsión del muro de la pared posterior (Fig 1.14.) (Ballock 1992).

La TC es la mejor técnica para demostrar las alteraciones de la estructura del hueso cortical. Para el hueso medular es menos sensible, fundamentalmente en presencia de osteoporosis. Las líneas de fractura del hueso cortical y esponjoso son típicas de las fracturas osteoporóticas, mientras que en las patológicas predomina el patrón de destrucción (Laredo 1995). La afectación pedicular que se había descrito como característica de las fracturas patológicas, es un hallazgo también frecuente en las fracturas por insuficiencia (Ishiyama 2010).



Figura 1.14. **A-D.** Fracturas por insuficiencia en osteoporosis. TC sagital con bandas de esclerosis subcondral (**A**) que se corresponde con patrón de edema en banda en secuencia sagital STIR (Flechas) (**B**). TC sagital (**C**) y RMN sagital STIR (**D**) demostrando una hendidura intravertebral (flecha) y retropulsión del margen posterosuperior.

**E y F.** Fracturas patológicas. TC sagital de metástasis de carcinoma renal (**E**) y RMN sagital T2 (**F**) de metástasis de pulmón, demostrando convexidad del borde posterior (flecha).

#### 1.7.4. RESONANCIA MAGNETICA.

Para averiguar si una fractura puede ser tratada con vertebroplastia o cifoplastia es imprescindible la RM.

Hay que señalar que en la secuencia de RM T1 la grasa tiene una señal elevada y el edema es oscuro, mientras que en la secuencia de RM T2 la grasa tiene una señal intermedia y el edema de intermedio a brillante y en la secuencia RM STIR (con supresión grasa) se elimina la grasa y el edema es brillante. Esto hace que sea posible distinguir entre fracturas recientes o agudas y antiguas: si el cuerpo vertebral muestra señal grasa en T1 se trata de una fractura cicatrizada o antigua; si el cuerpo muestra un patrón de edema indica que existe una fractura reciente o aguda, o bien inestable o crónica pues mantiene su actividad inflamatoria. En estos casos donde brilla la vértebra en las secuencias T2 y STIR es donde ha dado mejores resultados tanto la vertebroplastia como la cifoplastia. De hecho, hay estudios con resultados satisfactorios tras cifoplastias realizadas tardíamente (17 semanas de media) pero en las que la RM mostraba signos de edema (Grohs 2004, Brown 2005).

La diferenciación mediante RM entre fracturas patológicas y por insuficiencia reside fundamentalmente en la señal de la médula ósea y en la morfología de la vértebra fracturada.

En RM las fracturas patológicas suelen mostrar un reemplazamiento completo de la médula ósea del cuerpo vertebral. Cuando el reemplazamiento es incompleto su aspecto es parcheado o nodular. En cuanto a la morfología vertebral, son característicos el borde vertebral convexo, secundario a la expansión tumoral y la existencia de una masa paravertebral o epidural asimétrica (Cuenod 1996, Baur 1998).

En las fracturas osteoporóticas los cambios de la señal medular dependen de la edad de la fractura. Las fracturas agudas suelen mostrar un patrón de edema óseo en banda (brillo en secuencias T2 y STIR con hipointensidad en secuencias T1), de localización subcondral a la plataforma vertebral. Con frecuencia se puede identificar la imagen lineal de la fractura dentro del patrón de edema. También pueden formarse hendiduras o quistes de contenido aéreo o líquido (Baur 2002). Con la cronicidad de la fractura se recupera la señal grasa de la médula ósea vertebral. En cuanto a la morfología, la retropulsión de un fragmento óseo hacia el canal se considera un signo bastante específico de benignidad (Cuenod 1996).

El contraste intravenoso utilizado en RM, el gadolinio DTPA, acorta el tiempo de relajación T1, lo que provoca un incremento en la intensidad de señal en dicha secuencia. La utilización de contraste incrementa en gran medida la sensibilidad de la RM para detectar fracturas metastásicas (100%) pero también a costa de una menor especificidad (79%) (An 1995). Otros autores piensan que las lesiones metastásicas óseas son estudiadas más efectivamente con una secuencia no realizada spin eco T1 y otra STIR. El gadolinio implica una actuación invasiva que incrementa la duración de la exploración y añade un coste considerable. Por estas razones, el uso del gadolinio no está recomendado de rutina. Sin embargo, sí se le ha otorgado valor para demostrar áreas de mayor actividad tumoral como guía para biopsia (Traill 1995).

Las técnicas de difusión y perfusión se han aplicado para la diferenciación entre fracturas patológicas o por insuficiencia, aunque sus resultados son controvertidos. Quizás, la más prometedora, sea la secuencia en fase y fase opuesta, basada en la premisa de que las lesiones malignas reemplazan completamente la grasa y las benignas no (Vertinxky 2007). Se han de mostrado diferencias significativas en el cociente de señal según el tipo de fractura (Erly 2006).

## **1.8. TRATAMIENTO DE LAS FRACTURAS VERTEBRALES**

### **1.8.1. PROTOCOLO DIAGNÓSTICO-TERAPÉUTICO**

Se han establecido numerosos protocolos para valorar cuál es el mejor tratamiento ante una fractura vertebral. Existen ciertos criterios clínicos y radiológicos que hacen recomendar una u otra opción terapéutica. Por supuesto, debemos señalar que la gran mayoría de las fracturas vertebrales se pueden y se deben tratar de forma conservadora mediante reposo, analgésico-antiinflamatorios y ortesis (Pérez Abela 2004).

En nuestro centro, tras una revisión bibliográfica exhaustiva sobre el tema y acorde a nuestra experiencia, se elaboró un protocolo de indicación quirúrgica de fracturas vertebrales. Nosotros indicamos el tratamiento quirúrgico en fracturas tóracolumbares que cumplen uno de los siguientes criterios (Tabla 1.2.).

1. ART (Angulación regional traumática) > 20° (\*)
2. IS (Índice sagital) > 15-17° (\*\*)
3. Si clasificamos según DENIS :
  - Fractura por compresión (I) con lesión de la columna posterior
  - Fractura-estallido (II) (Inestables → Según ART/IS/Canal > 50% / Altura > 50% / Les. Col. Post)
  - Lesión por flexión-distracción (III) (Las puramente óseas → Posible tratamiento ortopédico)
  - Fractura-Luxación (IV)
4. Si clasificamos según AO/Magerl:
  - Fracturas Tipo A con ART / IS patológicos o lesión de columna posterior (B?, C?)
  - Fracturas B1 y B2 con lesión discal o importante lesión ligamentaria posterior
  - Fracturas B3 y C
5. Invasión del canal > 50% o Pérdida de altura > 50%
6. Lesión neurológica

**(\*) ART:**

ART = Cifosis Regional – Ángulo fisiológico a ese nivel  
 - Cifosis Regional (CR) : Líneas trazadas por los platillos superior e inferior de las vértebras superior e inferior de la fracturada  
 - Ángulo Fisiológico: Valores medios de angulación del nivel lesionado

**(\*\*) IS:**

IS = Deformidad Cifótica – Contorno sagital normal a ese nivel  
 - Deformidad cifótica : Líneas trazadas por el platillo inferior de la vértebra fracturada y platillo inferior del nivel superior  
 - Contorno sagital normal a ese nivel: Torácica: 5° cifosis, Lumbar: -10° cifosis, TL: 0° cifosis

Tabla 1.2. Criterios de la Unidad de Columna del Hospital Universitario Virgen de las Nieves de Granada para indicar tratamiento quirúrgico en fracturas de columna dorso-lumbar.

Con respecto a la indicación de tratamientos mínimamente invasivos como la vertebroplastia y la cifoplastia contamos con el protocolo recogido en la tabla 1.3. que está en concordancia con la mayoría de autores consultados (Bernadette 2003, McGraw 2003).

CRITERIOS DE INDICACION DE CIFOPLASTIA Y VERTEBROPLASTIA
<p><b><u>Criterio de indicación clínico:</u></b>            Paciente con dolor raquídeo severo e incapacitante motivado por fractura y/o por determinadas lesiones vertebrales que no haya respondido a unos meses (1,5-4) de tratamiento conservador con analgésicos, reposo y/o ortesis y que disminuya notablemente la calidad de vida del paciente.            *Determinados pacientes con intolerancia al tratamiento conservador y determinados casos de fracturas de alta energía pueden ser subsidiarios de CP/VP en fase aguda (+/-instrumentación)</p> <p><b><u>Criterio de inclusión radiológico:</u></b>            RMN con hipointensidad en T1 e hiperintensidad en T2 y STIR La localización de la clínica debe coincidir con el estudio de imagen</p> <p><b><u>Indicaciones generales</u></b>            - Fracturas vertebrales osteoporóticas (1ª y 2ª), sintomáticas y refractarias al tratamiento médico convencional*            - Fracturas neoplásicas dolorosas refractarias al tratamiento médico convencional *            - Osteolisis dolorosa de tumor benigno o maligno (incluso sin fractura). Ej. Mieloma, linfoma, hemangioma, metástasis.            - Fractura vertebral por osteonecrosis (Enf. de Kummell)            - Fracturas por traumatismo de alta energía ("A" de AO/Magerl) en las que no está indicada la Artrodesis. (Discusión)            * La analgesia no origina ninguna mejoría o mínima, o bien las dosis de narcóticos necesaria motiva efectos indeseables; o bien no se tolera la ortesis; o bien el reposo necesario es poco recomendable.</p>

Tabla 1.3. Criterios de indicación de vertebroplastia y cifoplastia de la Unidad de Columna del Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica del Hospital Universitario Virgen de las Nieves de Granada.

Con respecto a la técnica a emplear, usamos la vertebroplastia cuando no pretendemos corregir la deformidad cifótica ni recuperar la altura vertebral, cuando se tratan más de 2 vértebras o cuando son pacientes añosos. Usamos la cifoplastia cuando pretendemos corregir el perfil sagital raquídeo (altura y/o cifosis), cuando el riesgo de fuga es alto o peligroso (invasión de canal, distrucción cortical importante, etc.) y en determinadas fracturas de alta energía (+/- Instrumentación) (Fig. 1.14).

Las contraindicaciones para la realización de las citadas técnicas en nuestra unidad se suman en la tabla 1.4.

**Contraindicaciones Absolutas VP/CP**

1. Infección localizada en la vértebra a tratar (osteomielitis, discitis, absceso)
2. Coagulopatía rebelde a tratamiento
3. Dolor no relacionado con el colapso vertebral
4. Ausencia de dolor o tratamiento médico efectivo
5. Condiciones de no operabilidad
6. Fracturas tipo B o C de AO/Magerl (como tratamiento aislado)

**Contraindicaciones Relativas VP/CP**

1. Vértebra plana (cuando la pérdida de altura superior a 2/3)
2. Compresión neural por proceso neofornativo
3. Intrusión del muro posterior en el conducto vertebral
4. Alergia a alguna de las sustancias utilizadas en el procedimiento (cemento, contraste...)
5. Tumores osteoblásticos.

Tabla 1.4. Contraindicaciones para el tratamiento mediante vertebroplastia o cifoplastia para la Unidad de Columna del Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica de Hospital Universitario Virgen de las Nieves de Granada.

En la tabla 1.5. se recoge nuestro protocolo de indicación terapéutica ante una fractura vertebral dorso-lumbar.

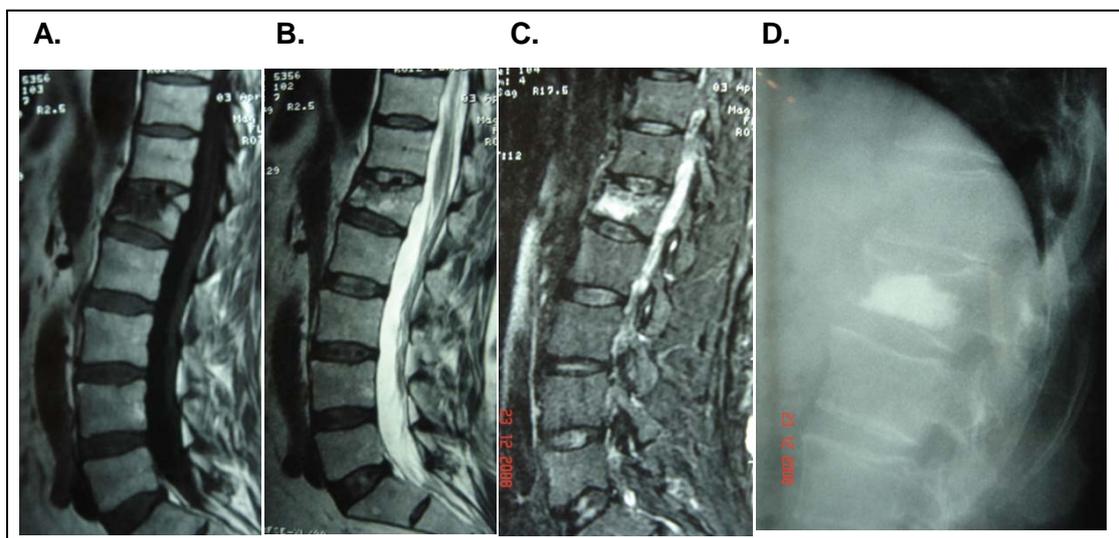


Fig. 1.15. Varón de 45 años que sufre caída por las escaleras y presenta una fractura de L1 tratada inicialmente de forma conservadora. Evolución favorable con persistencia de dolor y limitación funcional importantes a los 6 meses (EAV: 8). En estudio de RMN se aprecia fractura de L1 con un edema importante (hiposeñal en T1 **(A)** e hiperseñal en T2**(B)** y STIR**(C)**). Se realiza una CP **(D)** con resultado satisfactorio (EAV: 0 a las 24 h. y se mantiene al año).

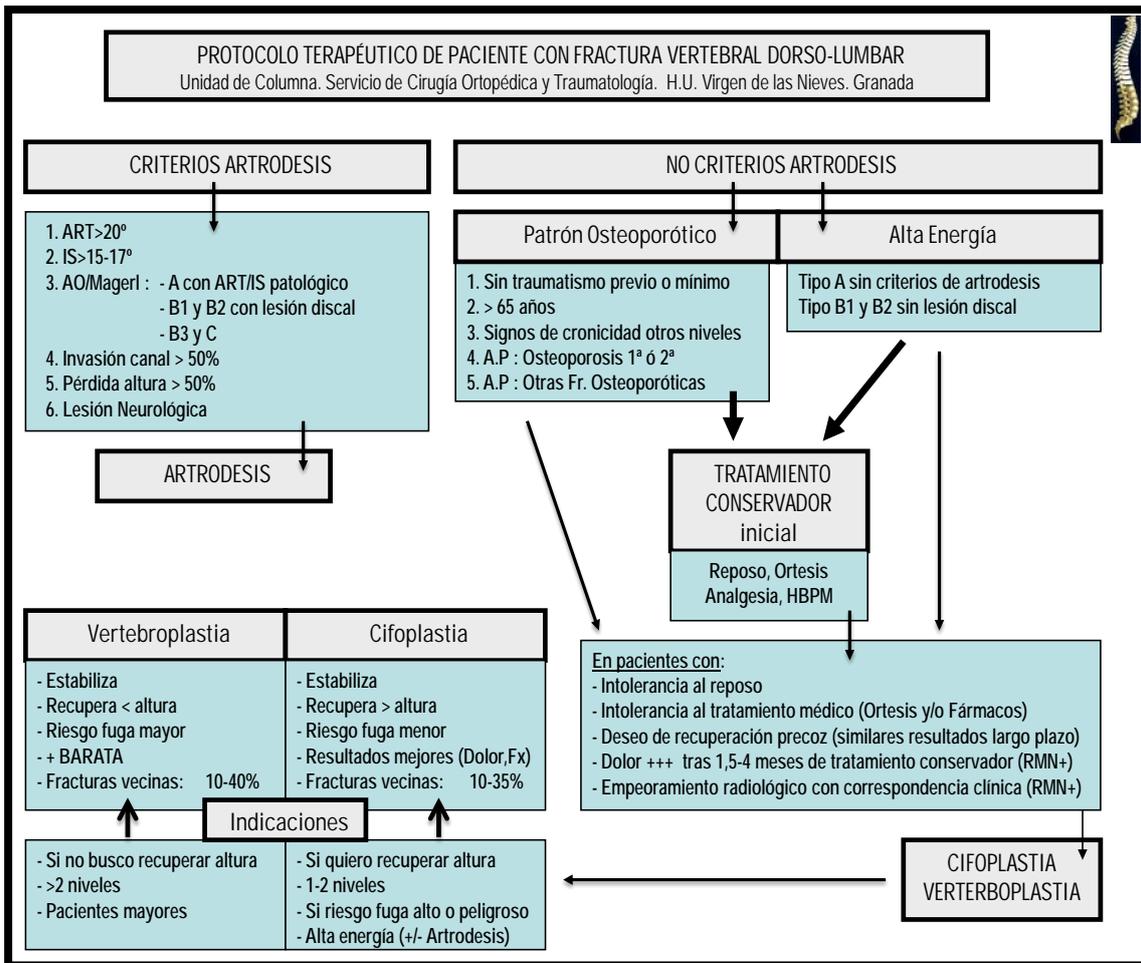


Tabla 1.5. Protocolo terapéutico para el tratamiento de las fracturas vertebrales dorso-lumbares de la Unidad de Columna del Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica del Hospital Universitario Virgen de las Nieves de Granada.

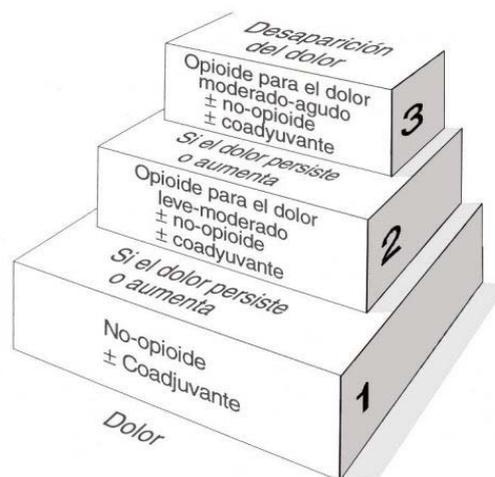


Figura 1. 16. Escalera analgésica de la OMS.

### 1.8.2. TRATAMIENTO MÉDICO

Los fármacos analgésicos-antiinflamatorios no esteroideos siguen siendo el escalón inicial y fundamental en el tratamiento de una fractura vertebral de cualquier etiología. Para el tratamiento médico se debe respetar la escalera analgésica de la OMS.

Haciendo hincapié en el grupo de fracturas osteoporóticas, que son el centro de este trabajo, hay que tener en cuenta que si sospechamos fractura de carácter osteoporótico, no sólo hay que tratar la fractura en sí, sino iniciar un estudio clínico para valorar si precisa tratamiento sistémico de la osteoporosis.

Las ortesis externas son el segundo pilar del tratamiento médico de las fracturas vertebrales. Pueden variar desde una simple faja dorso-lumbar hasta ortesis rígidas cervico-tóraco-lumbares en función de la localización y la gravedad de las mismas.

Para fracturas cervicales se indican collarines tipo Filadelfia, para fracturas cervico-dorsales usamos ortesis que inmovilizan el cuello y la columna dorsal alta, para dorsales bajo T6 y lumbares se recomienda ortesis dorsolumbares tipo Jewett, Boston, Knight, etc. (Fig. 1.17.)

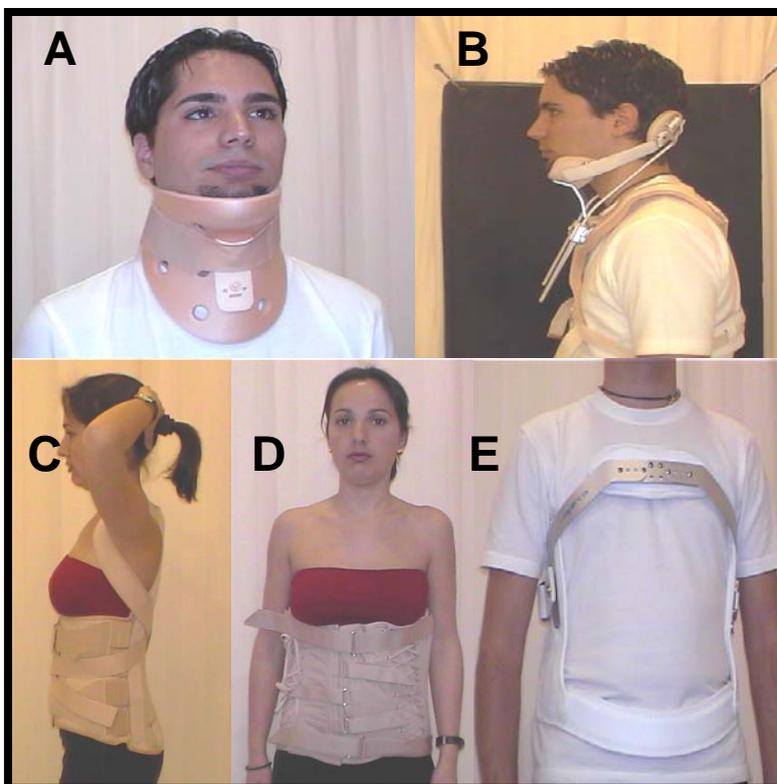


Figura 1.17. Tipos de ortesis utilizadas. **A.** Collarín tipo Filadelfia. **B.** Ortesis cervico-torácica. **C.** Faja dorsolumbar. **D.** Ortesis tipo Knight. **E.** Ortesis tipo Jewett.

El reposo es el tercer pilar terapéutico no invasivo que se utiliza. Inicialmente reposo en cama-sillón durante 1-2 semanas y luego deambulación progresiva con la ortesis prescrita. Estos plazos varían en función de la gravedad de la/s fractura/s y de las características del paciente.

Posteriormente solemos derivar al paciente al servicio de rehabilitación para mejorar su funcionalidad. El reposo debe ser el mínimo posible pues aumenta la pérdida de masa muscular y de la densidad mineral ósea (Krolner 1983).

### 1.8.3. TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

#### 1.8.3.1. Instrumentación

Una vez establecida la necesidad de cirugía abierta ante una fractura vertebral, el estándar de oro sigue siendo en la actualidad la artrodesis instrumentada. Las instrumentaciones cortas (2-3 vértebras) con inclusión de la vértebra fracturada es la opción más recomendada por la mayoría de los autores (Pérez Abela 2003)(Fig 1.18).

Están ganando adeptos las instrumentaciones percutáneas por vía mínimamente invasiva con instrumental canulado aunque las indicaciones son muy precisas. Para sentar las indicaciones del mismo nuestra unidad tiene un estudio clínico aleatorizado en curso.

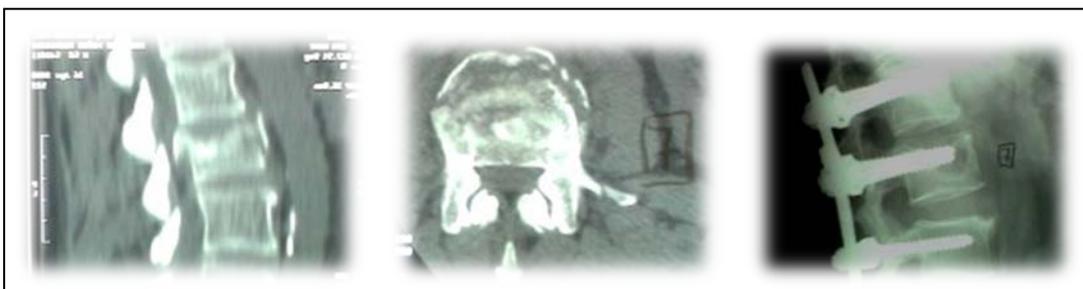


Figura 1.18. Fractura-estallido L2 (tipo A3 AO/Magerl- Tipo Burst) tratada con artrodesis L1-L3

El tratamiento quirúrgico de fracturas osteoporóticas-neoplásicas es necesario en un pequeño subgrupo de pacientes con fracturas que dan lugar a un déficit neurológico progresivo o a un dolor intratable por la deformidad fracturaria o la compresión de estructuras vecinas. Estas intervenciones son agresivas, suponen una anestesia prolongada, transfusiones de sangre y complicaciones asociadas. Con frecuencia, el hueso osteoporótico causa una fijación subóptima de la instrumentación (Fujita 1998, Garfin 1998, Hu 1997).

Pueden adoptarse diversas estrategias para optimizar los resultados de la cirugía convencional en este difícil grupo de pacientes. Se ha visto que los pacientes malnutridos tienen una mortalidad más alta y menor potencial de consolidación por lo que se recomienda optimizar el estado nutricional de los pacientes antes de cualquier intervención quirúrgica. Durante el tratamiento quirúrgico, con frecuencia son necesarias instrumentaciones más largas con múltiples puntos de fijación. La lámina está constituida principalmente por hueso cortical y pueden usarse alambres y/o ganchos sublaminares. La utilización de tornillos pediculares más largos o su refuerzo con polimetilmetacrilato o injerto óseo puede proporcionar un agarre más seguro de éstos (Pérez Abela 2001, Fujita 1998, Sarzier 2002, Wuisman 2000).

### 1.8.3.2. VERTEBROPLASTIA/CIFOPLASTIA PERCUTÁNEA

La introducción percutánea de cemento en el cuerpo vertebral se reserva para tratar a aquellos pacientes con fracturas vertebrales que no precisan instrumentación quirúrgica pero que tienen un dolor rebelde al tratamiento conservador habitual.

Tanto la vertebroplastia como la cifoplastia hacen referencia esencialmente a una inyección percutánea de polimetilmetacrilato (PMMA) en el cuerpo vertebral que sirve de soporte interno a la fractura y proporciona alivio del dolor. Mientras que en la vertebroplastia se introduce el cemento directamente, en la cifoplastia se introduce tras la creación previa en el cuerpo vertebral de una cavidad mediante la introducción de diferentes dispositivos expansibles.

La vertebroplastia fue descrita inicialmente por Gallibert y cols. en 1987 para tratar hemangiomas sintomáticos del cuerpo vertebral, pero en la actualidad se utiliza con más frecuencia en el tratamiento de fracturas vertebrales osteoporóticas dolorosas (Fig. 1.18) (Galibert 1987, Deramond 1998).

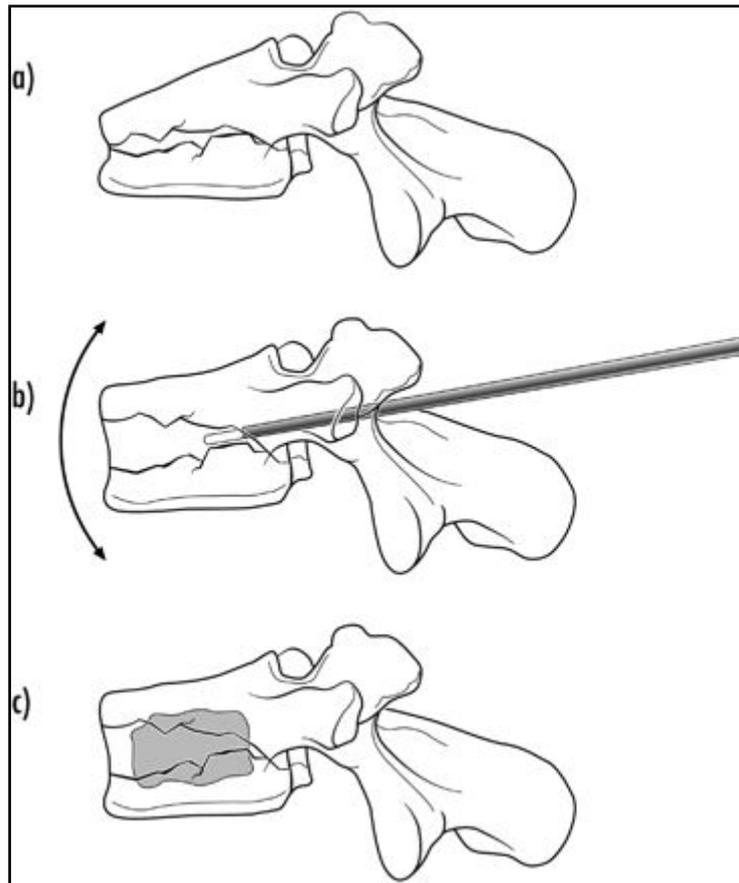


Fig. 1.19. Recuperación de la altura vertebral durante la vertebroplastia. a: Un cuerpo vertebral fracturado con una hendidura intravertebral móvil. b: La posición en extensión (decúbito prono en mesa de operaciones con apoyos esternal y pélvico) abre la hendidura, permitiendo cierto grado de restauración de la altura del cuerpo vertebral. c: La inyección de polimetilmetacrilato estabiliza la fractura en esta posición.

La cifoplastia, desarrollada en California por Reiley en 1998, consiste en la inserción de un globo en el cuerpo vertebral antes de la inyección de cemento. El globo se expande en el interior de la vértebra fracturada en un intento de aumentar la altura del cuerpo vertebral y de corregir la deformidad cifótica. El cemento se inyecta en el vacío que queda tras la retirada del globo (Fig. 1.19 y 1.20).

El primer objetivo de la vertebroplastia es aliviar el dolor de los pacientes. La recuperación de la altura vertebral es un objetivo secundario. Sin embargo, la cifoplastia plantea ambos objetivos conjuntamente.

El efecto analgésico de ambas técnicas está probablemente mediado por la ablación de las fibras C-nociceptivas provocado por el efecto exotérmico del cemento. Por otro lado, los fragmentos móviles pueden estabilizarse proporcionando alivio del dolor (Belkoff 2001).

Estudios histológicos en vértebras de pacientes tratados con estas técnicas han demostrado la existencia de una zona de necrosis alrededor del cemento. Esta necrosis se ha atribuido al daño térmico, a la citotoxicidad del metacrilato y a la isquemia. Todos estos factores han sido implicados en el efecto analgésico y antitumoral del cemento (Srikumara 2005, Leeson 1993).

La necrosis térmica de los osteoblastos ocurre con temperaturas superiores a 50° durante 1 minuto (Ericksson 1984), pero la apoptosis también ocurre cuando los osteoblastos se someten a temperaturas inferiores durante un mayor periodo de tiempo (Lim 2002). Otro papel atribuido al incremento de temperatura es el enlentecimiento del crecimiento tumoral (Leeson 1993).

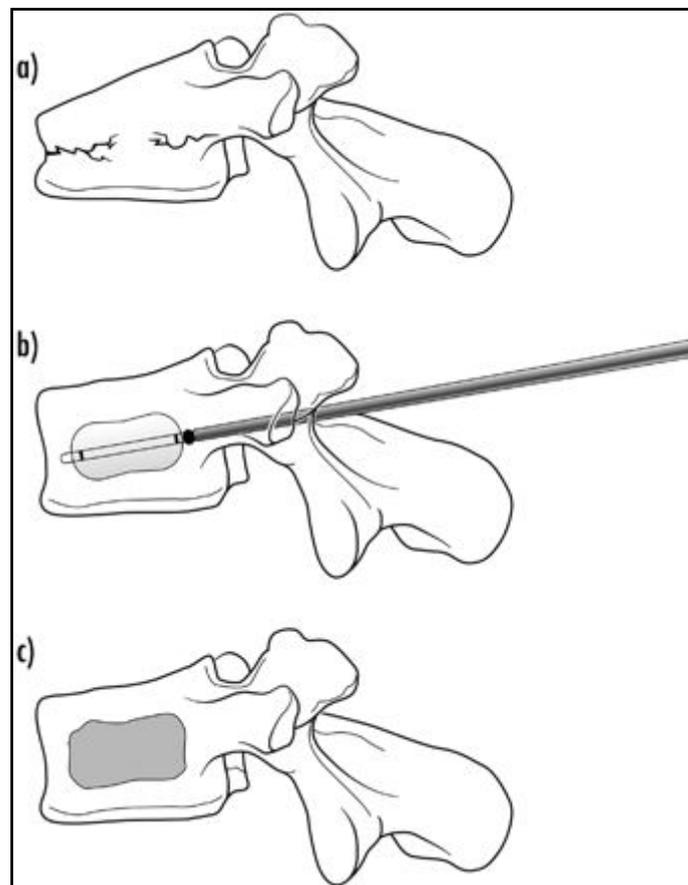


Fig. 1.20. Recuperación de la altura de la vértebra en la cifoplastia. a: Una vértebra fracturada con pérdida de altura. b: Un dispositivo expansible desplaza las trabéculas vertebrales y eleva la plataforma hundida, permitiendo alguna restauración de la altura del cuerpo vertebral. c: Tras la retirada del globo se inyecta el cemento en la cavidad creada.

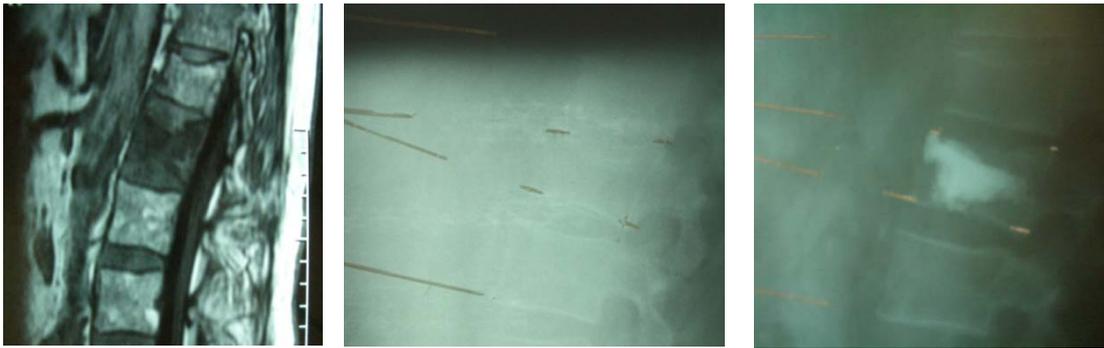
**A.****B.****C.**

Fig. 1.21. **A a C.** Paciente varón de 58 años de nuestra serie con fractura de las vértebra L1 tras un traumatismo de alta energía. Se trata inicialmente de manera conservadora con ortesis, reposo y medicación. A las 8 semanas de evolución se decide realizar CP ante la persistencia de un dolor intolerable. La EAV inicial de 9 puntos pasa a 3 a las 48 horas del procedimiento y se mantiene al seguimiento anual.

**A.** Obsérvese que la RM(T1) preoperatoria presenta persistencia de edema en la L1.

**B.** RX preoperatoria con Fractura de L1 con aumento de la cifosis vertebral

**C.** RX postoperatoria donde se aprecia mejoría de la altura y de la cifosis vertebral

La estabilización mecánica de la fractura se considera el principal factor antiálgico (Ruiz Santiago 2010, Levine 2000).

Estudios en cadáveres han demostrado una mejor recuperación de la altura con la cifoplastia que con la vertebroplastia (Belkoff 2001, Hiwatashi 2010). Sin embargo, pocos estudios clínicos han comparado ambas técnicas. Mientras algunos encuentran una mejor recuperación de altura con la cifoplastia (Grohs 2005), otros no encuentran diferencias entre ambas técnicas (Hiwatashi 2009).

Está debatido en la literatura el efecto clínico y mecánico que puede suponer la recuperación de la altura del cuerpo vertebral y la disminución de la cifosis. Estudios previos no han encontrado una relación entre la recuperación de la altura y la disminución del dolor (McKiernan 2005). Uno de ellos señala que la cifoplastia obtiene una buena reducción del dolor sin necesidad de recuperar la altura del cuerpo vertebral (Felts 2005).

Desde el punto de vista biomecánico, se supone que una restauración de la altura y corrección de la deformidad angular reduce el estrés anterior vertebral, disminuyendo la probabilidad de desarrollo de nuevas fracturas en las plataformas adyacentes. Un estudio previo ha demostrado menor incidencia de nuevas fracturas tras cifoplastia que en pacientes tratados de forma conservadora (Grafe 2008). Otros estudios han

demostrado que la vertebroplastia también tiene cierta capacidad para recuperar la altura vertebral. Esta capacidad se ve potenciada cuando la vértebra fracturada modifica su tamaño con los movimientos de flexo-extensión, lo cual se asocia con la presencia de hendiduras intravertebrales, que pueden llenarse de gas o líquido. Estas hendiduras, denominadas por algunos autores como quistes de Kummel, pueden llenarse en gran medida y recuperar la altura que la movilidad intravertebral permite. Sin embargo, las vértebras que no muestran cambios dinámicos de su volumen ni hendidura intravertebral, tienen menos posibilidades de que se pueda recuperar altura. La restauración de la altura vertebral en la vertebroplastia también se ha relacionado con la integridad de las paredes vertebrales que evita la fuga de cemento y, por tanto, la pérdida de la presión intravertebral provocada por la inyección de cemento (Hiwatashi 2010, Carlier 2004).

En general, los estudios biomecánicos demuestran que la cifoplastia es inicialmente superior a la vertebroplastia en la restauración de la altura vertebral, aunque esta ganancia diferencial se pierde con la sobrecarga repetida (McCall 2008). (Figs. 1.21. y 1.22.)

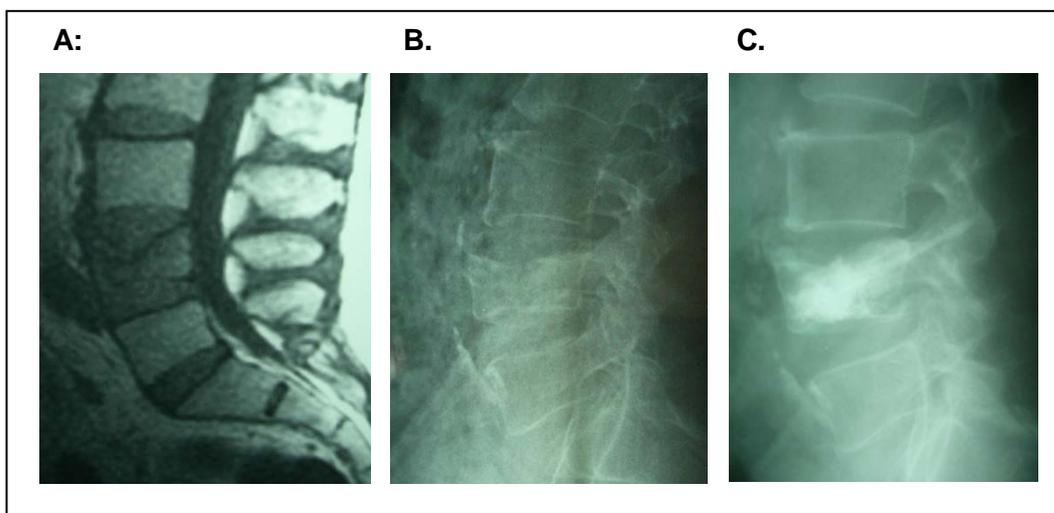


Fig 1.22. Varón de 67 años con FVO de L4 tras traumatismo banal que tras agotar las opciones de tratamiento ortopédico durante 8 semanas se interviene con C.P. Se obtiene un buen resultado clínico y radiológico

- A.** RMN secuencia T1 con hiposeñal que indica edema en L4
- B.** RX simple: Fractura de L4
- C.** Cifoplastia con recuperación parcial de la altura vertebral

Otro punto de comparación entre ambas técnicas es la fuga de cemento extravertebral. La mayoría de los estudios están de acuerdo en que estas fugas son más frecuentes con la vertebroplastia que con la cifoplastia, aunque la mayoría de las

fugas no suelen tener repercusión clínica (Eck 2008, Hiwatashi 2009). Sin embargo, algunas complicaciones graves, como embolismo pulmonar o lesión medular han sido publicadas (Choe 2004, Abdul-Jalil 2007, Chen 2006, Harrington 2001).

El embolismo pulmonar puede no ser sólo de cemento, sino por la extrusión de la grasa y la médula ósea hacia el sistema venoso por el incremento de presión provocado durante la inyección de cemento. En la cifoplastia el riesgo de embolismo por cemento es menor, aunque el riesgo de embolismo por grasa y médula ósea persiste debido a la presión ejercida durante el inflado de los balones (Groen 2004, Choe 2004).

#### 1.8.3.2.1. Objetivos de la vertebroplastia y la cifoplastia

El principal objetivo biomecánico de las técnicas percutáneas es la estabilización de la fractura, al igual que para el tratamiento de las fracturas de otras partes del organismo. Esta estabilización previene la micromovilidad interna del cuerpo vertebral y proporciona la estabilidad mecánica necesaria para que se produzca la curación de la fractura. La cantidad de fuerza y estabilidad mecánica necesaria para proporcionar el entorno biomecánico óptimo siguen siendo motivo de controversia. Al inicio de estas técnicas se consideraba necesario un importante relleno de la columna anterior de la vértebra (Cotten 1998), pero estudios clínicos y datos experimentales recientes sugieren que pequeños volúmenes de cemento pueden ser suficientes (Molloy 2003). Existe cada vez mayor evidencia de que no existen una correlación entre la cantidad de cemento inyectada y el alivio sintomático, tanto en fracturas osteoporóticas (Kallmes 2003) como en las secundarias a un tumor (Cotten 1996).

La estabilización mecánica de la vértebra depende del volumen de cemento inyectado, la densidad ósea de la vértebra y, en menor medida, de la localización del cemento. Los estudios sobre la cantidad de cemento necesario para que la vértebra recupere su fuerza y rigidez han mostrado resultados variables con porcentajes entre el 14% y 30% de relleno para que la vértebra recupere su rigidez. Sin embargo, la recuperación completa de la rigidez vertebral puede no ser necesaria ni deseable. Como ocurre en otras fracturas, el proporcionar cierta estabilidad mecánica, inferior a la del estado prefractura, puede ser suficiente para producir la curación (Liebschner 2001, Molloy 2003).

### 1.8.3.2.2. Materiales empleados

Tanto en la vertebroplastia como en la cifoplastia se ha utilizado con éxito el polimetilmetacrilato, casi de forma exclusiva. Sus ventajas son que (1) los cirujanos ortopédicos están acostumbrados a su utilización para otras patologías, (2) es fácil de manipular, (3) se le pueden añadir materiales radioopacos, (4) proporciona la rigidez y resistencia necesarias y (5) es barato. Sus desventajas son (1) que no tiene propiedades osteoconductoras ni osteoinductivas, (2) las elevadas temperaturas de polimerización pueden causar daño en los tejidos cercanos, (3) el monómero que no reacciona tiene efectos secundarios sistémicos como radiopulmonares, (4) su inherente rigidez excesiva puede tener un efecto mecánico perjudicial sobre las vértebras adyacentes y (5) no se remodela por sustitución ósea con el tiempo.

Algunos investigadores han comunicado resultados prometedores con la utilización de productos biodegradables como el fosfato cálcico, la hidroxiapatita o los gránulos de coral in vitro (Fig 1.23.). Los cementos minerales inyectables se endurecen dentro del hueso metafisario sin producir mucho calor. Se piensa que dan lugar a la aposición de nuevo hueso, que eventualmente puede reemplazar al cemento óseo. En este momento se desconoce si este proceso de remodelación tiene lugar en las vértebras osteoporóticas. Los problemas actuales con estos cementos minerales son: (1) su elevada viscosidad, cosa que dificulta la difusión intersticial dentro del cuerpo vertebral, (2) su manipulación es distinta a la del polimetilmetacrilato, (3) el hecho de que sus propiedades de reabsorción in vivo aún no están definidas y (4) su coste elevado (Grafe 2008).

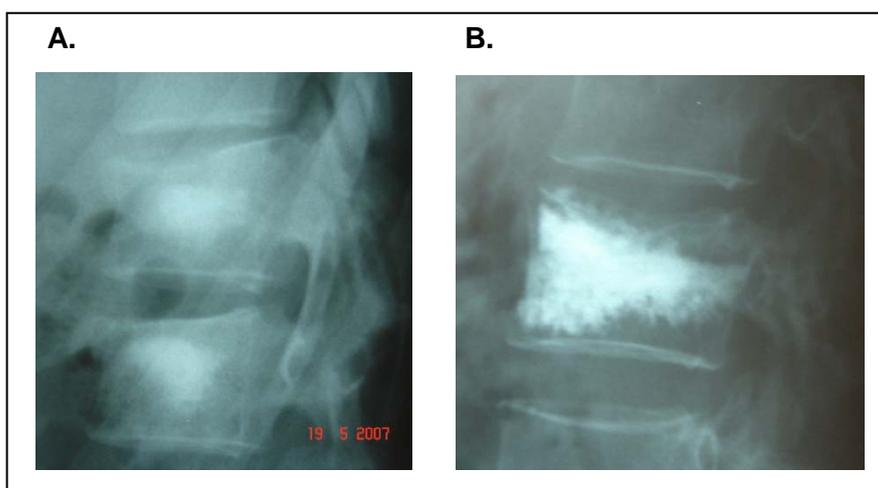


Fig 1. 23. Pacientes de nuestra serie intervenidos con dos tipos de material. Obsérvese la menor densidad radiológica del fosfato cálcico en comparación al PMMA habitual. **A.** CP con material bioactivo (fosfato cálcico). **B:** Cifoplastia de L2 con PMMA.

Takemasa y Yamamoto publicaron los resultados preliminares de un estudio con treinta y ocho pacientes sometidos a estabilización de fracturas vertebrales osteoporóticas con cemento de fosfato de calcio bioactivo. Todos los pacientes obtuvieron un alivio significativo del dolor y en radiografías practicadas a los tres meses del tratamiento no mostraron progresión del cócculo vertebral ni líneas radiolúcidas alrededor del cemento inyectado (Takemasa 2002).

Para fracturas de alta energía en pacientes jóvenes se están utilizando, sobre todo, estos otros materiales osteoconductivos. Nakano y cols concluyen en su estudio que con estos materiales bio-activos (a base de calcio-fosfato) obtiene resultados superiores que el tratamiento conservador, incluso en fracturas tipo A3 de AO/Magerl con destrucción de la columna media e invasión del canal medular (Nakano 2008).

En algunas series desaconsejan el uso rutinario de estos materiales a base de calcio y fosfato pues encuentran una mayor tasa de fracasos mecánicos por menor resistencia a las fuerzas de tracción, flexión y cizallamiento que el PMMA (Blattert 2009).

Otros autores están estudiando la adición a los cementos de diversos fármacos quimioterápicos para el tratamiento de lesiones tumorales (Alfonso 2009).

### 1.8.3.2.3 Resultados de la vertebroplastia y la cifoplastia

#### a) Dolor

El alivio del dolor a corto plazo es muy bueno tras la vertebroplastia o la cifoplastia en el tratamiento de las fracturas osteoporóticas por compresión. Los estudios de resultados de la vertebroplastia demuestran un alivio de moderado a completo del dolor en un 85-95% de los pacientes con fracturas osteoporóticas y en un 70-75% de los pacientes con metástasis vertebrales o mieloma múltiple. En un estudio de seguimiento de corto plazo, Garfin y cols. publicaron que el 90% de 340 pacientes experimentaron una mejoría de sus síntomas tras la cifoplastia (Garfin 2006).

En un estudio que utilizó el cuestionario SF-36 en la valoración de resultados, Lieberman y cols. también hallaron una mejoría sustancial (Lieberman 2003).

Para la patología tumoral raquídea (tanto benigna como maligna) tanto la VP como la CP ha arrojado resultados satisfactorios en la mayoría de las series, con mejorías del dolor y de la capacidad funcional de entre un 65% a un 85% pero con una tasa algo

mayor de complicaciones (15-25%) que para las fracturas osteoporóticas (Lowe 2005). Un estudio de Chi y cols sobre metástasis vertebrales encuentra una reducción significativa de la toma de analgésicos y de los resultados en la escala EVA y SF-36 tras realizar dichos tratamientos de forma paliativa (Chi 2008). Para el mieloma también son muchas las series publicadas con muy buenos resultados funcionales y de disminución de la clínica dolorosa (Cortet 1997, Cotten 1996, Dudeney 2002, Lane 2004). Hadjipavlou y cols. publican un estudio sobre la aplicación de la CP a los hemangiomas sintomáticos encontrando igualmente buenos resultados (Hadjipavlou 2007)

Comparando la vertebroplastia y la cifoplastia los resultados suelen ser excelentes para ambos grupos, sin diferencias significativas entre ellos. Los factores que pueden influir en un buen resultado con cualquiera de estos procedimientos incluyen (1) dolor localizado sobre el sitio de fractura, (2) evidencia de una fractura reciente en la RMN o en la gammagrafía ósea y (3) dolor severo (Garfin 2006, Hadjipavlou 2007).

El resultado a largo plazo de la inyección de cemento en el cuerpo vertebral es tá menos claro. En un estudio de trece pacientes seguidos durante cinco años tras la vertebroplastia, Pérez Higuera y cols. publicaron que doce pacientes manifestaron que se so meterían de nuevo al procedimiento bajo circunstancias similares. Las puntuaciones del dolor en la escala analógico visual se redujeron significativamente ( $p < 0.001$ ) de 9.07 antes del procedimiento a 2.07 tres días después del mismo y se mantuvieron estables en 2.15 cinco años después (Pérez-Higuera 2002).

En un estudio de veinticinco pacientes con osteoporosis primaria o secundaria sometidos a vertebroplastia, Grados y cols. encontraron que el alivio del dolor proporcionado por la técnica se mantenía a lo largo del periodo de seguimiento de cuatro años (Grados 2000).

Yeom y cols. publicaron un estudio con 38 pacientes que obtuvieron un alivio significativo del dolor tras una vertebroplastia ( $p < 0.001$ ). Sin embargo, el alivio del dolor resultó menos satisfactorio después de más de dos años de seguimiento: 11 de los 38 pacientes tenían dolor recurrente de moderado a severo. La causa del dolor fue el recolapso del nivel de inyección o la fractura de vértebras adyacentes.

En la siguiente figura presentamos uno de nuestros pacientes con angiomias vertebrales rebeldes a tratamiento habitual que es sometido a cifoplastia a dos niveles. (Fig. 1.24.)



Figura 1.24. Paciente varón de 62 años con angiomas dolorosos en T10 y L2 rebeldes a un tratamiento analgésico potente y a radioterapia. Se realiza cifoplastia de ambos niveles. En el control postoperatorio se aprecia restablecimiento de la altura somática del centro del cuerpo de la vértebra L2. El paciente pasa de una puntuación EVA de 8 puntos a 2 en 48 horas. La evolución se mantiene satisfactoria a los 18 meses de tratamiento.

## b) Funcionalidad

La recuperación funcional de este tipo de pacientes es el otro gran objetivo del tratamiento junto a la mejoría del dolor. Generalmente uno es consecuencia del otro. Son muchos los estudios que muestran una significativa recuperación funcional tras el tratamiento con vertebroplastia o cifoplastia en fracturas vertebrales.

Garfin y cols. realizan un estudio prospectivo multicéntrico sobre 155 pacientes sometidos a cifoplastia en diferentes hospitales de Estados Unidos, valoran escalas funcionales que miden actividades de la vida diaria como la SF-36 y el Back Disability Score y encuentran que pacientes mayores con fracturas vertebrales espontáneas obtienen una importante y rápida mejoría en las actividades cotidianas, en el dolor y, en definitiva, en la calidad de vida (Garfin 2006).

## c) Restablecimiento de la altura vertebral

El concepto de la cifoplastia ha traído al primer plano el tema de la restauración de la altura vertebral en fracturas osteoporóticas por compresión. Se ha publicado que las deformidades vertebrales residuales se asocian con un aumento de cinco veces del riesgo de progresión de la deformidad, con riesgo de nuevas fracturas dependiendo del número de niveles afectados y de la severidad de la deformidad. La restauración de la altura del cuerpo vertebral y la reducción de la cifosis post fractura tiene los beneficios teóricos de corregir la deformidad sagital, restaurar la estatura perdida,

mejorar la apariencia estética, mejorar la función pulmonar y gastrointestinal y reducir el riesgo de un déficit neurológico a causa de la progresión de la deformidad.

Garfin y cols. publicaron que la cifoplastia puede restaurar la altura y reducir la cifosis si se realiza en los tres primeros meses después de la fractura. Comunicaron que la altura anterior del cuerpo vertebral aumentó desde un promedio del 83% antes del tratamiento hasta un 99% tras la cifoplastia (Garfin 2006).

Lieberman y cols. publicaron que las cifoplastias realizadas tras un promedio de 5.9 meses después de setenta fracturas vertebrales restauraron una media del 35% de la altura perdida, pero el procedimiento obtenía mejores resultados si se llevaba a cabo dentro de las dos semanas siguientes a la fractura. En otra serie, se restauró un 34% de la altura perdida en fracturas vertebrales como consecuencia de un mieloma (Lieberman 2001, Lieberman 2003).

McKiernan y cols. comunicaron que el acúñamiento del cuerpo vertebral en muchas fracturas por compresión no es fijo. Las llamadas fracturas móviles muestran una grieta radiolúcida intravertebral y puede apreciarse una inversión de la cifosis en radiografías con extensión. Se puede lograr una recuperación sustancial de la pérdida de altura durante la vertebroplastia sólo con una colocación cuidadosa del paciente. McKiernan y cols. estudiaron sesenta y cinco fracturas vertebrales por compresión en cuarenta y un pacientes sometidos a vertebroplastia con un promedio de 89 días tras la fracturas; un 44% de estos pacientes tenían movilidad dinámica de la fractura. En estas fracturas móviles, la altura vertebral anterior aumentó desde un 42% a un 70% de lo normal, con un incremento medio del 106% de la altura perdida del cuerpo vertebral tras la fractura como resultado de la restauración postural de la altura tras la vertebroplastia. Los pacientes con fracturas fijas de esa serie no obtuvieron un restablecimiento apreciable de la altura vertebral. Otro estudio reciente demostró un aumento promedio de 2.5 mm en la altura anterior del cuerpo vertebral tras la vertebroplastia sin realizar ningún intento de reducir la fractura posuralmente. Los autores postularon que la restauración de la altura se produjo por la inyección a presión de cemento óseo de alta viscosidad (McKiernan 2005).

Este aumento de altura con la vertebroplastia también ha sido señalado por Carlier y cols. y también concluyen que esa ganancia es por la reducción postural (Carlier 2004).

Otros autores también han encontrado restablecimientos de la altura similares en vertebroplastia y cifoplastia (Hiwatashi 2009).

Feltes y cols. refieren que la cifoplastia obtiene resultados satisfactorios con independencia de la altura conseguida, por lo que concluyen que el efecto analgésico no es por dicho parámetro (Feltes 2005).

Otra cuestión es la pérdida posterior de altura a los meses/años del procedimiento. Kim y cols. encuentran una mayor recuperación de altura con la cifoplastia en comparación a la vertebroplastia pero refieren que las vértebras sometidas a vertebroplastia pierden menos altura en la evolución posterior debido al reparto más homogéneo del cemento. (Kim 2006).

No obstante, la valoración del restablecimiento de la altura varía ampliamente en tre diferentes estudios lo que hace difícil establecer comparaciones válidas.

En la figura mostrada a continuación presentamos el caso de un paciente de nuestra serie con metástasis de un tumor neuroendocrino en el que se opta por realizar vertebroplastia por tratarse de lesiones de múltiples vértebras en las que el restablecimiento de altura no es el objetivo fundamental y sí la estabilización mecánica por el efecto analgésico y el posible efecto antitumoral del PMMA (Fig 1.25.).

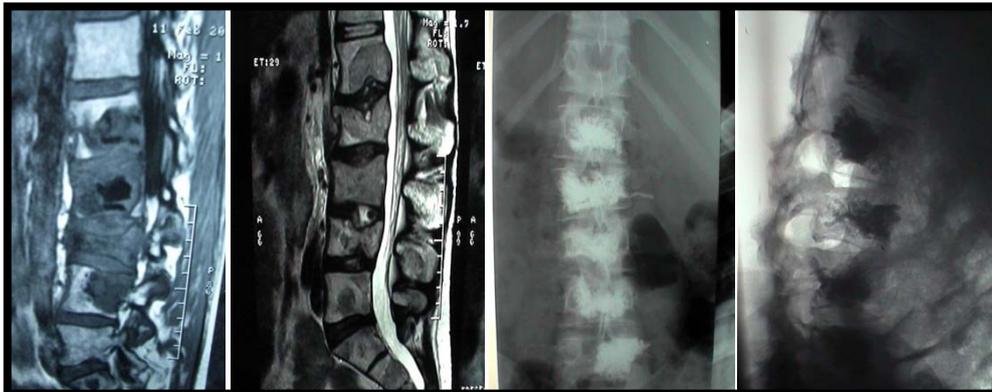


Fig.1.25. Paciente varón de 30 años con metástasis lumbares de un tumor neuroendocrino. En tratamiento previo con analgésicos de tercer escalón de la OMS. Se consigue pasar de EVA de 9 puntos a 2 puntos en 24 horas y se mantenía a los 5 meses de tratamiento.

Con el reciente aumento del interés hacia las fracturas osteoporóticas, muchos autores han estudiado los efectos biomecánicos de la aumentación con cemento en estas fracturas. El factor limitante en todos estos estudios es el conocimiento insuficiente sobre la resistencia y rigidez óptimas requeridas en el tratamiento clínico de estas fracturas. Los efectos a largo plazo de volúmenes variables de cemento y de

los patrones de relleno, tanto en términos de alivio del dolor como en efectos sobre los segmentos adyacentes, permanecen sin aclarar.

Los primeros procedimientos de aumentación vertebral se centraron en conseguir un relleno máximo del cuerpo vertebral, pero actualmente resulta evidente que volúmenes más pequeños pueden restaurar de forma más apropiada las propiedades del cuerpo vertebral. El volumen de cemento inyectado en el cuerpo vertebral está en relación directa con la rigidez y resistencia que se consigue. Una pequeña cantidad, aproximadamente un 15% de la fracción de volumen, puede ser adecuada para restablecer la rigidez del cuerpo vertebral a su nivel prefractura. La utilización de un gran volumen de cemento en un intento de llenar al máximo el cuerpo vertebral aumenta la rigidez de la vértebra y potencialmente puede conducir a un mayor riesgo de fracturas de vértebras adyacentes y a provocar una necrosis vertebral de la tratada. Un mayor volumen de cemento también hace más delicada su colocación en el cuerpo vertebral. La distribución asimétrica del cemento da lugar a una transferencia de cargas lateral con la posibilidad de basculación.

Ikeuchi y cols. investigaron la distribución del cemento dentro del cuerpo vertebral. Hallaron que cuando se inyectaba cemento solamente en la mitad caudal del cuerpo vertebral se producía la misma rigidez, resistencia y gradiente mecánico con las vértebras adyacentes que cuando se inyectaba cemento en todo el cuerpo vertebral.

Liebschner y cols., en su estudio de elementos finitos, hallaron que la distribución unipedicular conducía a un movimiento de incurvación mediolateral hacia el lado no tratado durante la carga compresiva. En su estudio recomiendan que el cemento introducido no sobrepase el 15% del volumen corporal y que se distribuya lo más simétricamente posible (Liebschner 2001).

En un intento de estudiar los patrones de carga en la columna anterior tras la vertebroplastia y cifoplastia, Ananthakrishnan y cols. simularon recientemente una fractura osteoporótica en un modelo de cadáver humano. Las presiones hidrostáticas en discos adyacentes aumentaron tras la vertebroplastia y la cifoplastia, pero no había diferencias significativas en estas presiones ni en la respuesta biomecánica entre los dos procedimientos (Ananthakrishnan 2003).

#### 1.8.3.2.4. Complicaciones de la vertebroplastia y la cifoplastia

Las complicaciones son raras tras la vertebroplastia y la cifoplastia y, aquellas que se producen, son generalmente transitorias. Puede producirse dolor transitorio, radiculopatía o fiebre que se resuelven en dos a cuatro días como resultado de la inflamación y/o infección del sitio de inyección o por los efectos exotérmicos del cemento. El monómero de cemento que no ha intervenido en la reacción puede tener efectos cardiopulmonares sistémicos provocando hipoxia y embolismos. Se pueden producir fracturas costales por la posición o por la presión sobre la caja torácica en estos pacientes ancianos. En un grupo de 274 pacientes sometidos a vertebroplastia, la tasa de complicaciones fue del 1.3% para aquellos con fracturas vertebrales osteoporóticas y hasta del 10% para los que tenían fracturas metastásicas. En general, ambos procedimientos son relativamente seguros y las complicaciones en cualquiera de ellos parecen estar causadas principalmente por una colocación incorrecta de la aguja o la desatención de los patrones fluoroscópicos del flujo de cemento durante el proceso de inyección (Chiras 1997, Jang 2002, Choe 2004, Kao 2008, Freedman 2009).

Se ha comunicado una fuga de cemento al espacio epidural o vertebral en un 30% a un 70% de las vertebroplastias, frente a tasas mucho inferiores para la cifoplastia, si bien es cierto que la inmensa mayoría de ellas no tienen efectos adversos. (Hadjipavlou 2008, Garfin 2006). Otros autores encuentran mayor número de complicaciones debido claramente a la mayor tasa de fugas (Lee 2009).

En un grupo de treinta pacientes sometidos a cifoplastia, Lieberman y cols. comunicaron una fuga de cemento al espacio epidural en un paciente, hacia el espacio discal en dos ocasiones y hacia los tejidos paraespinales en tres pacientes. La incidencia de fuga del cemento tras estos procedimientos podría ser más elevada que la apreciada en las radiografías (Lieberman 2003).

Yeom y cols. descubrieron que la tomografía computarizada reveló la fuga de cemento 1.5 veces más frecuentemente que las radiografías. Sólo un 7% (dos) de veintiocho fugas hacia el canal espinal fueron correctamente diagnosticadas con radiografías y con frecuencia pasan desapercibidas o fueron subestimadas en radiografías laterales de rutina fugas del cemento hacia la vena basivertebral o hacia la vena segmentaria (Yeom 2003).

Phillips y cols. evaluaron si la creación de un vacío óseo durante la cifoplastia reducía el riesgo de fuga de cemento. Bajo control fluoroscópico, inyectaron material de

contraste radiopaco en el cuerpo vertebral antes y tras la creación de un vacío dentro de la vértebra. Se produjo menor fuga extravertebral del material de contraste hacia los vasos epidurales, hacia la vena cava inferior y transcorticalmente tras la creación de la cavidad, lo que sugiere que la fuga del cemento puede ser menos probable tras la cifoplastia (Phillips 2002).

Se han comunicado fugas de cemento con lesión neurológica tanto en la vertebroplastia como en la cifoplastia (Yeom 2003). El cemento puede escapar a través de un defecto cortical hacia el canal espinal o hacia un foramen provocando un déficit neurológico (Chen 2006). En un estudio de 274 cifoplastias, Chiras y cols. publicaron dolor radicular post-vertebroplastia en un 3.7% de los pacientes y lesión de la médula espinal en uno (Chiras 1997).

Lee y cols. citan un caso de paraplejia total bajo el nivel D11 en una mujer de sesenta y seis años sometida a una vertebroplastia a tres niveles con 7 ml de polimetilmetacrilato en cada nivel. La TAC mostró una extravasación del cemento hacia las venas epidurales anteriores y posterior y hacia los senos venosos longitudinales lo que condujo a una compresión de la médula (Lee 2002).

Harrington hace un revisión de las complicaciones neurológicas mayores que pueden acontecer tras la vertebroplastia y comunica un caso que presentó síntomas de claudicación como resultado de la constricción circunferencial del saco tecal en los niveles D10-D11 por PMMA extravasado (Harrington 2001).

Garfin y cols. citan dos pacientes con lesión de la médula espinal tras una cifoplastia. Un paciente tenía un déficit motor parcial en las extremidades inferiores como resultado de una colocación incorrecta del sistema de inserción con la subsiguiente inyección del cemento en el canal raquídeo. En otro paciente, con una fractura en la unión del cuerpo con el pedículo, se desarrolló un síndrome espinal anterior tras realizarle una cifoplastia por un abordaje extrapedicular inferior (Garfin 2006).

### 1.8.3.2.5. Fracturas vertebrales de niveles vecinos post VP o CP

Se ha debatido mucho en la literatura sobre si la introducción de P MMA en una vértebra aumenta o no el riesgo de padecer nuevas fracturas en los niveles vecinos o a distancia. Hay publicaciones en ambos sentidos.

La introducción de cemento intravertebral aumenta la rigidez y fuerza estructural de la vértebra. Esto conlleva un aumento de la presión sobre el núcleo pulposo adyacente y la modificación de las fuerzas que actúan sobre las plataformas vertebrales de la vértebra adyacente no tratada. Esto teóricamente puede promover el desarrollo de fracturas en los cuerpos vertebrales adyacentes (Polikeit 2003).

Otros factores que se han considerado favorecedores del desarrollo de fracturas en los cuerpos vertebrales adyacentes son la fuga de cemento al disco intravertebral (Lin 2004), la localización toracolumbar y el mayor grado de recuperación de la altura del cuerpo vertebral (Kim 2006).

Otros autores, sin embargo, piensan que no existe mayor riesgo de nuevas fracturas por el empleo de estas técnicas, si no que el desarrollo de nuevas fracturas es la progresión normal de la enfermedad osteoporótica (Davis 1999). Otros además lo consideran un factor protector para nuevas fracturas pues la corrección de la deformidad cifótica contribuiría a disminuir las cargas en las plataformas vertebrales y reduciría teóricamente el riesgo de nuevas fracturas (Rohlmann 2006).

Hulme y cols. en una revisión sistemática de 69 estudios clínicos encuentran una tasa de refracturas tras vertebroplastia y cifoplastia superior a la población normal osteoporótica pero la misma tasa de refracturas que los pacientes que ya han tenido una fractura vertebral no tratada con ninguna de éstas técnicas (Hulme 2006).

En un estudio que incluía 25 pacientes con osteoporosis primaria (puntuación media T-Score de -3.1) y secundaria evaluados cuatro años tras la vertebroplastia, Grados y cols. hallaron que se produjo al menos una fractura vertebral en la proximidad de la vértebra cementada en trece pacientes (52%). En otro estudio, 23% (3) de 13 pacientes sometidos a vertebroplastia sufrieron fracturas vertebrales adicionales en un periodo de cinco años, siendo en dos de estos pacientes las fracturas adyacentes a la vértebra tratada (Grados 2000).

En un estudio de 115 pacientes con cifoplastia, Harrop y cols. publicaron que un 19% (22) tuvieron nuevas fracturas por compresión en los diez meses siguientes al

procedimiento. Dentro de este grupo, el 9% (7) de 80 pacientes con osteoporosis primaria y el 43% (15) de los 35 pacientes con osteoporosis secundaria a corticoides tuvieron nuevas fracturas en el periodo de seguimiento (Harrop 2002).

Hyde y cols. informaron de una prevalencia del 30% (20 de 66) de nuevas fracturas en un periodo de nueve meses tras la cifoplastia. Las fracturas nuevas eran más probables en pacientes que tenían más de una fractura previamente (Hyde 2003).

Katzman halló fracturas en niveles adyacentes en un 5% (2) de 42 pacientes sometidos a vertebroplastia y en un 5% (4) de 82 pacientes con cifoplastia. Ninguno de los dos procedimientos tuvo efectos adversos sobre la tasa de refracturas en comparación con el grupo de control (Katzman 2003).

La mayoría de autores coinciden al señalar que la historia natural de las fracturas vertebrales osteoporóticas por compresión sugiere que las personas que sufren una fractura vertebral tienen un riesgo mayor de sufrir una segunda fractura y aquellas que tienen dos o más fracturas tienen exponencialmente más riesgo de tener nuevas lesiones similares en el siguiente año. De todas formas muchas de estas fracturas pueden ser asintomáticas.

No está claro si la inyección de cemento y la rigidez anómala del cuerpo vertebral que sigue tanto a la vertebroplastia como a la cifoplastia incrementan la probabilidad de fracturas en niveles adyacentes. Debido a la falta de seguimiento a largo plazo y al pequeño número de pacientes que incluye la mayoría de las series, no es posible determinar si uno de estos procedimientos tiene ventajas sobre el otro a este respecto ni si ambos sobrepasan en riesgo a la evolución natural de un paciente osteoporótico que ya ha sufrido una primera fractura vertebral.

Teniendo en cuenta este riesgo potencial de refracturas de niveles vecinos, bien por las técnicas en sí o bien por la evolución natural, algunos autores sugirieron la posibilidad de realizar VP/CP profilácticas de los niveles cercanos. Estudios posteriores han demostrado que no están indicados dichos procedimientos preventivos (Becker 2007).

#### **1.8.4. SUBGRUPO DE FRACTURAS POR INSUFICIENCIA**

En el paciente con fractura vertebral de características osteoporóticas es imprescindible considerar el propio estado osteoporótico además de la fractura, pues en muchos casos dichos pacientes presentan como primer signo de su enfermedad

una fractura vertebral. Si somos el primer médico que asiste a uno de estos pacientes deberemos diagnosticar y tratar la osteoporosis si la hubiere o derivar al paciente a las unidades de osteoporosis de nuestro centro hospitalario o de nuestro distrito sanitario.

La mejor profilaxis de la osteoporosis consiste en la obtención de un pico de masa ósea óptimo antes de llegar a la vida adulta y en la preservación de la masa ósea posteriormente. El ejercicio y un estilo de vida activo en combinación con una nutrición apropiada son medidas adecuadas de prevención para la mayoría de los individuos. La falta de ejercicio, una mala nutrición y el abuso de alcohol y tabaco pueden contribuir a la pérdida ósea en la vida adulta. Es necesaria una monitorización estricta de la salud ósea en individuos con estados asociados a osteoporosis secundaria. Las indicaciones para la utilización de la terapia hormonal sustitutiva en mujeres menopáusicas son muy limitadas, pues sus beneficios en términos de masa ósea se ven superados por los riesgos de problemas cardiovasculares y cáncer de mama (Heaney 1992).

Ciertas actuaciones no médicas pueden jugar un papel en la prevención de fracturas osteoporóticas del anciano. Las estrategias para prevenir caídas incluyen ejercicios con levantamiento de pesos ligeros y el entrenamiento propioceptivo mediante ejercicios de estiramiento suaves. El Tai chi chuan y otros programas de entrenamiento del equilibrio se han asociado con una reducción del riesgo de caídas de un 40%. Simples modificaciones del entorno y un uso apropiado de medios de asistencia y calzado pueden representar grandes diferencias en la salud global de los pacientes ancianos (Kröger 2004, Leblanc 1990, Woolf 2003).

La gran mayoría de los productos farmacológicos utilizados en el tratamiento de la osteoporosis actúan previniendo la reabsorción del hueso. Los utilizados con más frecuencia son los bifosfonatos, alendronato y risendronato, que se unen a los cristales de hidroxapatita de las superficies óseas inhibiendo su reabsorción. Ambos son seguros y generalmente bien tolerados y actualmente es tan disponibles en dosis semanales; en la actualidad existen otros antirreabsortivos con pautas de administración más separadas en el tiempo (ibandronato). El Raloxifeno es un modulador selectivo del receptor de estrógenos que inhibe la reabsorción ósea y que puede estar particularmente indicado en mujeres con un riesgo aumentado de cáncer de mama o con enfermedad coronaria. La calcitonina previene la reabsorción ósea mediada por osteoclastos y además puede tener un efecto analgésico. Se administra como pulverizador nasal y generalmente se utiliza en pacientes que no toleran los bifosfonatos orales y en aquellos con fracturas agudas por la analgesia que produce.

El fármaco más recientemente aprobado para el tratamiento de la osteoporosis es la teriparatida, los primeros treinta y cuatro aminoácidos de la hormona paratiroidea humana. A diferencia de sus predecesores, la teriparatida actúa por estimulación de la formación ósea. Se administra mediante una inyección subcutánea diaria. Todos ellos deberían administrarse junto a suplementos de calcio y vitamina D3 (Harris 1999, Roux 2008, Neer 2001).

Todos los agentes farmacológicos arriba citados incrementan la densidad mineral ósea. La incidencia de fracturas vertebrales se reduce tras un tratamiento continuado con cualquiera de estos fármacos. Es probable que su efecto protector frente a las fracturas comience tan precozmente como seis meses tras el inicio del tratamiento con los fármacos antirresorptivos y que se mantenga durante al menos los tres o cuatro primeros años de tratamiento. Nuevos estudios controlados con placebo pueden ayudar a determinar si la disminución en la incidencia de fracturas vertebrales se mantiene a largo plazo (Maricic 2002, Marshall 1996).

Paralelamente a este tratamiento médico de la osteoporosis, tratamos la FVO con reposo, ortesis, medicación analgésica-antiinflamatoria, mio-relajantes y fisioterapia.

Cuando uno de estos pacientes presenta fracturas refractarias a dicho tratamiento conservador habitual es cuando debemos considerar estos tratamientos mínimamente invasivos como la CP y la VP (Peh 2002, Phillips 2003) (Fig.1.26.)

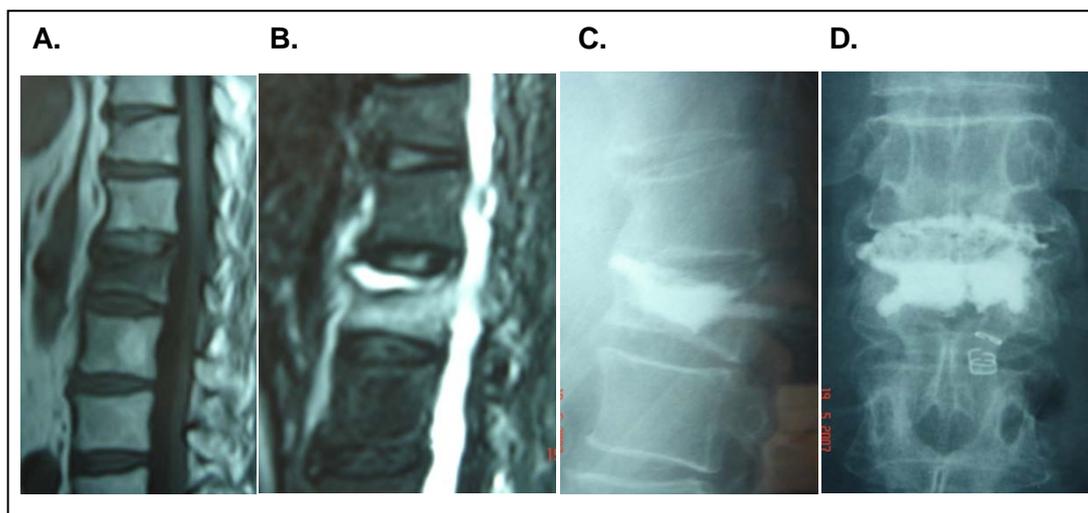


Fig. 1.26. Varón de 76 años que presenta una fractura de L1. Se inicia tratamiento médico-ortopédico que no da resultado y a los 3 meses de la lesión tiene un dolor grave (EAV: 10p) con gran impotencia funcional que le dificulta incluso para la deambulaci3n. Se realiza CP percutánea y el paciente mejora espectacularmente a las 24 horas con una EAV de 2 puntos que se mantiene al final del seguimiento. **CyB:** RM T1 y T2. **C.yD:** CP L1 con PMMA.

## 1.9. RESUMEN DE LA INTRODUCCIÓN

La vertebroplastia y la cifoplastia se indican, sobre todo, en fracturas vertebrales de origen osteoporótico o tumoral aunque también se pueden indicar en fracturas de pacientes más jóvenes con lesiones de alta energía.

Las fracturas vertebrales adquieren aún más importancia sanitaria a medida que la población envejece. Las FVO constituyen un indicador clínico de una densidad mineral ósea reducida y se producen en un grupo de edad que a menudo tiene problemas médicos subyacentes. Afortunadamente, la mayoría de estas fracturas son asintomáticas y precisan de un tratamiento mínimo o no requieren tratamiento alguno. Sin embargo, el tratamiento de los pacientes con fracturas dolorosas puede ser muy difícil. El reposo, las ortesis y el tratamiento farmacológico ayudan en algún grado, reservándose generalmente la estabilización quirúrgica a aquellos pacientes con un déficit neurológico potencial o real o cuando fracasa el tratamiento conservador.

Una vez identificada la fractura vertebral como posible causa de la clínica del paciente, evaluamos si ha realizado un correcto tratamiento conservador, pues en la mayoría de los casos (en el grupo de osteoporosis) éste suele ser suficiente sin tener que llegar a la intervención (cifoplastia o vertebroplastia). Si se ha realizado un correcto tratamiento médico-ortopédico-rehabilitador (generalmente de 1 a 3 meses) y el paciente sigue padeciendo una clínica dolorosa considerable indicamos uno de estos tratamientos.

En ese momento explicamos al paciente que disponemos de una alternativa que puede mejorar su sintomatología y explicamos los riesgos y beneficios esperados de la técnica en su caso concreto. Es muy importante hablar detenidamente con el paciente y su familia del procedimiento antes de indicar ningún tipo de actuación; explicarle los riesgos posibles y los beneficios esperados, así como los pormenores de la técnica quirúrgica. Esta actuación no difiere de la empleada con cualquier otro tipo de cirugía o técnica diagnóstico-terapéutica invasiva.

La vertebroplastia y la cifoplastia proporcionan un soporte interno del cuerpo vertebral con polimetilmetacrilato, lo cual ayuda a aliviar el dolor causado por estas fracturas. Las complicaciones de estos procedimientos pueden evitarse con una técnica adecuada y con la utilización apropiada del intensificador de imagen. Con estas técnicas se ha comunicado un excelente alivio del dolor a corto y medio plazo, pero su eficacia a largo plazo aún no está clara (Massala 2009).

El reestablecimiento de la altura del cuerpo vertebral fracturado para reducir la morbilidad asociada a estas fracturas es un concepto atractivo. La altura se recupera colocando al paciente en extensión o utilizando un globo hinchable. No está claro el grado en que estos tratamientos contribuyen a la recuperación de la altura, pero es evidente que la probabilidad de recuperar la altura disminuye con el tiempo transcurrido desde la lesión. Es necesaria más información para determinar si estos procedimientos ayudan a reducir la morbilidad y la mortalidad a largo plazo y los efectos de la cronicidad de la fractura sobre los resultados.

La inyección de polimetilmetacrilato altera las propiedades mecánicas del cuerpo vertebral y volúmenes mayores de cemento pueden alterar estas propiedades aún más. Es posible que el cemento inyectado aumente las cargas sobre los niveles adyacentes y de esta forma aumente la probabilidad de fracturas a estos niveles. El eventual desarrollo de cementos óseos con propiedades mecánicas similares a las del hueso y que demuestren una biocompatibilidad a largo plazo puede ser una solución aún mejor (Belkoff 2002).

## **2. HIPÓTESIS DE TRABAJO**

## 2. HIPÓTESIS DE TRABAJO

Las hipótesis del presente trabajo son las siguientes:

1. La vertebroplastia y la cifoplastia percutáneas son un tratamiento eficaz para pacientes con fracturas vertebrales de causa osteoporótica y tumoral.
2. La vertebroplastia y la cifoplastia percutáneas producen resultados similares a corto y largo plazo en el tratamiento del dolor y en la mejoría del estado funcional de los pacientes con fracturas vertebrales osteoporóticas y tumorales.
3. La cifoplastia puede ser una opción terapéutica en el tratamiento de las fracturas vertebrales agudas tras traumatismos de alta energía, incluso en pacientes jóvenes.
4. Deben existir factores anatómicos implicados en la mejoría del dolor y funcional en los pacientes tratados mediante vertebroplastia y cifoplastia.
5. La vertebroplastia puede tener resultados diferentes a la cifoplastia en el tratamiento de fracturas vertebrales.

# 3. OBJETIVOS

### 3. OBJETIVOS

#### OBJETIVO PRINCIPAL:

1. Demostrar la efectividad de la vertebroplastia y cifoplastia percutánea en el tratamiento de las fracturas vertebrales osteoporóticas y tumorales.

#### OBJETIVOS SECUNDARIOS:

1. Comparar la efectividad de la vertebroplastia y de la cifoplastia percutáneas en el tratamiento del dolor vertebral secundario a fractura vertebral osteoporótica y tumoral.
2. Demostrar la efectividad de la cifoplastia en el tratamiento de determinadas fracturas traumáticas de alta energía en pacientes jóvenes.
3. Determinar los factores anatómicos implicados en la mejoría del dolor y en la recuperación funcional en aquellos pacientes tratados mediante vertebroplastia y cifoplastia.

# 4. MATERIAL Y MÉTODOS

## 4. MATERIAL Y MÉTODOS

### 4.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

Se realiza un estudio de cohortes prospectivo sin asignación aleatoria, formado por todos los pacientes atendidos durante los años 2005 a 2007 en el Hospital de Rehabilitación y Traumatología de Granada (perteneciente al Hospital Universitario Virgen de las Nieves) por presentar fracturas y/o lesiones vertebrales en los que se indicó una cementación percutánea. Se clasifican en dos grupos de pacientes según la técnica de cementación empleada, la vertebroplastia o la cifoplastia (Fig 4.1.).



Fig. 4.1. Fotografía de los 3 centros hospitalarios que componen en Complejo Sanitario Virgen de las Nieves de Granada. (Cortesía de D. Manuel Árbol. Servicio de Reprografía HUVN)

Este trabajo se considera una aproximación inicial a la valoración de la utilidad de ambas técnicas en el tratamiento de las fracturas vertebrales. La asignación a cada uno de los grupos se ha hecho en base a los criterios descritos en la literatura, con aquellos pacientes con fracturas más recientes y menor número de vértebras afectadas asignados al grupo de la cifoplastia y los pacientes con fracturas más antiguas y mayor número de niveles asignados al grupo de la vertebroplastia.

El conocimiento adquirido en este trabajo pretende ser la base de investigaciones posteriores.

El estudio ha sido sometido al Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitario Virgen de las Nieves de Granada, siendo favorable su valoración.

## 4.2 PACIENTES

Se incluyen un total de 100 pacientes, 50 tratados mediante vertebroplastia y 50 mediante cifoplastia que, tras informarles sobre las diferentes alternativas terapéuticas, estaban de acuerdo en realizarse una de las nuevas técnicas propuestas.

A los pacientes se les suministra y explica los siguientes documentos:

- a. Hoja informativa de la vertebroplastia y cifoplastia (Tabla 4.1)
- b. Documento de Consentimiento informado para la intervención quirúrgica (Tabla 4.2)
- c. Documento de Consentimiento informado para formar parte del estudio. (Tabla 4.3)

<u>INFORMACIÓN SOBRE VERTEBROPLASTIA/CIFOPLASTIA PERCUTÁNEA</u>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El propósito principal de la intervención consiste en estabilizar y evitar la progresión de la deformidad de la/las vértebra/s lesionada/s, ya que ésta puede producir dolor, discapacidad, insuficiencia cardiopulmonar, paraplegia y muerte prematura.</li> <li>2. La intervención puede precisar de anestesia, que será valorada por el servicio de anestesia.</li> <li>3. La vertebroplastia percutánea es un procedimiento terapéutico que consiste en la inyección de un polímero acrílico (cemento óseo) dentro del cuerpo vertebral parcialmente colapsado con el objeto de aliviar el dolor y proporcionar estabilidad. La cifoplastia crea una cavidad previamente mediante en inflado de un balón intravertebral.</li> <li>4. Toda intervención quirúrgica, tanto por la propia técnica operatoria, como por la situación vital de cada paciente (diabetes, cardiopatía, hipertensión, edad avanzada, anemia, obesidad..) lleva implícitas una serie de complicaciones comunes y potencialmente serias que podrán requerir tratamientos complementarios, tanto médicos como quirúrgicos, así como un mínimo porcentaje de mortalidad.</li> <li>5. Las <u>complicaciones</u> de la intervención quirúrgica para VERTEBROPLASTIA/CIFOPLASTIA PERCUTÁNEA, pueden ser:            Persistencia de dolor y limitación, lesión vascular (hemorragias y hematomas), fracturas de elementos vertebrales posteriores o de los pedículos, fractura costales.            Fiebre tras la inyección, infección y sepsis.            Fuga de cemento hacia los espacios epidurales o paravertebrales. Paso de cemento hacia el sistema venoso con embolización en el sistema pulmonar. Secuelas neurológicas (para o tetraplegia) que puede ser irreversibles por lesión de la médula espinal o nervios en las maniobras del acto quirúrgico. Contracturas musculares. Complicaciones propias de la enfermedad y muerte.            Cualquiera de estas complicaciones puede requerir tratamiento médico, ortopédico, y/o rehabilitador y, en algunas ocasiones, puede ser necesaria una segunda intervención.</li> <li>6. Como tratamientos alternativos a la técnica indicada se encuentran los analgésicos antiinflamatorios, las ortesis externas, el reposo, el tratamiento rehabilitador y la cirugía abierta, a lo que se puede añadir la quimioterapia, la radioterapia y la inmunoterapia en el caso de lesiones tumorales. En ambos casos siempre existe la abstención terapéutica. Todos estos tratamientos tienen unas indicaciones precisas y no están libres de posibles complicaciones.</li> </ol>	

Tabla 4.1. Hoja informativa que se entrega al paciente que va a ser sometido a una cifoplastia o a una vertebroplastia percutánea.

**DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO  
PARA VERTEBROPLASTIA/CIFOPLASTIA PERCUTÁNEA**

Nº Historia: .....

D/Dña:.....

de ..... años de edad, con domicilio en .....

y D.N.I nº .....en calidad de .....

Certifico que el Dr./Dra: ..... me ha explicado que es conveniente proceder, en mi situación, a una VERTEBROPLASTIA/CIFOPLASTIA PERCUTÁNEA:

1. El propósito principal de la intervención consiste en estabilizar y evitar la progresión de la deformidad de la/las vértebra/s lesionada/s, ya que ésta puede producir dolor, discapacidad, insuficiencia cardiopulmonar, paraplegia y muerte prematura.
2. La intervención puede precisar de anestesia, que será valorada por el servicio de anestesia.
3. La vertebroplastia percutánea es un procedimiento terapéutico que consiste en la inyección de un polímero acrílico (cemento óseo) dentro del cuerpo vertebral parcialmente colapsado con el objeto de aliviar el dolor y proporcionar estabilidad. La cifoplastia crea una cavidad previamente en la vértebra con un balón.
4. Toda intervención quirúrgica, tanto por la propia técnica operatoria, como por la situación vital de cada paciente (diabetes, cardiopatía, hipertensión, edad avanzada, anemia, obesidad..) lleva implícitas una serie de complicaciones comunes y potencialmente serias que podrán requerir tratamientos complementarios, tanto médicos como quirúrgicos, así como un mínimo porcentaje de mortalidad.
5. Las complicaciones de la intervención quirúrgica pueden ser:
  1. Persistencia de dolor y limitación, lesión vascular (hemorragias y hematomas), fracturas de elementos vertebrales posteriores o de los pedículos, fractura costales.
  2. Fiebre tras la inyección, infección y sepsis.
  3. Fuga de cemento hacia los espacios epidurales o paravertebrales. Paso de cemento hacia el sistema venoso con embolización en el sistema pulmonar. Secuelas neurológicas (para o tetraplegia) que puede ser irreversibles por lesión de la médula espinal o nervios en las maniobras del acto quirúrgico. Contracturas musculares. Complicaciones propias de la enfermedad y muerte.
  4. Cualquiera de estas complicaciones puede requerir tratamiento médico, ortopédico, y/o rehabilitador y, en algunas ocasiones, puede ser necesaria una segunda intervención.
  5. Si en el momento del acto quirúrgico surgiera algún imprevisto, el equipo médico podrá variar la técnica quirúrgica programada.
  6. Como tratamientos alternativos a la técnica indicada se encuentran los analgésicos-antiinflamatorios, las ortesis externas, el reposo, el tratamiento rehabilitador y la cirugía abierta, a lo que se puede añadir la quimioterapia, la radioterapia y la inmunoterapia en el caso de lesiones tumorales. En ambos casos siempre existe la abstención terapéutica. Todos estos tratamientos tienen unas indicaciones precisas y no están libres de posibles complicaciones.

Tras leer esto expreso que:

1. He comprendido las explicaciones que se me han facilitado en un lenguaje claro y sencillo, y el facultativo que me ha atendido me ha permitido realizar todas las observaciones y me ha aclarado todas las dudas que le he planteado.
2. También comprendo que, en cualquier momento y sin necesidad de dar ninguna explicación puedo revocar el consentimiento que ahora presto.
3. Por ello, manifiesto que estoy satisfecho con la información recibida y que comprendo las ventajas y los riesgos del tratamiento.

Y en tales condiciones,

**CONSIENTO** que se me realice una VERTEBROPLASTIA / CIFOPLASTIA PERCUTÁNEA.

**CONSIENTO** que mis datos clínicos y radiológicos puedan ser utilizados para el desarrollo de un estudio clínico.

En .....a .....de.....de 200 ,

Fdo.: El/La Médico

Fdo.: El Paciente

Tabla 4.2. Consentimiento informado de los pacientes sometidos a vertebroplastia y cifoplastia.

**DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO  
PARA FORMAR PARTE DE UN ESTUDIO CLÍNICO SOBRE LA  
VERTEBROPLASTIA/CIFOPLASTIA PERCUTÁNEA**



Título del Estudio:

**“VERTEBROPLASTIA Y CIFOPLASTIA PERCUTÁNEAS  
EN EL TRATAMIENTO DEL DOLOR RAQUÍDEO  
MOTIVADO POR FRACTURAS VERTEBRALES”**

Yo, .....

- He leído la hoja de información que se me ha entregado
- He podido hacer preguntas sobre el estudio
- He hablado con el Dr. ....
- Comprendo que mi participación es voluntaria
- Comprendo que puedo retirarme del estudio cuando quiera, sin tener que dar explicaciones y sin que esto repercuta en mis cuidados médicos

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio, en el que voy a formar parte del grupo en el que se va a realizar una ..... percutánea.

En .....a .....de.....de 20 ,

Fdo.: El Participante

Tabla 4.3. Documento de Consentimiento informado para formar parte de un estudio sobre el tratamiento de fracturas vertebrales con cifoplastia o vertebroplastia

### 4.3 VARIABLES A ESTUDIAR

#### 4.3.1. VARIABLES DEPENDIENTES

##### 4.3.1.1. Dolor

Medimos la evolución del dolor como variable continua expresada en puntos. Se cuantifica antes del procedimiento y después del mismo, al mes, a los 6 meses y al año.

Para su medición usamos la Escala analógico visual (EVA) (Fig 4.1.). Adquiere un valor entre 0 y 10, siendo 0 la ausencia de dolor y 10 el peor dolor posible.

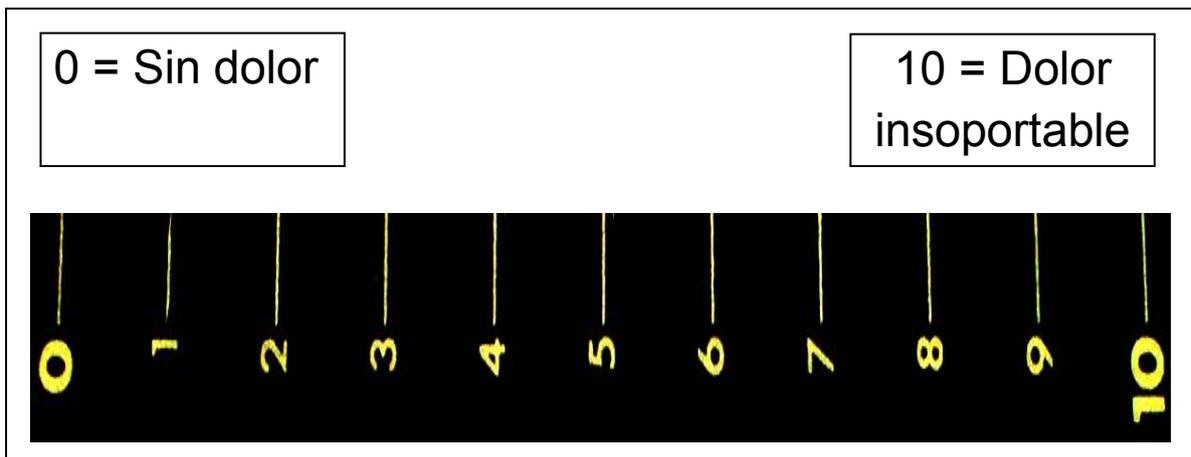


Fig. 4.2. Escala analógico visual (EVA)

#### 4.3.1.2. Capacidad funcional

Medimos la capacidad funcional como variable continua expresada en puntos. Se cuantifica antes del procedimiento y después del mismo, al mes, a los 6 meses y al año.

Para su medición usamos el índice de discapacidad de Oswestry (IDO). Dicho índice está formado por 10 ítems, cada uno valorado de 0 a 5, con un intervalo de valor global entre 0 y 50, indicando el 0 el mejor estado de salud y la máxima puntuación la mayor incapacidad posible. Se ha valorado independientemente cada ítem y el Oswestry global, resultado de la suma de todos ellos. Los ítems vienen recogidos en la tabla 4.4.

Como el apartado de actividad sexual no pudo ser cumplimentado en pacientes de edad avanzada, para el cálculo del Oswestry global se le asignó el valor de la media de los otros 9 ítems.

<b>NOMBRE:</b>		<b>FECHA:</b>		
<b>HAGA UN CIRCULO SOBRE COMO VALORA SU DOLOR DEL 0 AL 10</b>				
<b>NO DOLOR</b>		<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;"> <b>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10</b> </div>	<b>MÁXIMO DOLOR</b>	
<b>PONGA UNA CRUZ EN LA SITUACION QUE MAS SE PAREZCA A LA SUYA</b>				
<b>1.INTENSIDAD DEL DOLOR</b> •(0) Puedo soportar el dolor sin necesidad de tomar calmantes •(1) El dolor es fuerte pero me arreglo sin tomar calmantes •(2) Los calmantes me alivian completamente el dolor •(3) Los calmantes me alivian un poco el dolor •(4) Los calmantes apenas me alivian el dolor •(5) Los calmantes no me alivian el dolor y no los tomo		<b>6. ACTIVIDAD SEXUAL</b> (0) Mi actividad sexual es normal y no me aumenta el dolor (1) Mi actividad sexual es normal pero me aumenta el dolor (2) Mi actividad sexual es casi normal pero me aumenta mucho el dolor (3) Mi actividad sexual se ha visto muy limitada a causa del dolor (4) Mi actividad sexual es casi nula a causa del dolor (5) El dolor me impide todo tipo de actividad sexual		
<b>2.ESTAR DE PIE</b> •(0) Puedo estar de pie tanto tiempo como quiera sin que me aumente el dolor •(1) Puedo estar de pie tanto tiempo como quiera pero me aumenta el dolor •(2) El dolor me impide estar de pie más de una hora •(3) El dolor me impide estar de pie más de media hora •(4) El dolor me impide estar de pie más de 10 minutos •(5) El dolor me impide estar de pie		<b>7.ANDAR</b> •(0) El dolor no me impide andar •(1) El dolor me impide andar más de un kilómetro •(2) El dolor me impide andar más de 500 metros •(3) El dolor me impide andar más de 250 metros •(4) Sólo puedo andar con bastón o muletas •(5) Permanezco en la cama casi todo el tiempo y tengo que ir a rastras al baño		
<b>3.CUIDADOS PERSONALES</b> •(0) Me las puedo arreglar solo sin que me aumente el dolor •(1) Me las puedo arreglar solo pero esto me aumenta el dolor •(2) Lavarme, vestirme, etc, me produce dolor y tengo que hacerlo despacio. •(3) Necesito alguna ayuda pero consigo hacer la mayoría de las cosas yo solo •(4) Necesito ayuda para hacer la mayoría de las cosas •(5) No puedo vestirme, me cuesta lavarme y suelo quedarme en la cama		<b>•8.VIDA SOCIAL</b> •(0) Mi vida social es normal y no me aumenta el dolor •(1) Mi vida social es normal pero me aumenta el dolor •(2) El dolor no tiene un efecto importante en mi vida social, pero si impide mis actividades más enérgicas como bailar, etc. •(3) El dolor ha limitado mi vida social y no salgo tan a menudo •(4) El dolor ha limitado mi vida social al hogar (5) No tengo vida social a causa del dolor		
<b>4.DORMIR</b> •(0) El dolor no me impide dormir bien •(1) Sólo puedo dormir si tomo pastillas •(2) Incluso tomando pastillas duermo menos de 6 horas •(3) Incluso tomando pastillas duermo menos de 4 horas •(4) Incluso tomando pastillas duermo menos de 2 horas •(5) El dolor me impide totalmente dormir		<b>9.ESTAR SENTADO</b> •(0) Puedo estar sentado en cualquier tipo de silla todo el tiempo que quiera •(1) Puedo estar sentado en mi silla favorita todo el tiempo que quiera •(2) El dolor me impide estar sentado más de una hora •(3) El dolor me impide estar sentado más de media hora •(4) El dolor me impide estar sentado más de 10 minutos (5) El dolor me impide estar sentado		
<b>5.LEVANTAR PESO</b> •(0) Puedo levantar objetos pesados sin que me aumente el dolor •(1) Puedo levantar objetos pesados pero me aumenta el dolor •(2) El dolor me impide levantar objetos pesados del suelo, pero puedo hacerlo si están en un sitio cómodo (ej. en una mesa) •(3) El dolor me impide levantar objetos pesados, pero sí puedo levantar objetos ligeros o medianos si están en un sitio cómodo •(4) Sólo puedo levantar objetos muy ligeros •(5) No puedo levantar ni elevar ningún objeto		<b>10.VIAJAR</b> •(0) Puedo viajar a cualquier sitio sin que me aumente el dolor •(1) Puedo viajar a cualquier sitio, pero me aumenta el dolor •(2) El dolor es fuerte pero aguanto viajes de más de 2 horas •(3) El dolor me limita a viajes de menos de una hora •(4) El dolor me limita a viajes cortos y necesarios de menos de media hora •(5) El dolor me impide viajar excepto para ir al médico o al hospital		

Tabla 4.4. Hoja que recoge la EAV y los 10 ítems que componen el índice de discapacidad de Oswestry (IDO).

#### 4.3.1.3. Opinión del paciente sobre el tratamiento recibido.

Se realizaron 2 cuestionarios con respecto a la satisfacción sobre el tratamiento recibido. Son los siguientes:

1. Opinión subjetiva del paciente sobre el tratamiento recibido. Variable categórica policotómica. 0: muy contento; 1: algo contento; 2: indiferente; 3: algo insatisfecho; 4: muy insatisfecho.
2. Deseo del paciente de repetición del procedimiento ante una nueva fractura. Variable categórica policotómica. 0: Sin duda; 1: Probablemente sí; 2: No estoy seguro; 3: Probablemente no; 4: No elegiría este tratamiento.

#### 4.3.1.4. Evolución recodificada.

Para el análisis multivariante la evolución se recodificó en 2 valores: 0: buena; 1: mala. Para la asignación en cada grupo, se sumó el valor numérico de la EVA y del IDO. Con 16 puntos o menos se consideró la evolución buena. Para valores mayores a 16 se consideró la evolución mala como se lleva a cabo en otros estudios (Kumar 2010).

### 4.3.2. VARIABLES INDEPENDIENTES

Como variables independientes se incluyen las siguientes:

#### 4.3.2.1. VARIABLES CLÍNICAS

- a) Edad: Variable continua discreta expresada en años.
- b) Sexo: Variable categórica dicotómica. 0: hombre; 1: mujer.
- c) Tiempo con clínica: Variable continua expresada en días.
- d) Escala analógico visual inicial. Variable continua discreta que mide el dolor entre 0 y 10 puntos.
- e) Enfermedad crónica de base: 0: no; 1: Una comorbilidad; 2: 2 o más comorbilidades
- f) Discapacidad inicial. Variable continua discreta que oscila entre 0 y 50 medida mediante el índice de Oswestry.
- g) Traumatismo. Variable categórica policotómica: 0: sin traumatismo; 1: leve; 2: severo. Para el análisis multivariante se recodificó en 2 grupos: 0: trauma leve o ausencia de traumatismo; 1: trauma severo.

#### 4.3.2.2. VARIABLES ANATÓMICAS

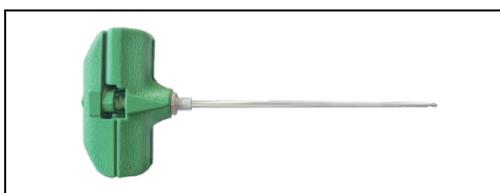
- a) Tipo de fractura: Variable categórica policotómica. 0: osteoporótica senil; 1: Otras causas de osteoporosis; 2: tumoral; 3: traumática.
- b) Gravedad de la fractura (Clasificación AO/Magerl): Variable categórica (A1,A2,A3 / B1,B2,B3 / C1,C2,C3).
- c) Altura vertebral anterior prequirúrgica. Variable continua expresada en mm.
- d) Altura vertebral anterior postquirúrgica. Variable continua expresada en mm
- e) Altura vertebral anterior al año. Variable continua expresada en mm
- f) Altura vertebral media prequirúrgica. Variable continua expresada en mm.
- g) Altura vertebral media postquirúrgica. Variable continua expresada en mm
- h) Altura vertebral media al año. Variable continua expresada en mm

#### 4.4. INSTRUMENTACIÓN Y MATERIAL EMPLEADO

##### 4.4.1. INSTRUMENTACIÓN PARA LA CIFOPLASTIA

El set básico de instrumentación para cifoplastia incluye los siguientes componentes:

- a) **Aguja de Jamshidi** (Fig 4.3.)



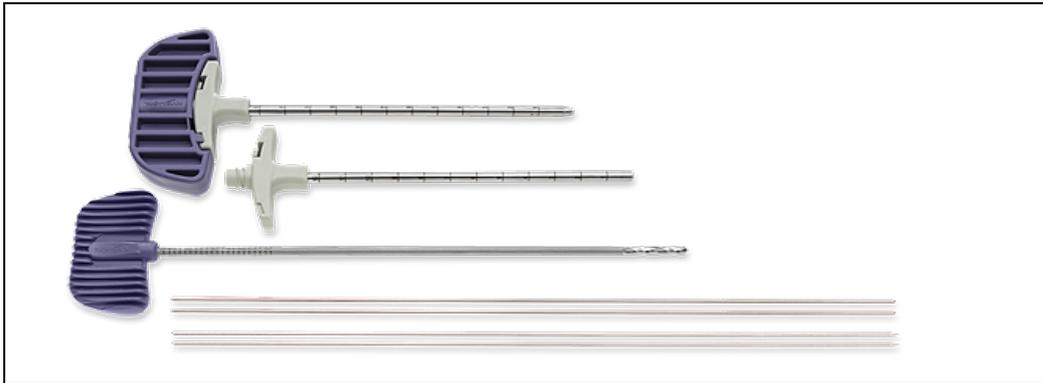
\*KYPHON® Cifoplastia con Balón



Fig 4.3.\* Aguja de Jamshidi

Con dicho dispositivo se localiza el pedículo bajo control de intensificador de imagen. Con un martillo lo introducimos por el mismo y avanzamos hasta el 1/3 posterior del cuerpo vertebral. Extraemos la parte interna e introducimos una aguja de kirschner con punta roma a través del mismo.

**b) Osteointroductor, broca y agujas de Kirschner romas (Fig 4.4.)**

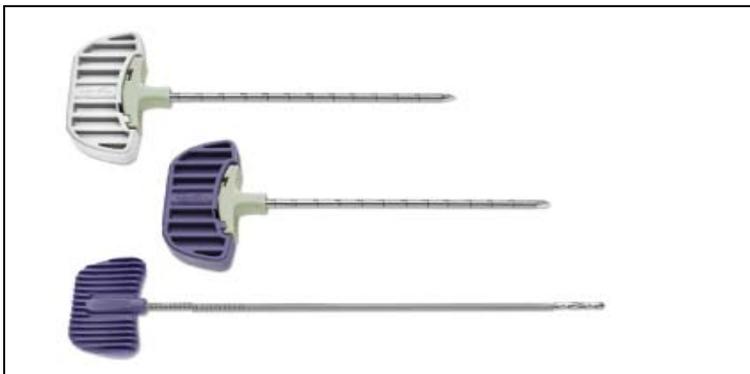


\*KYPHON® Cifoplastia con Balón  
MICHELSON TECHNOLOGY AT WORK

Fig. 4.4.\* Osteointroductor, broca y agujas de Kirschner de Kyphon

Con estos dispositivos vamos labrando un canal en la vértebra guiados por la aguja de kirschner introducida en el paso anterior. Se deja el osteointroductor como portal de trabajo.

**c) Set de osteointroducción en un paso “ONE STEP” (Fig 4.5.)**

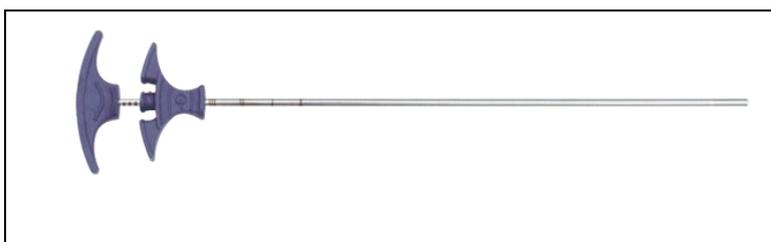


\*KYPHON® Cifoplastia con Balón  
MICHELSON TECHNOLOGY AT WORK

Fig 4.5.\* Set de osteointroducción en un paso “ONE STEP”

Este dispositivo permite obviar el paso de la aguja de Jamshidi ahorrando algún tiempo de radiación.

**d) Bone Filler (Fig 4.6.)**



\*KYPHON® Cifoplastia con Balón  
MICHELSON TECHNOLOGY AT WORK

Fig 4.6.\* Bone Filler

Este instrumento se rellena de cemento y sirve para introducir el mismo en el hueso presionando manualmente con la baqueta interna.

e) **Set de biopsia** (Fig. 4.7.)

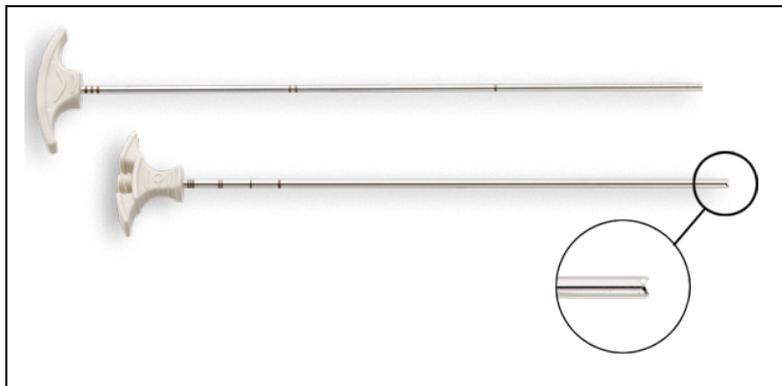


Fig 4.7.\* Set de biopsia

Dispositivo similar al Bone Filler pero con punta especialmente diseñada para la obtención de muestras anatómicas para su posterior análisis anatomopatológico y/o microbiológico.

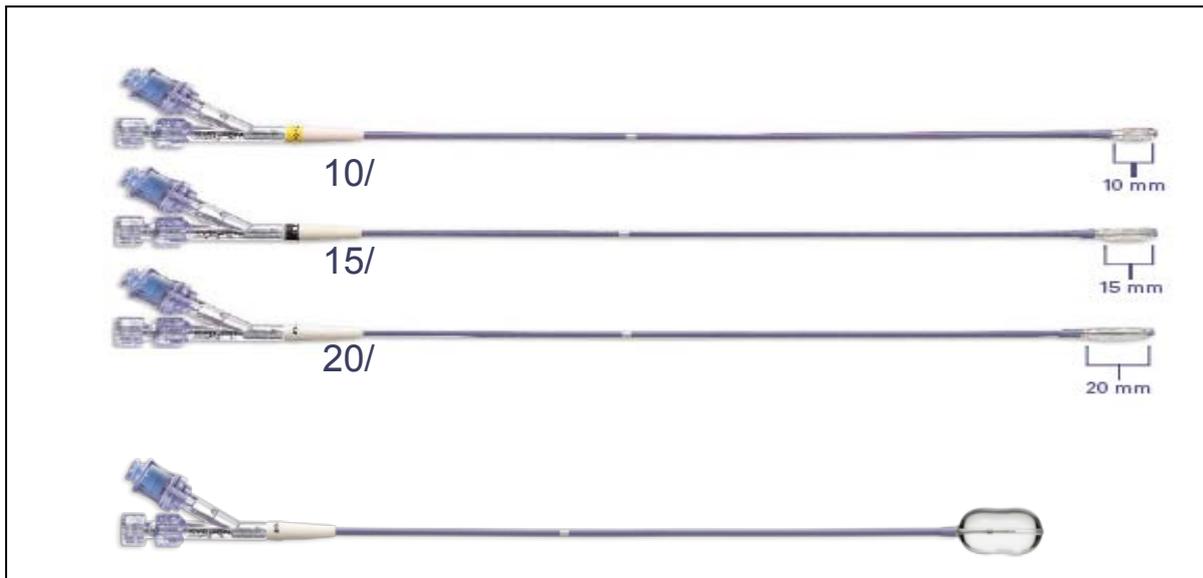
f) **Cureta** (Fig.4.8.)



Fig. 4.8.\* Cucharilla o cureta

Con este instrumento podemos labrar una cavidad mayor a la creada por el balón. Especialmente diseñada para casos en los que sea dificultoso el inflado del balón.

g) **Balón de cifoplastia** (disponible con 10, 15 y 20 mm de longitud) (Fig.4.9.)



\*KYPHON® Cifoplastia con Balón\*

Fig. 4.9.\* Balones de cifoplastia Kyphon

h) **Set mezclador del cemento** (Fig. 4.10.)



\*KYPHON® Cifoplastia con Balón\*

Fig. 4.10.\* Set mezclador de cemento

Conjunto de instrumentos que sirve para mezclar y transferir el cemento a los “bone filler”.

### i) Cemento óseo

Sobre con polvo de polimetilmetacrilato (PMMA) con 30% de sulfato de bario y ampolla de monómero líquido. (Fig. 4.11.)



\*KYPHON® Cifoplastia con Balón



Fig. 4.11.\* Cemento óseo

### j) Cemento biológico

Fosfato cálcico con estructura tridimensional similar a la hidroxiapatita. Tiene propiedades osteoconductoras; a diferencia del PMMA que se comporta como inerte desde el punto de vista biológico. (Fig 4.12.)



\*KYPHON® Cifoplastia con Balón



Fig 4.12.\* Botes con material osteoconductor Kyphos

#### 4.4.2 INSTRUMENTACIÓN PARA LA VERTEBROPLASTIA

##### a) **Agujas de vertebroplastia.** (Fig.4.13. A.B. y C.)

- Calibres de 10G, 13 G y 15 G.
- Longitudes de 100 y 150 cc.



Fig 4.13.A. Set de agujas de la casa comercial Grifols®

Dichas agujas se introducen en el pedículo vertebral y, a través de ellas, se lleva a cabo la introducción del cemento.

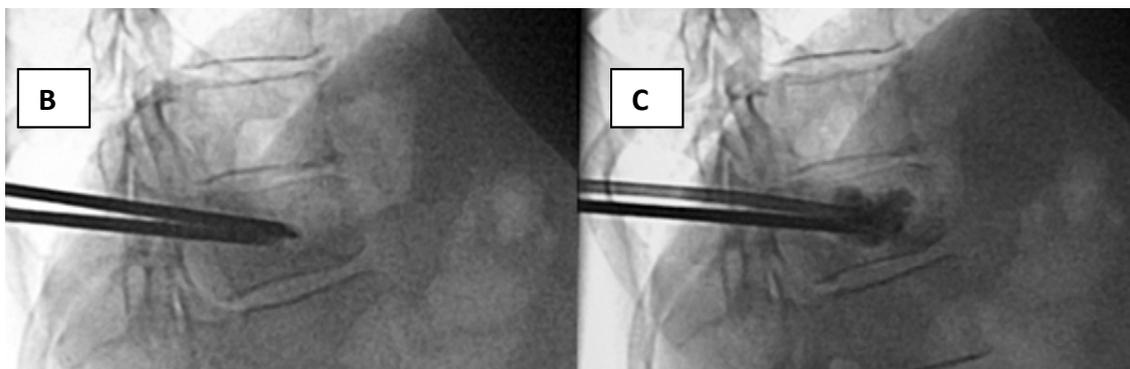


Fig 4.13. B y C. Agujas de VP introducidas en el cuerpo vertebral con posterior introducción del PMMA en uno de nuestros pacientes.

##### b) **Trefinas para biopsia de 14G y 15 G.** (Fig. 4.14.)



Fig 4.14. Dispositivos que usamos para la obtención de muestras óseas o de scales para su posterior estudio anatomopatológico y/o microbiológico.

**c) Pistola para la introducción a presión del cemento acrílico. (Fig.4.15.)**



Fig 4.15. Pistola para la introducción del cemento en las agujas de vertebroplastia (Grifols®)

### 4.4.3 INSTRUMENTACIÓN EN EL ESTUDIO POR IMAGEN

**a) Doble arco de intensificadores de imágenes**

Es el método utilizado en quirófano por nuestro equipo de traumatólogos de la unidad de columna; con él llevamos a cabo las cifoplastias. (Fig. 4.16.)



Figura 4.16. Equipos de intensificadores de imágenes colocados de forma perpendicular que nos permite ver la proyección anteroposterior y lateral de manera simultánea. Con esta disposición se ahorra tiempo quirúrgico y exposición a radiación.

**b) Arco automatizado**

Es el usado en sala de angiografía (de la casa Siemens). (Fig 4.17.)



Fig 4.17. Arco automatizado de intensificador de imagen. Es el usado generalmente por los radiólogos intervencionistas de nuestro centro para realizar las vertebroplastias.

## 4.5 MÉTODOS

### 4.5.1 SELECCIÓN DE PACIENTES

Se realizó una selección consecutiva de los pacientes tratados por ambas técnicas desde el 1 de Enero de 2007 hasta completar la serie de 50 para cada grupo.

### 4.5.2 EVALUACIÓN CLÍNICA DE LOS PACIENTES

El estudio del paciente se inicia con la anamnesis. Hay que investigar en los antecedentes del paciente, sobre todo, en posibles causas de osteoporosis, además de la edad, para descartar que se trate de una osteoporosis secundaria (enfermedades renales, hiperparatiroidismo, toma de corticoides, etc.) que requiera un estudio posterior a la propia fractura vertebral (Tabla 4.5.).

<b>EVALUACION CLINICA DE PACIENTES CON SOSPECHA DE OSTEOPOROSIS</b>
<p><b>1.- Presencia de factores de alto riesgo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Déficit estrogénico:           <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menopausia precoz o temprana</li> <li>- Amenorrea secundaria prolongada</li> <li>- Hipogonadismo primario</li> <li>- Déficit androgénico en el hombre</li> </ul> </li> <li>❖ Terapia esteroideal crónica</li> <li>❖ Historia familiar materna de fracturas osteoporóticas</li> <li>❖ Bajo peso</li> <li>❖ Otros factores asociados a osteoporosis: hiperparatiroidismo primario, hipertiroidismo, síndrome de Cushing, anorexia nervosa, malabsorción intestinal, insuficiencia renal, trasplante renal o hepático, inmovilización prolongada.</li> <li>❖ Uso crónico de medicamentos que afectan negativamente el metabolismo óseo (hormonas tiroideas y anticonvulsivantes).</li> </ul> <p><b>2.- Evidencia radiológica de osteopenia o deformación vertebral.</b>  <b>3.- Fracturas osteoporóticas previas (cadera, muñeca, vértebras).</b>  <b>4.- Pérdida de estatura, cifosis dorsal.</b></p>

Tabla 4.5. Evaluación clínica de pacientes con sospecha de osteoporosis.

Debemos preguntar al paciente por la existencia de un traumatismo que haya motivado el cuadro doloroso (en el caso de fracturas osteoporóticas y/o tumorales el traumatismo puede ser mínimo o inexistente) y desde cuándo tiene los síntomas. Además se debe recoger las características del dolor (localización, ritmo, maniobras que lo empeoran o mejoran, etc.)

En cuanto a la exploración clínica, además de una exploración raquídea y general completa, es muy importante correlacionar los hallazgos radiológicos con la localización del dolor, pues es frecuente en este tipo de pacientes que existan otras fracturas osteoporóticas vertebrales a otros niveles que no estén produciendo clínica dolorosa en el momento actual y nos lleven a error a la hora de decidir el nivel a tratar. Para estos casos la resonancia nuclear magnética suele aportar información muy valiosa. A continuación se detallan las hojas de datos que se recogieron en cada paciente (Tabla 4.6.). Toda esta información se pasa a la base de datos del paquete estadístico SPSS.

<b>HOJA DE RECOGIDA DE DATOS PARA ESTUDIO DE VERTEBROPLASTIA/CIFOPLASTIA</b>	
<b>DATOS GENERALES</b>	
CÓDIGO PACIENTE:..... NOMBRE:.....	
N.Hª..... Tlf:..... EDAD:..... SEXO:.....	
PROFESIÓN:..... BAJA LABORAL: Si..... No..... Jubilado.....	
SERVICIO REFERENCIA:	
Trauma:..... Oncología:..... Reumatología..... U.Dolor:.....	
ENFERMEDAD CRONICA: Si..... No.....	
Cuáles: .....	
<b>DATOS DE LA LESION VERTEBRAL</b>	
OSTEOPOROSIS 1ª:..... OSTEOPOROSIS 2ª (Causa): .....	
LESIÓN TUMORAL(Tipo): .....	
ANTECEDENTE TRAUMATICO: No..... Leve..... Severo.....	
VÉRTEBRAS AFECTADAS (nº y Localización): .....	
TIPO DE FRACTURA (AO/Magerl):.....% ACUÑAMIENTO: .....	
TIEMPO CON DOLOR (días): .....	
TRATAMIENTOS PREVIOS y TIEMPO (Analgesia, Corsé, Reposo, QT, RT, etc.): .....	
ANALGÉSICO/s ACTUAL/es:.....FRECUENCIA/DIA: .....	
<b>DATOS DE LA VERTEBROPLASTIA/CIFOPLASTIA</b>	
FECHA VERTEBROPLASTIA: .....	
PROFILAXIS ATB:.....PROFILAXIS ANTITROMBÓTICA: .....	
TIPO ANESTESIA:	
Local:..... Local+Sedación:..... General:..... Raquídea:.....	
TÉCNICA EMPLEADA :	
Transpedicular .....	
Unilateral .....	
Casa Comercial Instrumental .....	
Casa Comercial Cemento.....	
Extrapedicular .....	
Bilateral .....	
Nº vértebras VP y localización: .....	
Volumen inyectado (cc): .....	
COMPLICACIONES inmediatas (Tipo,duración, tratamiento y evolución) :	
.....	
TIEMPO DE INGRESO (horas) : .....	
Escala Analógica Visual al Alta: .....	
COMPLICACIONES tardías (Tipo,duración, tratamiento y evolución) :	
.....	
A) Escala Analógica Visual (Ver fig. 4.1): Inicial, al alta, al mes, a los 6 meses y al año.	
B) Índice de Discapacidad de Oswestry (Ver tabla 4.2.): Inicial, al alta, al mes, a los 6 meses y al año.	

Tabla 4.6. Hoja de recogida de datos

### 4.5.3 ESTUDIO POR IMAGEN DE LOS PACIENTES

Tras la evaluación clínica realizamos el estudio radiológico simple en el que y a solemos detectar la existencia de fractura vertebral; en caso de dudas la TAC confirma el diagnóstico y el tipo de fractura; pero para saber con mayor seguridad si esa fractura es la que está provocando los síntomas dolorosos recurrimos a la RMN que debe mostrarnos un patrón de edema en caso de fracturas activas y un patrón de médula ósea normal en fracturas estables o consolidadas. Con estas pruebas se diagnostica la gran mayoría de los casos.

#### 4.5.4 CIFOPLASTIA. PROCEDIMIENTO.

Colocamos al paciente en decúbito prono para facilitar el abordaje pedicular bilateral. Solemos colocar unos apoyos esternales y pélvicos que facilitan una reducción postural de la deformidad en los casos relativamente recientes. La anestesia empleada es la general.

Colocamos dos intensificadores de imágenes ortogonales para ahorrar tiempo quirúrgico y radiaciones innecesarias a los participantes.

Antes del procedimiento localizamos el nivel lesivo con marcadores cutáneos radiopacos para dejar todo el campo preparado y sólo se dejan descubiertas las zonas de punción (10 cm<sup>2</sup> aproximadamente).

Es importante colocar los intensificadores de manera que veamos las vértebras perfectamente alineadas en las dos proyecciones. En la proyección anteroposterior debemos ver la apófisis espinosa centrada entre los pedículos, éstos proyectados sobre la mitad superior de la vértebra y los platillos vertebrales en una sola línea. En la proyección lateral debe verse la vértebra sin rotación, los pedículos superpuestos y los platillos vertebrales igualmente dibujados en una sola línea y paralelos entre sí. (Figura 4.18)

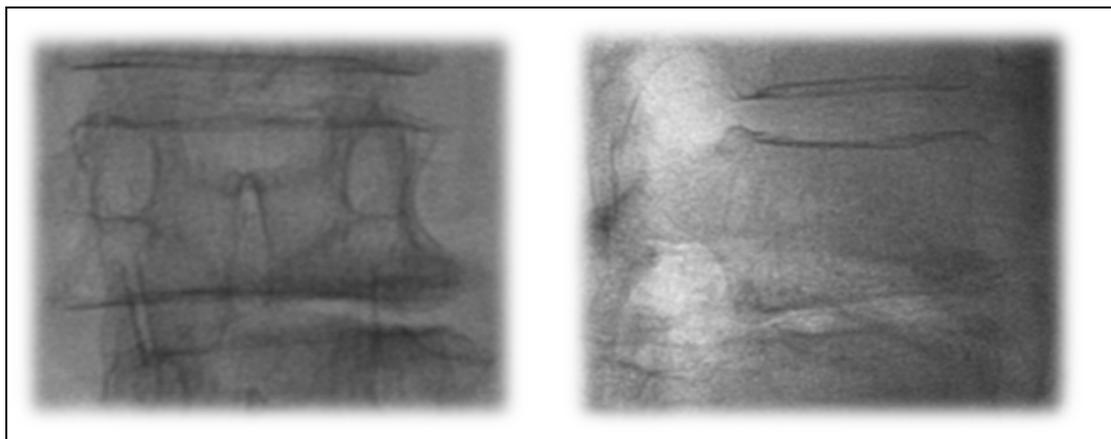
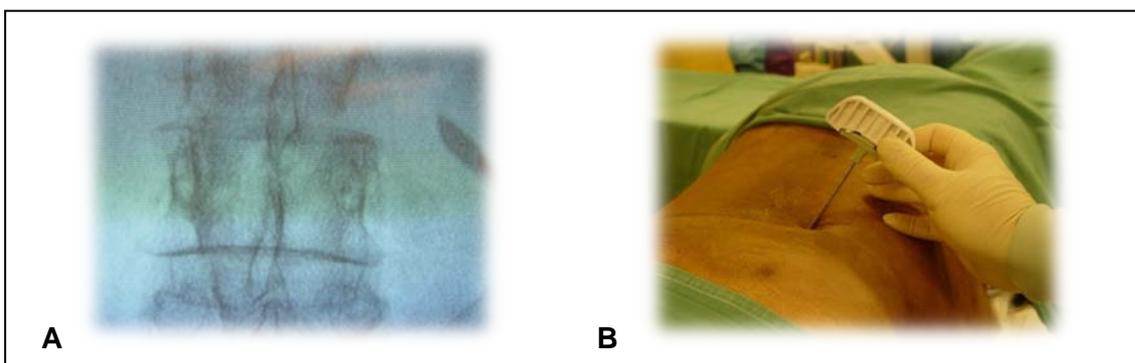


Fig. 4.18. Radiografía anteroposterior y lateral puras de la vértebra a tratar. Debe intentarse conseguir una imagen lo más correcta posible para minimizar el riesgo de lesionar estructuras neurovasculares vecinas.

### **Procedimiento transpedicular bilateral**

Es la usada en todos nuestros casos. El primer paso consiste en hacer una mini-incisión en la piel de 2-3 milímetros, 1 cm lateral a la cara externa de cada pedículo. (Fig 4.19.)

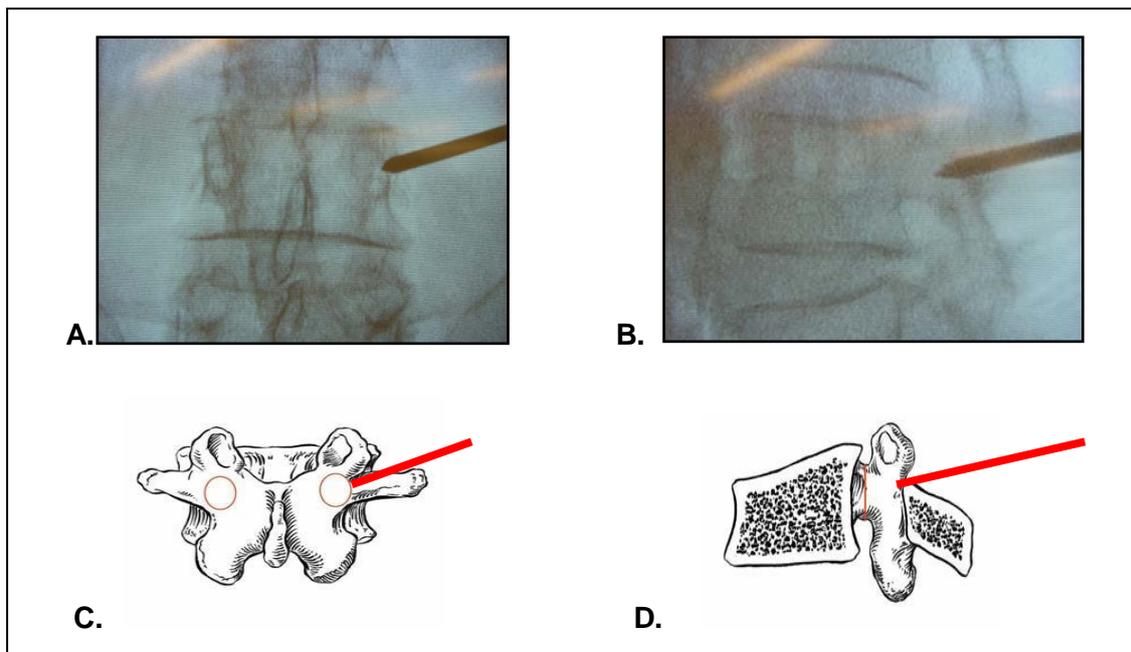


"KYPHON® Cifoplastia con Balón"



Fig 4.19.\* Primer paso de la cifoplastia. **A)** Localización con punta de bisturí en piel 1-2 cm lateral a la sombra del pedículo en la proyección anteroposterior. **B)** Introducción de la aguja de Janshidi hacia el borde lateral y superior del pedículo.

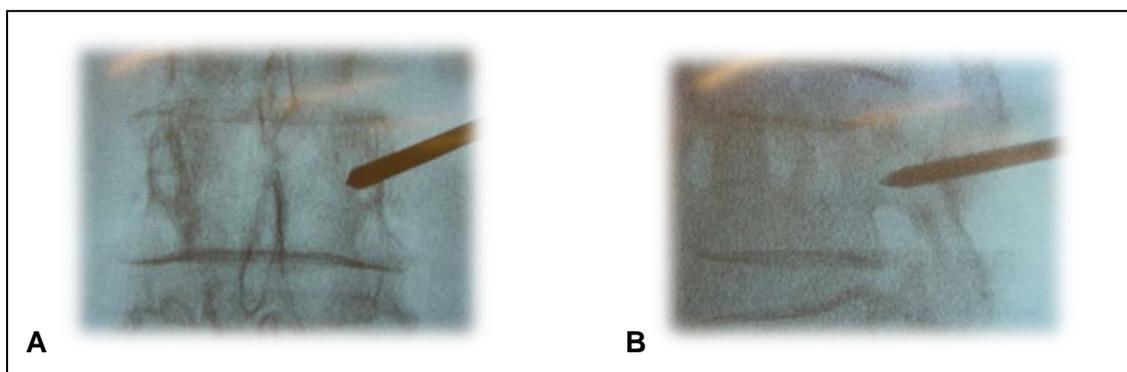
A continuación introducimos la aguja de Janshidi hasta tocar relieve óseo y buscamos el sitio de entrada. La ubicación exacta al inicio variará según la fractura y la morfología del pedículo, suele estar entre las 9 y las 11 en el lado izquierdo y entre la 1 y las 3 en el derecho sobre el borde del pedículo. (Figura 4.20.)



\*KYPHON® Cifoplastia con Balón\*  
 MICHELSON TECHNOLOGY AT WORK

Figura 4.20.\* Primer paso de introducción de la aguja de Jamshidi en el pedículo. Obsérvese como la aguja oculta el borde externo de l pedí culo en la proyección ant roposterior (A) y comienza a entrar en el mismo en la proyección lateral (B). Los dibujos (C) y (D) representan esquemáticamente dicho paso del procedimiento.

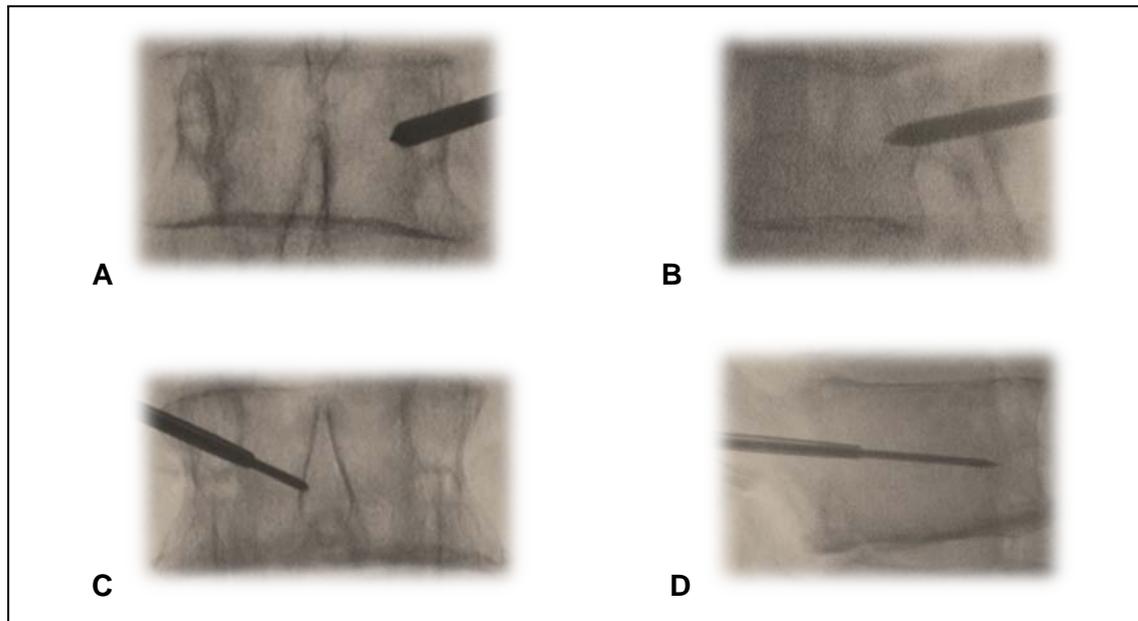
A partir de aquí vamos progresado con la aguja por el pedículo comprobando siempre que no rebasamos el borde medial del pedículo en la proyección anteroposterior hasta que no r ebasemos el muro p osterior del cuerpo v ertebral en la pr oyección l ateral. (Figura 4.21.)



\*KYPHON® Cifoplastia con Balón\*  
 MICHELSON TECHNOLOGY AT WORK

Fig. 4.21.\* Progreso de la aguja por el pedículo. Obsérvese que en la proyección AP (A) aun no ha rebasado el borde medial del pedículo mientras que la lateral (B) está cerca de entrar en el cuerpo vertebral dejando atrás la peligrosa zona del canal medular.

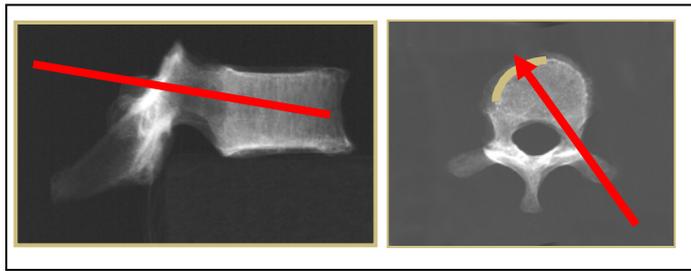
Una vez en el cuerpo se introduce a través de la aguja de Jamshidi (que es tácanulada) una aguja de Kirschner roma. En casos de osteoporosis esto suele lograrse con la presión manual, en pacientes jóvenes suele ser necesario el uso de un martillo. Dicha aguja debe colocarse en el 1/3 anterior del cuerpo vertebral sin llegar a los 3-5 últimos milímetros en la proyección lateral pues, por la anatomía vertebral redondeada del muro anterior, pudiera ser que estuviéramos por delante del mismo con el consiguiente riesgo de lesión de las estructuras neurovasculares vecinas (cava, aorta, etc.) (Figs 4.22. y 4.23.)



\*KYPHON® Cifoplastia con Balón\*



Fig. 4. 22.\* Momento en el que la aguja de Jamshidi ya ha rebasado el borde medial del pedículo en la proyección AP (A) que coincide con la entrada en el cuerpo en la proyección lateral (B). Nunca debe estar la aguja medial al borde medial del pedículo en la proyección AP si no está la punta ya en el cuerpo vertebral en la proyección lateral. En las imágenes C y D se ha retirado la baqueta interna de la aguja de Jamshidi e introducido una aguja roma que se hace avanzar hasta el 1/3 anterior del cuerpo vertebral comprobando su ubicación en la proyección lateral (D). Lo ideal es que converja hacia la imagen de la apófisis espinosa en la proyección AP (C).

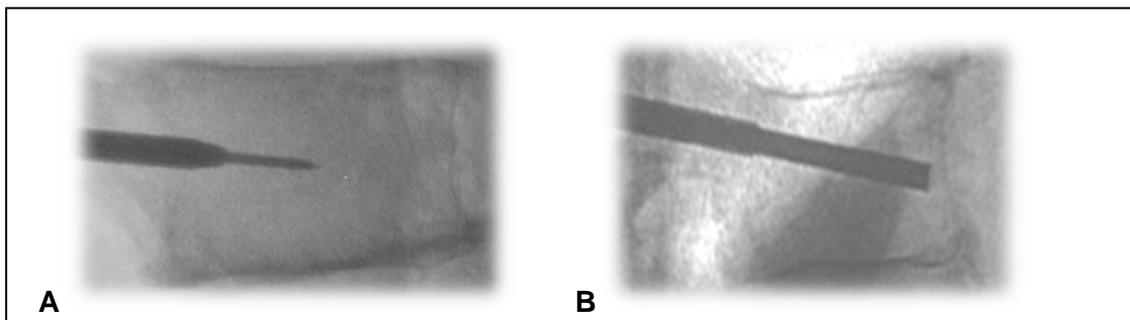


\*KYPHON® Cifoplastia con Balón



Fig. 4.23.\* Representación esquemática de la trayectoria de la aguja de Kirschner. Se muestra por qué no debemos avanzar con los dispositivos muy adelante en el cuerpo vertebral pues la forma redondeada ósea puede dar una falsa imagen de seguridad en la proyección lateral mientras que la punta de dichos instrumentos pueden estar delante del cuerpo con riesgo para estructuras como aorta, cava, ilíacas, etc.

En la proyección anteroposterior debemos buscar la convergencia de las agujas hacia el centro del cuerpo (sombra de la apófisis espinosa). A continuación se introduce el osteointroductor (cánula de trabajo) guiado por la aguja de Kirschner y se deja 2-3 mm pasado el muro posterior. Por el osteointroductor se mete la broca y tras ella un “bone filler” para obtener un túnel liso libre de esquirlas óseas que pudieran dañar el balón. (Figura 4.24.) El “bone filler” lleva unas marcas que nos indican la longitud idónea del balón a utilizar (10,15 o 20 mm).

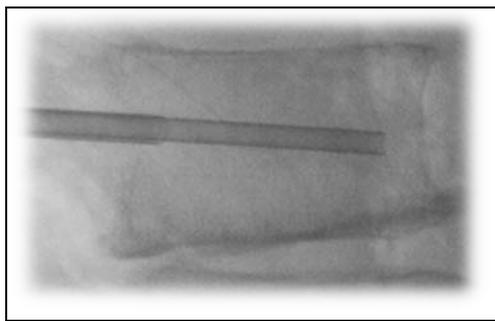


\*KYPHON® Cifoplastia con Balón



Fig 4.24.\* Introducción del osteointroductor (A) (cánula de trabajo) a través de la aguja previa. Luego la broca (ésta no es necesaria en casos de osteoporosis avanzada) y posteriormente un “bone filler” (B) para dejar un túnel liso libre de esquirlas óseas.

Si quisiéramos realizar una biopsia deberíamos realizarla antes de meter la broca para no perder material para el análisis. (Figura 4.25.)

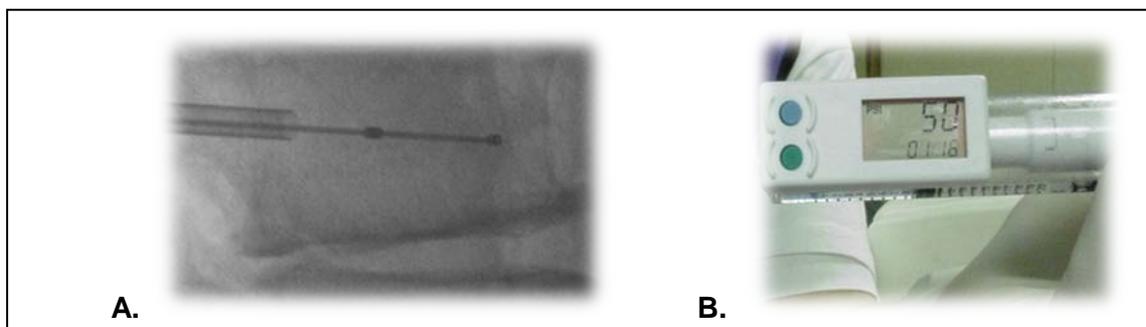


"KYPHON® Cifoplastia con Balón"



Fig. 4.25.\* Introducción de cánula de biopsia por la cánula de trabajo.

Ahora es el momento en el que introducimos los balones desinflados por las dos cánulas de trabajo y debemos comprobar que las dos marcas del balón están dentro del cuerpo vertebral. Comenzamos a inflar el balón girando el dispositivo hasta una presión de 50 PSI (3.5 atmósferas) para asegurar la posición de los mismos (Fig. 4.26.).

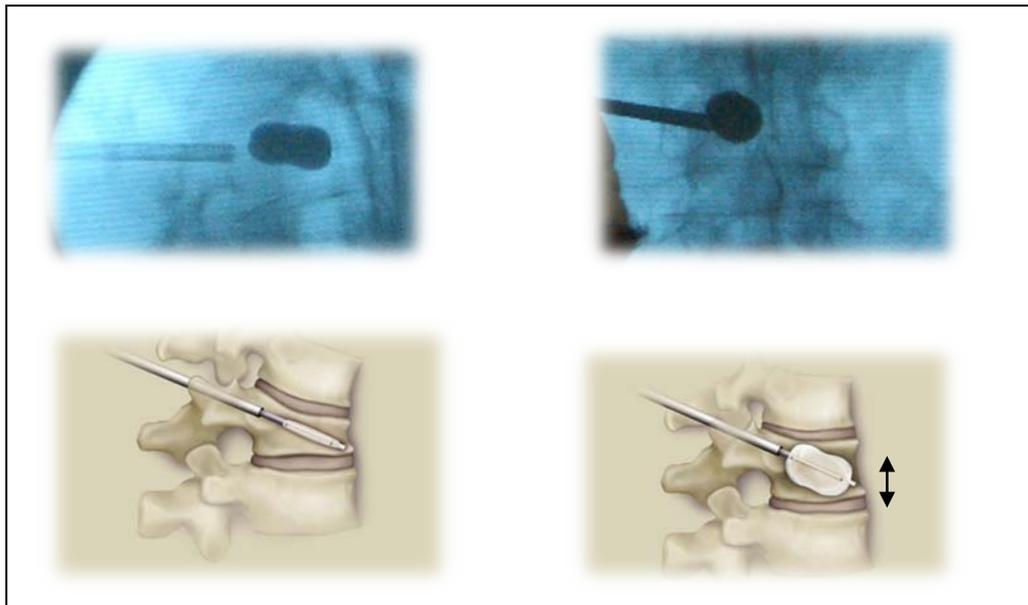


"KYPHON® Cifoplastia con Balón"



Fig 4.26.\* A. Comprobación radiológica de la ubicación del balón con los dos testigos situados dentro del cuerpo vertebral. B. Manómetro digital que muestra la presión de 50 PSI.

Es el momento de retirar una aguja guía que lleva el balón dentro para darle mayor solidez durante su recorrido por la cánula. Seguidamente vamos inflando lentamente los balones de manera simétrica y observando cómo se distribuye el contraste del balón y cómo responde el hueso adyacente. Debemos comprobar el volumen de contraste inyectado (que corresponde aproximadamente al volumen de cemento que debemos introducir) y la presión que alcanzan los balones dentro de la vértebra que no debe superar los 400 PSI (20,4 atm) (Fig. 4.27.).

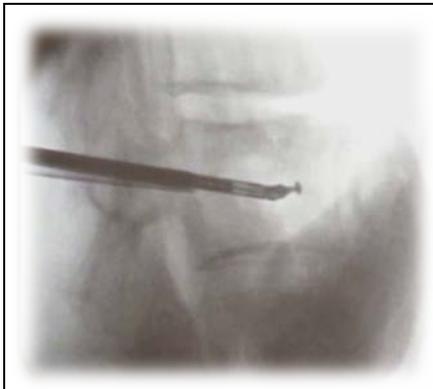


\*KYPHON® Cifoplastia con Balón\*



Fig 4.27.\* Balón de cifoplastia inflado dentro del cuerpo vertebral (AyB). Dibujo que representa el levantamiento teórico que podemos apreciar en muchos de nuestros pacientes.

Si existiera dificultad para el relleno de los balones podemos utilizar la cureta por la zona que suponemos más condensada. (Fig.4.28)



\*KYPHON® Cifoplastia con Balón\*



Fig 4.28.\* Introducción de cureta para labrar una cavidad mayor a la lograda con el balón o para descompactar algunas zonas más densas.

Dicho dispositivo puede utilizarse para realizar maniobras quirúrgicas más agresivas como osteotomías, refracturas, etc. Todas ellas precisan un entrenamiento aún más específico en cirugía raquídea.

Los “bone filler” se rellenan de cemento con el dispositivo mezclador que lo deposita en una jeringa. Cada “bone filler” contiene 1,5 cm<sup>3</sup> de P MMA. Es muy importante esperar que el cemento esté bastante viscoso para minimizar el riesgo de fuga (suele ser tras 7-8 minutos del mezclado). En este momento desinflamos los balones y los

extraemos, introducimos los “bone filler” por cada cánula de trabajo y los ubicamos a 3-4 mm del muro anterior y comenzamos la introducción del cemento manualmente y bajo control de imagen continuo (Fig. 4.29.). Éste es quizás el momento de mayor riesgo y exige máximo cuidado observando continuamente la distribución del cemento en el cuerpo y las posibles fugas; debemos parar cuando el cemento se acerca a menos de 4 mm del muro posterior o si apreciamos otro tipo de fuga extravertebral para evitar lesionar estructuras vecinas importantes.

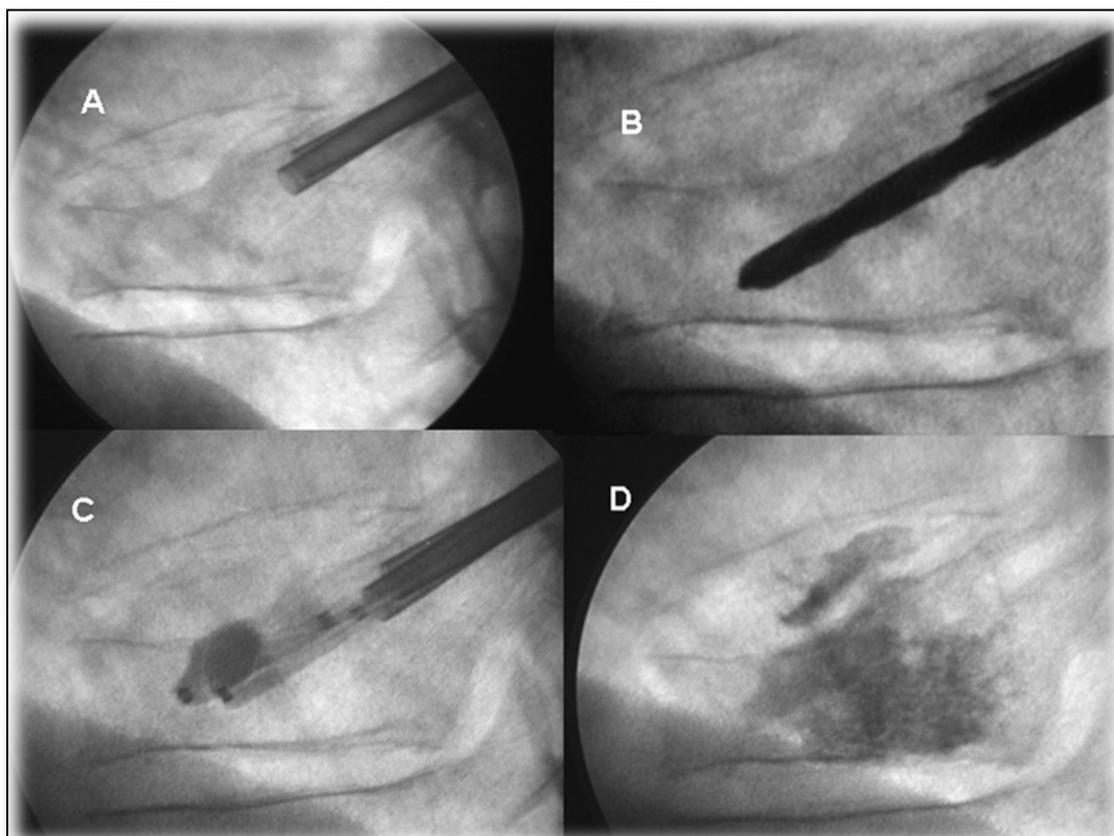


Fig. 4.29. Secuencia en uno de nuestros pacientes con fractura de T9 tratado con CP. A. Cánulas de trabajo introducidas; B. Broca; C. Introducción de los balones de CP. D. Cemento introducido. En este caso no se consiguió el restablecimiento de la altura y además se produjo una fuga discal. Aun así el paciente mejoró pues pasó de una EAV de 7 puntos a 2 manteniéndose esta puntuación al final del seguimiento.

Las fugas paravertebrales y discales suelen ser asintomáticas. Las fugas a canal o forámenes pueden acarrear lesión irreversible de estructuras neurológicas.

Si sospechamos que el riesgo de fuga es alto podemos realizar una técnica previa de “Eggshell” o “cáscara de huevo” introduciendo, tras el inflado del balón, 0,5 cc de PMMA, aún fluido, con posterior reintroducción del balón y nuevo inflado del mismo sobre el cemento, con lo que el propio balón crea una cavidad de cemento que sirve

de teórico “tapón” que minimiza el riesgo de fugas posteriores. Tras varios minutos con el balón inflado se retira antes de la introducción del cemento definitivo. En nuestra experiencia este procedimiento controla bastante bien las fugas discales y paravertebrales. (Fig.4.30.)

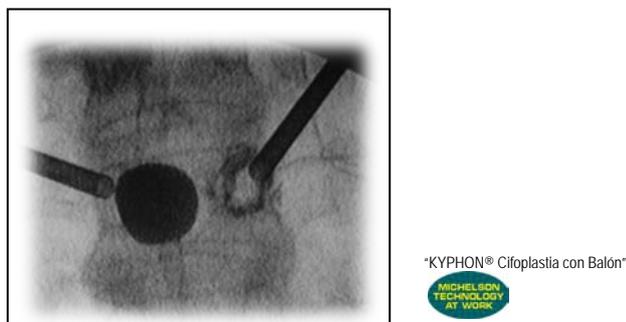


Fig 4.30.\* Procedimiento de “cáscara de huevo” (Eggshell) previo a la introducción del resto del cemento. Obsérvese la cavidad excéntrica creada en el interior del cuerpo vertebral.

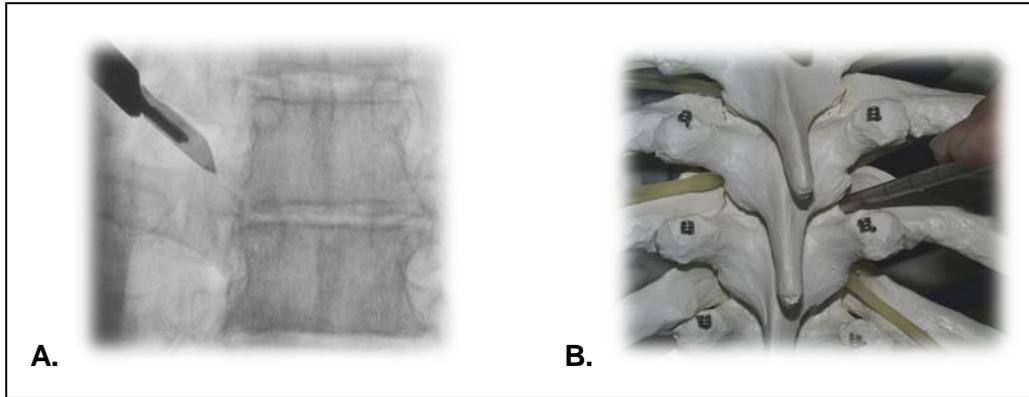
Tras el procedimiento el paciente pasa a la sala de reanimación, como tras cualquier intervención, y se le permite la sedestación y la deambulación a las pocas horas del procedimiento. En los casos en los que hemos utilizado cementación de carácter biológico (pacientes jóvenes) no debe despertarse al mismo hasta los 20 minutos de la introducción del citado material pues la cristalización puede debilitarse si se mueve inmediatamente; en estos casos tampoco permitimos la sedestación-deambulación del paciente hasta las 12-24 horas del procedimiento.

### Procedimiento Extrapedicular bilateral

No hemos usado esta vía en nuestros casos de cifoplastia. Se suele reservar para niveles entre T5 y T10 (aunque también puede realizarse por vía pedicular bilateral) y se realiza en casos de pedículos muy estrechos o de difícil visualización y discurre por una zona de seguridad que hay entre el borde superior de la transversa, la costilla y el borde lateral del cuerpo vertebral.

Las vértebras torácicas tienen los pedículos menos convergentes que las lumbares y para una adecuada convergencia de los balones es interesante utilizar la vía extrapedicular en algunas ocasiones.

El procediendo extrapedicular es muy similar al transpedicular salvo en los primeros pasos de introducción de la aguja de Jamshidi pues los puntos de entrada son diferentes. La incisión en piel es algo más lateral y craneal que para la vía pedicular. (Fig. 4.31.)

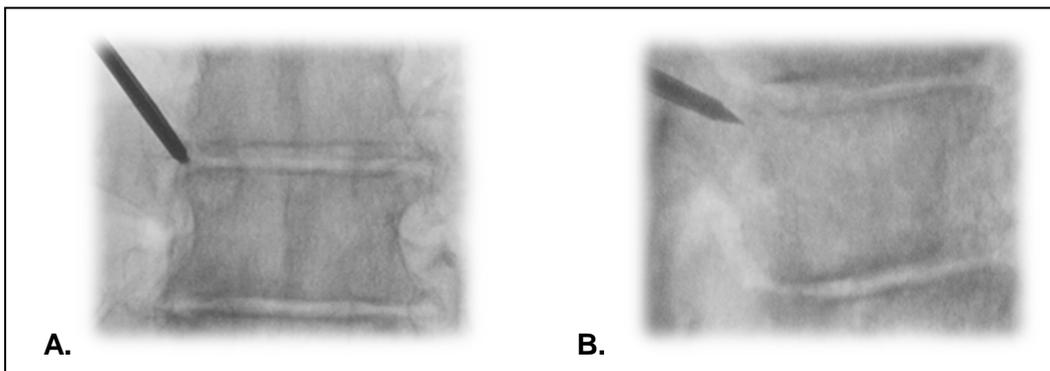


\*KYPHON® Cifoplastia con Balón\*



Fig. 4. 31.\* **A.** Punto de entrada en la piel para el procedimiento extrapedicular. **B.** Representación en modelo de plástico del punto de entrada. Es algo más lateral y craneal al punto de entrada transpedicular.

El punto de contacto con el hueso debe realizarse cuando en la radiografía lateral ya hayamos rebasado el canal medular. Tras la introducción de la aguja de Kirschner el procedimiento es idéntico que el explicado para la vía pedicular. (Fig.4.32.)



\*KYPHON® Cifoplastia con Balón\*



Fig. 4.32.\* Avance de la aguja de Jamshidi en la vía extrapedicular. Obsérvese como la punta de la aguja en la visión AP (A) está fuera de la imagen pedicular mientras en la proyección lateral (B) ya está entrando en el cuerpo vertebral.

#### 4.5.5 VERTEBROPLASTIA. PROCEDIMIENTO.

Las 10 primeras vertebroplastias se realizaron por una vía extrapedicular unilateral tras una anestesia local y sedación. Para ello, el paciente se colocó en decúbito lateral izquierdo. La aguja de vertebroplastia se introdujo por vía paravertebral derecha a una distancia variable de la línea media (dicha distancia se incrementa en dirección caudal). El contacto óseo con la vértebra debe hacerse con la parte posterior del tercio medio del cuerpo vertebral. Una vez contactada, introducimos la aguja en el hueso hasta alcanzar la parte anterior del lado contralateral del cuerpo vertebral, controlando con la visión anteroposterior y lateral que no se rebasan los límites del cuerpo vertebral.

El relleno de la vértebra se realiza a presión con la pistola. Con la escopía vamos controlando el relleno adecuado del cuerpo vertebral. La retirada en pasos cortos de la aguja nos permite ir rellenando de una forma más homogénea el cuerpo vertebral.

Para el resto de los pacientes usamos un abordaje pedicular bilateral, que es el procedimiento que solemos usar en la actualidad. El paciente se coloca en decúbito prono. Se abordan los pedículos en el área supero-externa (de las 9 a las 11 en el izquierdo, de las 1 a las 3 en el derecho). Desde aquí nos vamos aproximando al cuerpo vertebral, con el borde interno del pedículo como marca que no debemos rebasar hasta que estemos en el cuerpo vertebral, de forma que así evitamos introducirnos en el canal vertebral.

Las agujas se introducen hasta la unión del tercio medio vertebral con el tercio anterior vertebral. Posteriormente, se procede a la introducción del cemento acrílico con la pistola. El procedimiento se termina introduciendo la parte de cemento alojada en la aguja con el uso del fiador o estilete de la propia aguja (Fig. 4.33).

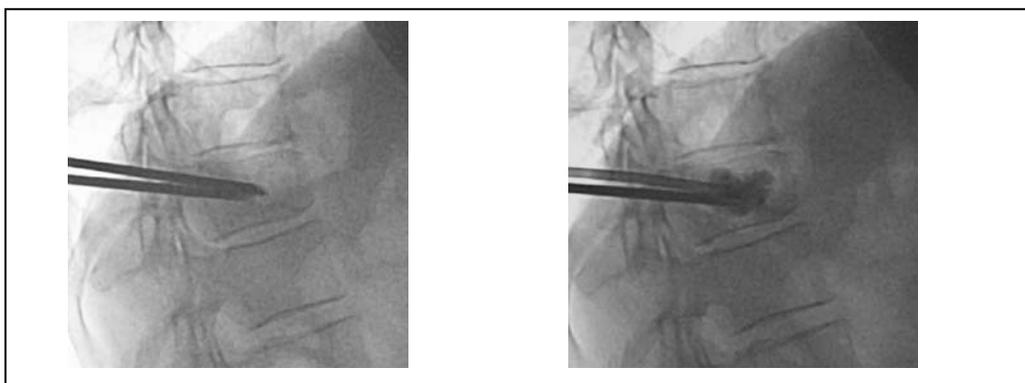


Fig. 4.33 Introducción de cemento en una vertebroplastia en un paciente con un hemangioma vertebral.

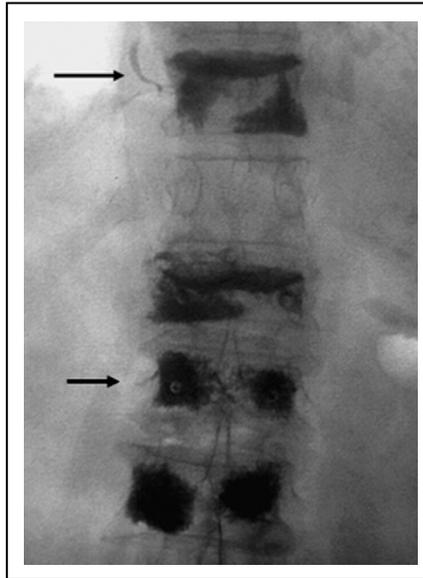


Fig. 4.34. Paciente con lesión neoplásica de nuestra serie sometido a vertebroplastia de varios niveles. Obsérvese pequeñas fugas de PMMA por las venas paravertebrales (flechas) totalmente asintomáticas. El paciente pasó de una EAV de 8 a 2 en 24 horas y los resultados se mantenían al seguimiento.

#### 4.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el tratamiento estadístico se hace un análisis descriptivo de las variables estudiadas. Frecuencia y porcentaje de las variables cualitativas y media  $\pm$  error estándar de la media, mínimo y máximo, para las variables cuantitativas.

El estudio bivalente se hace con el test de la Chi cuadrado para variables categóricas y con el test de Student para comparar valores numéricos en variables con dos categorías y Anova de una vía para más de dos categorías, con comparación entre grupos mediante el test Bonferroni (Martín Andrés 1989).

Para el análisis multivariante se realizó regresión logística para la variable dependiente categorizada. La calibración del análisis se determinó mediante la prueba de Hosmer-Lemeshow. La discriminación se determinó mediante curvas ROC (Ferrán Aranaz 2001).

# 5. RESULTADOS

## 5. RESULTADOS

Se trataron un total de 100 pacientes, 50 con vertebroplastia y 50 con cifoplastia. El número de vértebras tratadas fue de 194 (58 CP y 136 VP). El seguimiento medio es de 46 +/- 2 semanas.

Las variables utilizadas fueron clasificadas en cualitativas y cuantitativas.

Se lleva a cabo, en función de las variables un estudio estadístico de forma descriptiva, analítica bivariante y multivariante.

### 5.1 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA Y ANALISIS BIVARIANTE SEGÚN EL TIPO DE TRATAMIENTO.

#### 5.1.1. VARIABLES INDEPENDIENTES CUALITATIVAS.

##### 5.1.1.1. Sexo de los pacientes

Se trataron a 55 varones y a 45 mujeres. Se trataron más mujeres con VP y más hombres con CP ( $p=0.017$ ). (Tabla y gráfico 5.1.)

SEXO	VP	CP	TOTAL
HOMBRE	22	33	55
MUJER	28	17	45
TOTAL	50	50	100

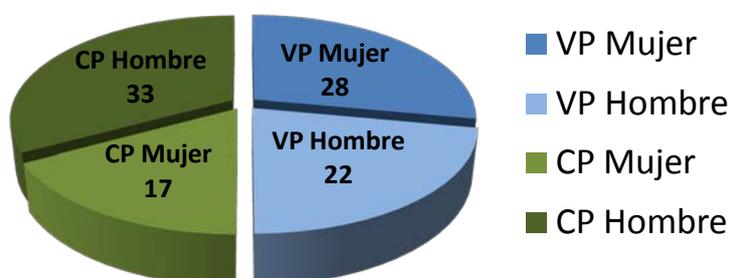


Tabla 5.1. y Gráfico 5.1. Distribución por sexos de la muestra

##### 5.1.1.2. Actividad Laboral

La situación laboral de nuestros pacientes se recoge en la tabla 5.2. y en el gráfico 5.2. Hubo una diferencia estadísticamente significativa, ya que la mayoría de los pacientes tratados mediante VP estaban jubilados o en baja laboral ( $p < 0.001$ ).

ACTIVIDAD	VP	CP	TOTAL
JUBILADO	38	20	58
BAJA LABORAL	7	8	15
ACTIVO	5	22	27
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

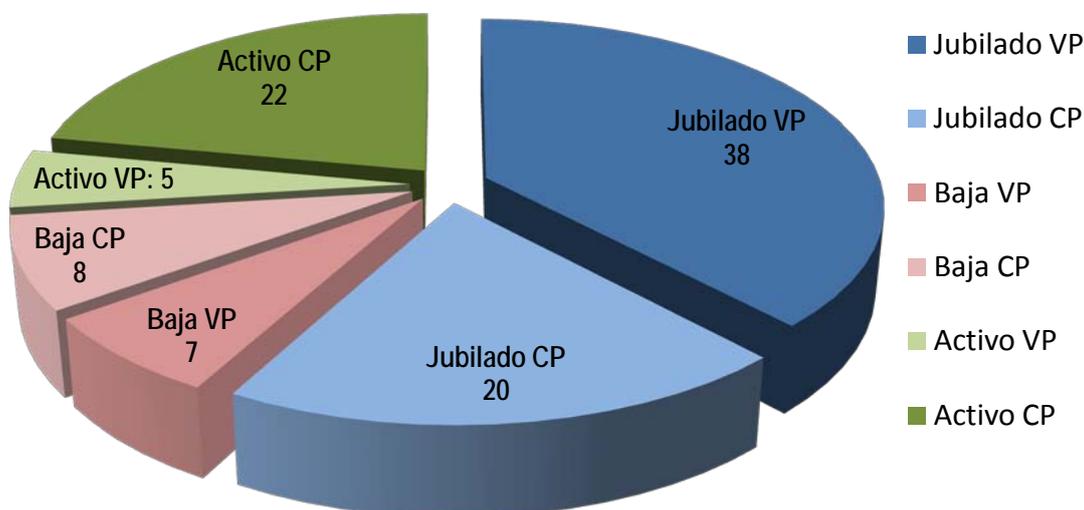


Tabla 5.2. y gráfico 5.2. Situación laboral de nuestros pacientes

### 5.1.1.3. Servicio de Referencia

El servicio que nos remitió a los pacientes queda recogido en la tabla 5.3. y en el gráfico 5.3. El servicio que más indicó el tratamiento fue el de traumatología. También hubo diferencias significativas en cuanto al servicio de referencia ( $p = 0.007$ ) pues la gran mayoría de las cifoplastias se remitieron desde el servicio de traumatología mientras que las vertebroplastias vinieron también desde otros servicios.

SERVICIO	VP	CP	TOTAL
TRAUMA	30	47	77
ONCOLOGIA	13	3	16
UNIDAD DOLOR	4	0	4
REHABILITACION	2	0	2
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Tabla 5.3. Servicio de referencia de nuestros pacientes

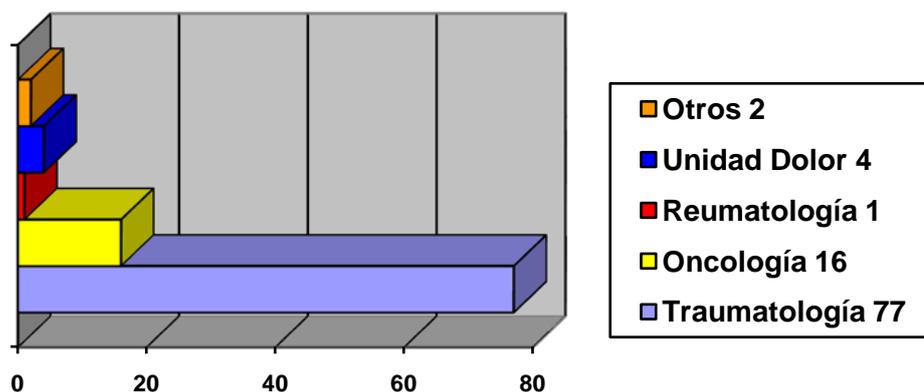


Gráfico 5.3. Servicios de referencia de nuestros pacientes.

#### 5.1.1.4. Enfermedad crónica

El 73% de los pacientes tenía antecedentes de alguna comorbilidad de carácter crónico. Las comorbilidades más frecuentes fueron la diabetes mellitus y la hipertensión arterial. Las diferencias entre pacientes tratados mediante vertebroplastia y cifoplastia fueron significativas ( $p=0.001$ ). Tabla 5.4. y gráfico 5.4.

ENFERMEDAD	VP	CP	TOTAL
SI	43	30	73
NO	7	20	27
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Tabla 5.4. Presencia de enfermedad crónica en nuestros pacientes.

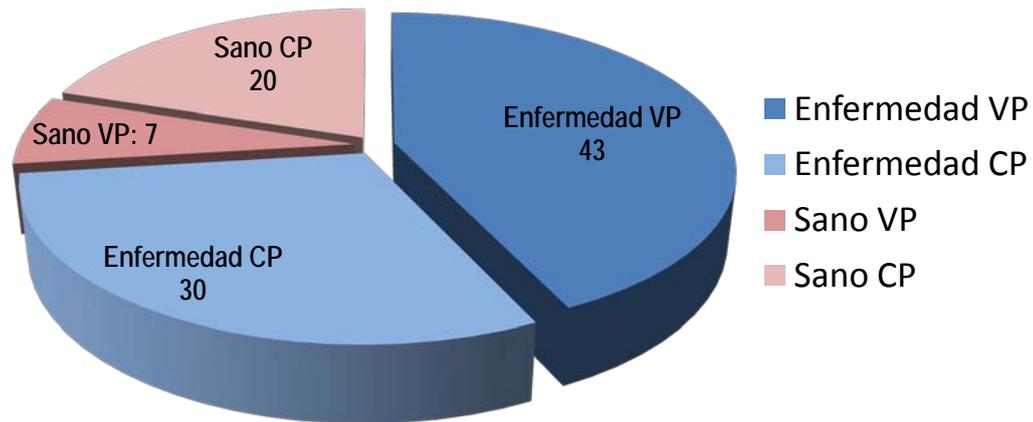


Gráfico 5.4. Presencia de enfermedad crónica en nuestros pacientes.

### 5.1.1.5. Etiología de la lesión

Las causas de las lesiones vertebrales se recogen en la tabla 5.5.A. y en el gráfico 5.5. Las causas mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.001$ ), con mayor porcentaje de fracturas traumáticas en los pacientes tratados mediante CP, frente a un mayor porcentaje de fracturas osteoporóticas y tumorales en los pacientes tratados mediante VP.

CAUSA	VP	CP	TOTAL
TRAUMA	7	23	30
OSTEOPOROSIS 1 <sup>a</sup>	22	22	44
OSTEOPOROSIS 2 <sup>a</sup>	11	3	14
TUMORAL	10	2	12
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

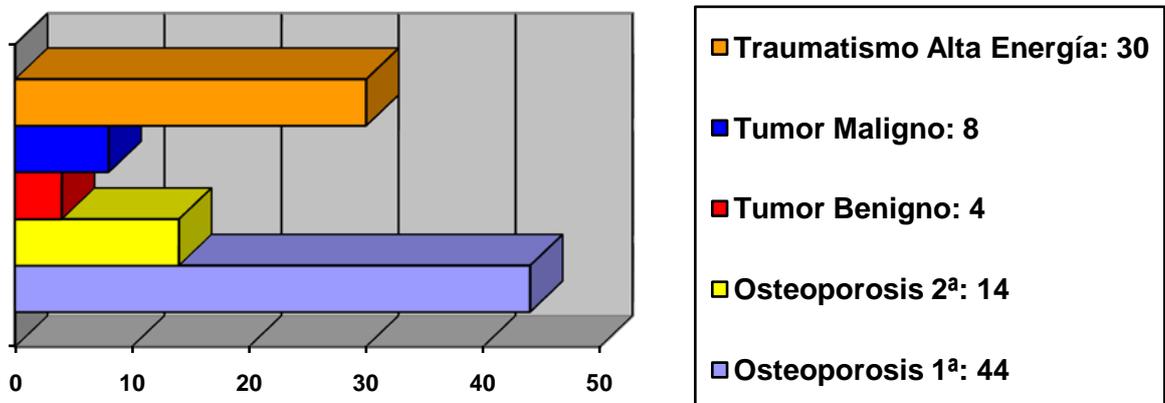


Tabla 5.5.A. y gráfico 5.5. Clasificación de las fracturas por su etiología.

Los tumores tratados se recogen en la tabla 5.5.B. Las lesiones metastásicas fueron 2 casos de cáncer de mama y 1 caso de un tumor neuroendocrino.

TUMORES	VP	CP	TOTAL
ANGIOMAS	2	2	4
MIELOMA	2	0	2
LINFOMA	2	0	2
LEUCEMIA	1	0	1
METASTASIS	3	0	3
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>12</b>

Tabla 5.5.B. Tipo de tumores tratados en nuestros pacientes.

### 5.1.1.6. Antecedente Traumático

La mayoría de nuestros pacientes tuvieron un traumatismo leve o inexistente como antecedente de su fractura vertebral. Hubo diferencias estadísticamente significativas entre los pacientes tratados mediante VP y CP ( $p=0.003$ ), y a que hubo un mayor porcentaje de traumatismos severos tratados con CP, frente a un mayor porcentaje de pacientes sin antecedente traumático tratados mediante VP. (Tabla y gráfico 5.6.)

CAUSA	VP	CP	TOTAL
NO	30	19	30
LEVE	13	8	44
SEVERO	7	23	12
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

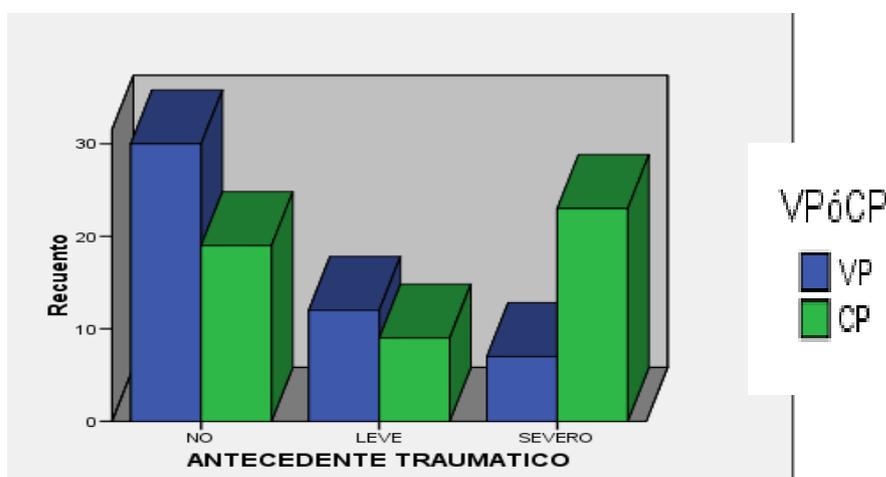
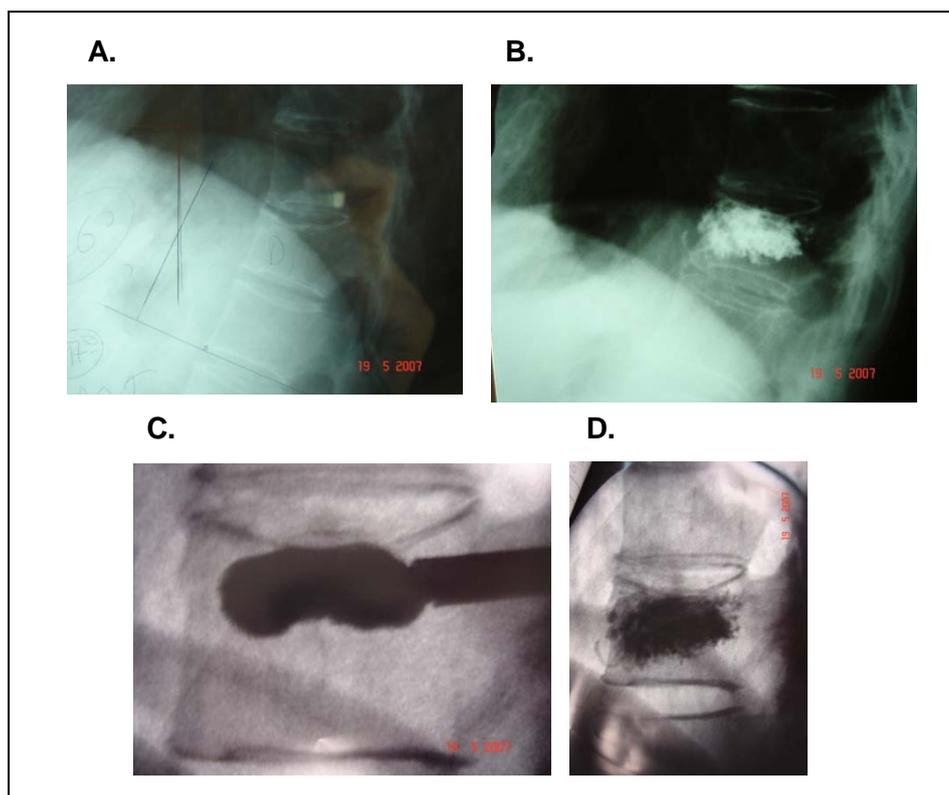


Tabla 5.6. y gráfico 5.6. Antecedente traumático.



**Fig.5.1.** RX y TAC de mujer de 47 años con fractura de T11 tras traumatismo de alta energía (accidente de tráfico). La paciente precisa reincorporación laboral precoz y solicita alternativa terapéutica con la que pueda obviar la ortesis. Se realiza CP. EAV: pasa de 9 a 4 en 24h. tras la CP, pasa a 2 al mes y se mantiene al seguimiento.

**AyB:** RX pre y postCP;

**C:** Balón de CP levantando la parte media del cuerpo vertebral. **D:** Resultado radiológico.

### 5.1.1.7 Localización de la lesión

La distribución de las fracturas vertebrales por segmentos se muestra en el gráfico 5.7. Obsérvese el predominio de la lesión en la charnela dorso-lumbar. La localización de la fractura no mostró diferencias significativas entre los dos tipos de tratamiento. En ocasiones se realizó VP o CP a varios niveles (Fig. 5.2.)

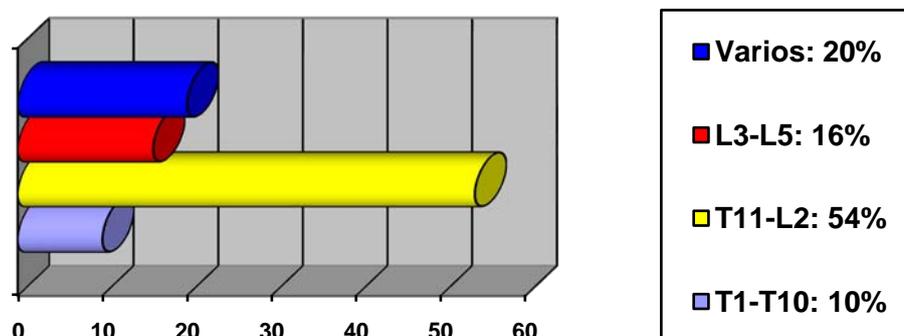


Gráfico 5.7. Localización de las fracturas de nuestros pacientes.

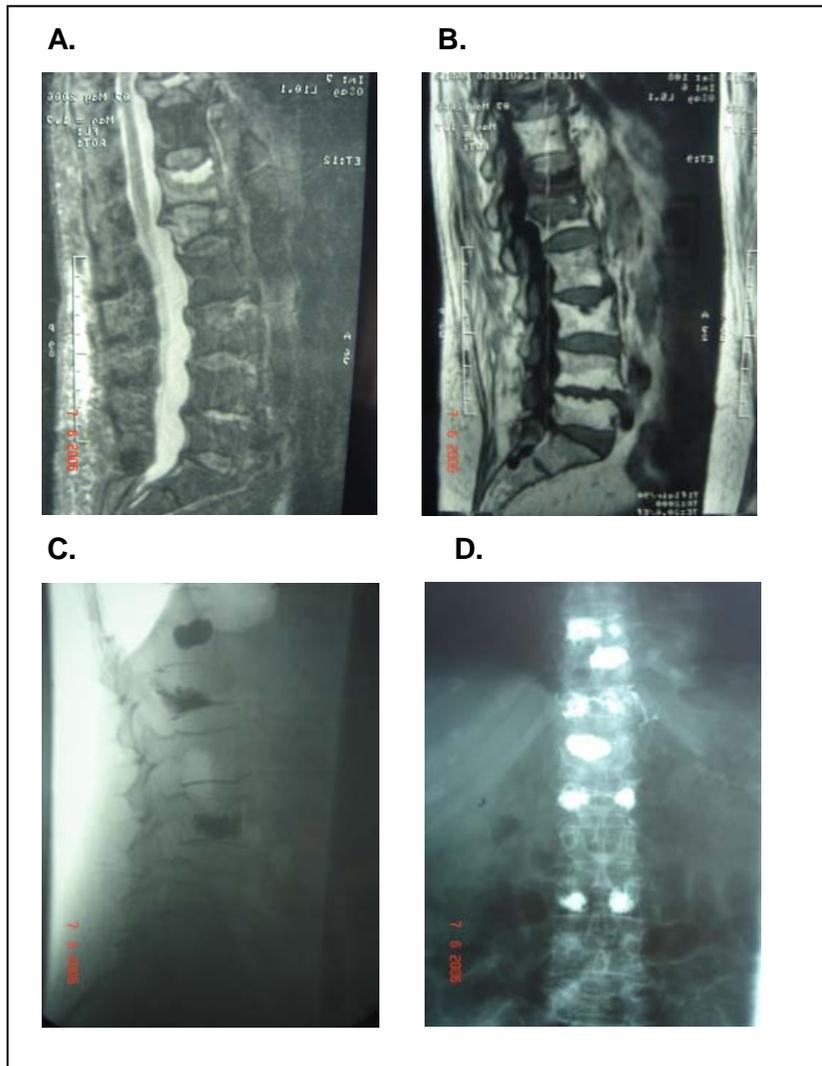


Fig.5.2. Mujer de 74 años con múltiples FVO tratada con VP. Buen resultado clínico con independencia de la ausencia de restauración de la altura (EAV pasa de 9 a 3 tras el tratamiento y se mantiene al seguimiento).

**A:** RM T2. Obsérvese las múltiples FVO con quistes de Kummel en T10 y T12. (blanco en T2)

**B:** RM T1. Las fracturas y el líquido de los quistes de Kummel tienen una apariencia negra

**CyD:** VP T10, T11, T12, L1 y L3. Se aprecia el llenado de los quistes con apariencia de CP

### 5.1.1.8 Morfología de la Fractura

En aquellos pacientes con varias vértebras fracturadas se ha considerado sólo el patrón de la vértebra con mayor afectación para su definición. La morfología de fractura tampoco fue estadísticamente diferente en tres de nuestros grupos de pacientes. (Gráfico 5.8.)

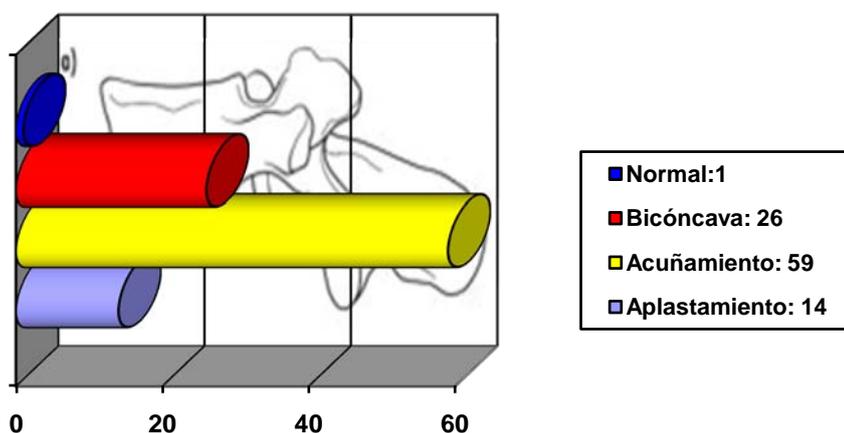


Gráfico 5.8. Morfología de las fracturas en nuestros pacientes.

### 5.1.1.9 Clasificación AO/Magerl

Según la clasificación de AO/Magerl las fracturas de nuestra serie se incluían en los tipos que refleja el gráfico 5.9.

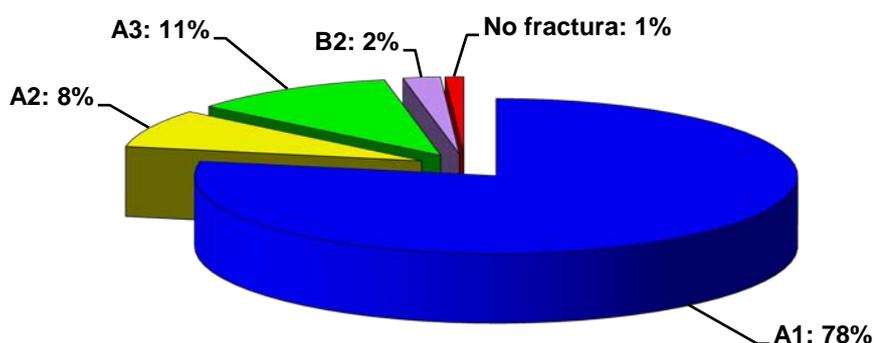


Gráfico 5.9. Distribución según la clasificación de AO/Magerl de las fracturas de nuestra serie

### 5.1.1.10. Tratamientos previos

El 56% de los pacientes había recibido medicación analgésica y tratamiento con ortesis mientras que el 44% había sido tratado con otras medidas como fisioterapia, radioterapia, tratamiento de la unidad del dolor, etc.

Los analgésicos más frecuentemente usados han sido paracetamol y metamizol. La ortesis más prescrita ha sido el corsé tipo Jewett seguido de faja dorso-lumbar semirrígida.

En este apartado no se mostró diferencia estadísticamente significativa entre nuestros 2 grupos de pacientes.

#### 5.1.1.11. Tratamiento para la osteoporosis

El 23% de los pacientes ya tomaba tratamiento para la osteoporosis; en el 36% de los casos fue el traumatólogo de nuestra unidad el que inició dicho tratamiento tras conocer la lesión y en el 41% de los casos no se instauró tratamiento para la osteoporosis por diversos motivos. El tratamiento para la osteoporosis mostró diferencias significativas entre nuestros dos grupos ( $p=0.040$ ). (Tabla 5.7.)

TRATAMIENTO	VP	CP	TOTAL
PREVIO	16	7	23
SE PRESCRIBE	19	17	36
NO SE PRESCRIBE	15	26	41
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Tabla 5.7. Distribución de tratamiento osteoporótico en nuestros dos grupos.

#### 5.1.1.12. Complicaciones inmediatas

En 6 de los 100 pacientes ha aparecido alguna complicación inmediata. La mayoría se han resuelto sin secuelas. En la tabla 5.8. se recogen las complicaciones inmediatas acontecidas. Los 2 casos de dolor intolerable se debieron a error en la indicación (Fracturas tipo B) y precisaron reintervención con artrodesis. Las diferencias entre ambas técnicas no fueron significativas.

COMPLICACIONES INMEDIATAS	VP	CP
Radiculalgia transitoria	1	1
Disestesias transitoria	0	1
Tromboembolismo pulmonar	1	0
Persistencia de dolor intolerable	0	2
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>4</b>

Tabla 5.8. Complicaciones inmediatas en nuestros pacientes.

### 5.1.1.13. Complicaciones tardías

En 14 de los 100 pacientes ha aparecido alguna complicación tardía. Dichas complicaciones se recogen en la tabla 5.9. Las diferencias entre ambas técnicas no fueron significativas. En la figura 5.3. se presenta el caso de una de ellas.

COMPLICACIONES TARDÍAS	VP	CP
Fracturas de niveles vecinos	7	5
Necrosis ósea	0	1
Descompensación sagital	1	0
Descompensación coronal y sagital	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>6</b>

Tabla 5.9. Complicaciones tardías en nuestros pacientes.

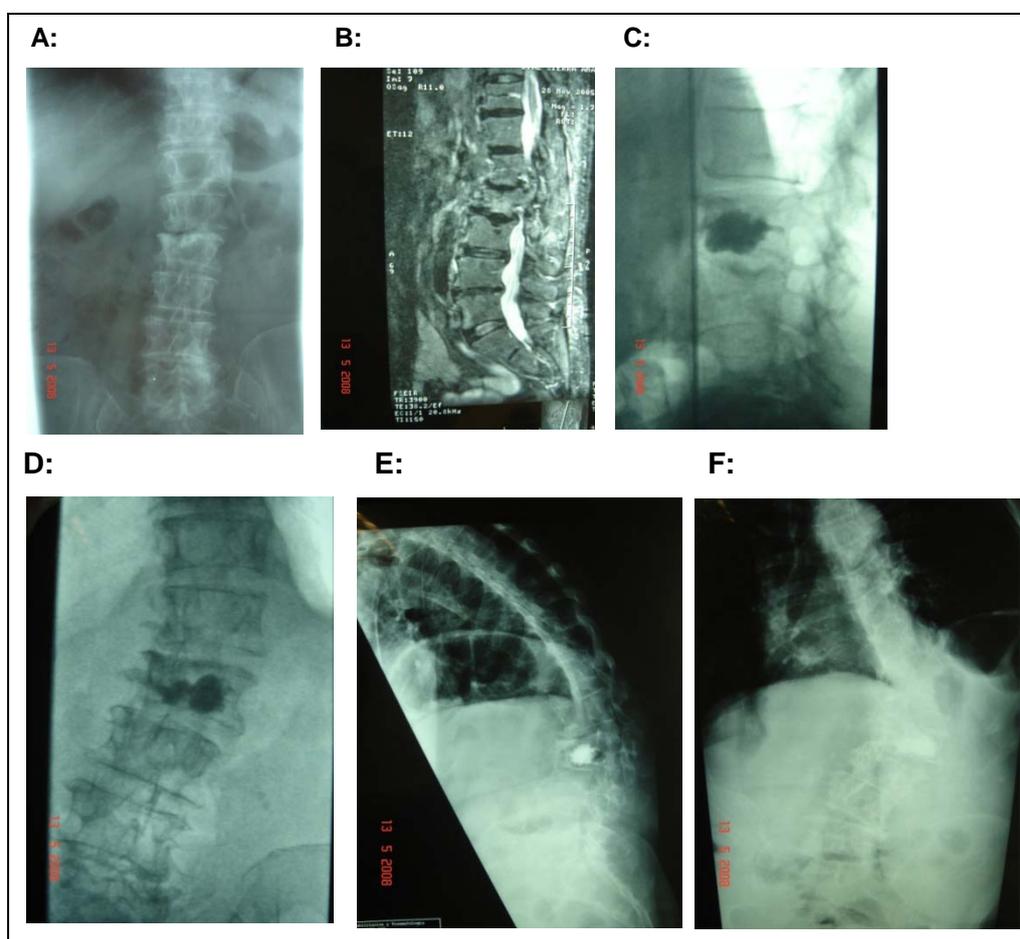


Fig. 5.3. Mujer de 72 años que tras trauma banal sufre FVO de L2 asimétrica (A). Tras 2 meses de tratamiento ortopédico y con una RMN que evidencia edema (B) se realiza VP de L2 (C). En las sucesivas revisiones se evidencia descompensación grave del plano coronal y sagital raquídeo con cifoescoliosis postraumática (D,EyF). El estudio microbiológico y anatómopatológico fue siempre negativo.

### 5.1.1.14. Satisfacción con el tratamiento realizado

Los resultados obtenidos en el apartado de “satisfacción del paciente” se expresan en el gráfico 5.10. No hubo diferencias significativas entre ambos grupos.

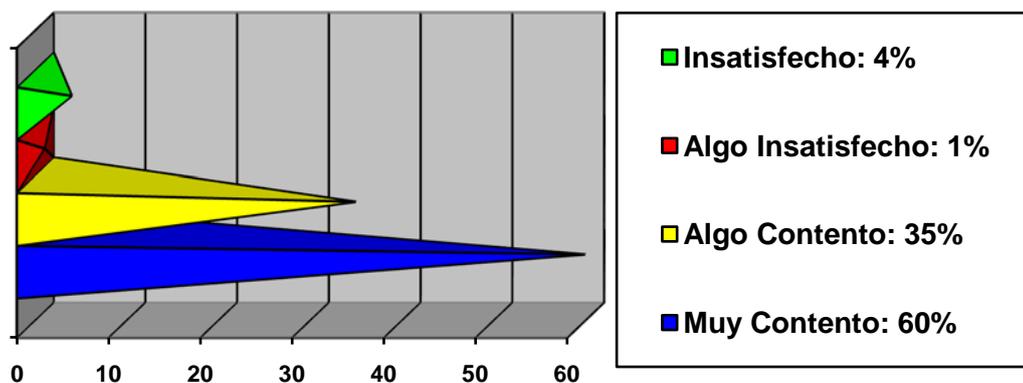


Gráfico 5.10. Grado de satisfacción de nuestros pacientes.

En base a estos resultados, preguntamos a los pacientes si repetirían el tratamiento antes circunstancias similares y obtuvimos las respuestas recogidas en el gráfico 5.11. Tampoco hubo diferencias significativas entre ambos grupos.

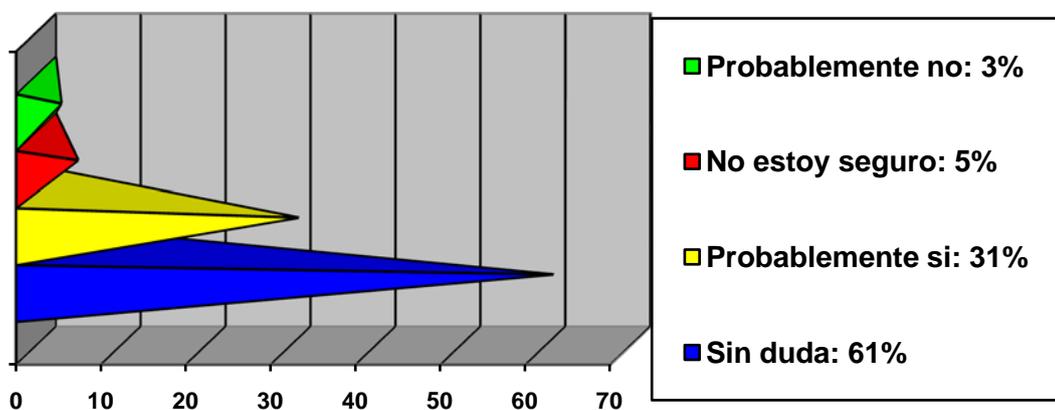


Gráfico 5.11. Clasificación de los pacientes en base a si repetirían el procedimiento en caso de nueva fractura.

### 5.1.1.15 Fugas

El porcentaje de fugas y su distribución según la localización de la misma y la técnica empleada se recoge en la tabla 5.10. y en el gráfico 5.12. Las diferencias entre ambas técnicas fueron estadísticamente significativas ( $p=0.003$ ). Hubo mayor número de fugas en las vertebroplastias (66% de los pacientes) en relación a las cifoplastias (34% de los pacientes). La fuga más frecuente fue la discal. (Figs. 5.4., 5.5. y 5.6.)

FUGAS	VP (66%)	CP(34%)	TOTAL
NO	17	33	50
PARAVERTEBRAL LATERAL	9	3	12
DISCO	13	11	24
ANTERIOR	3	3	6
CANAL	2	0	2
MÚLTIPLE	6	0	6
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

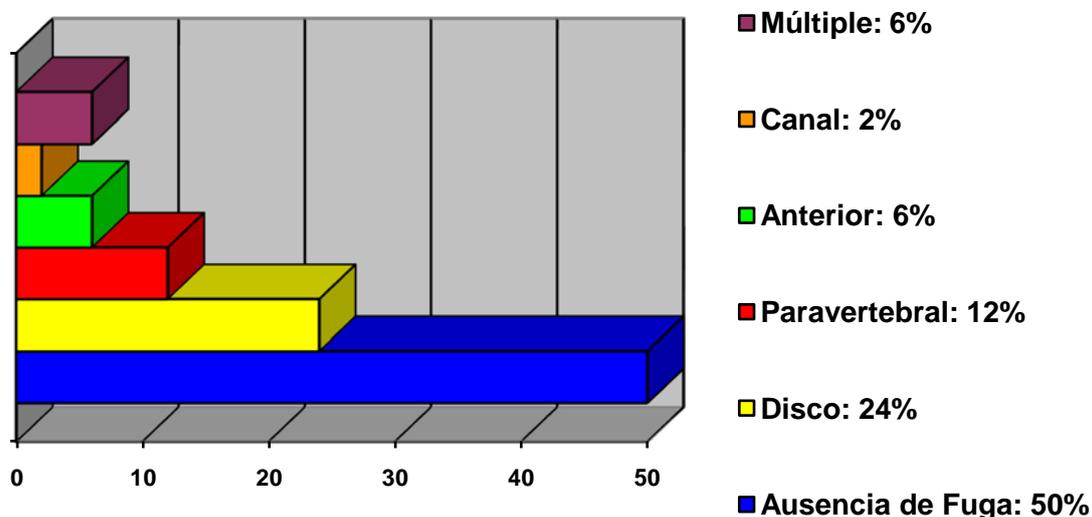


Tabla 5.10 y gráfico 5.12. Distribución de las fugas de cemento.

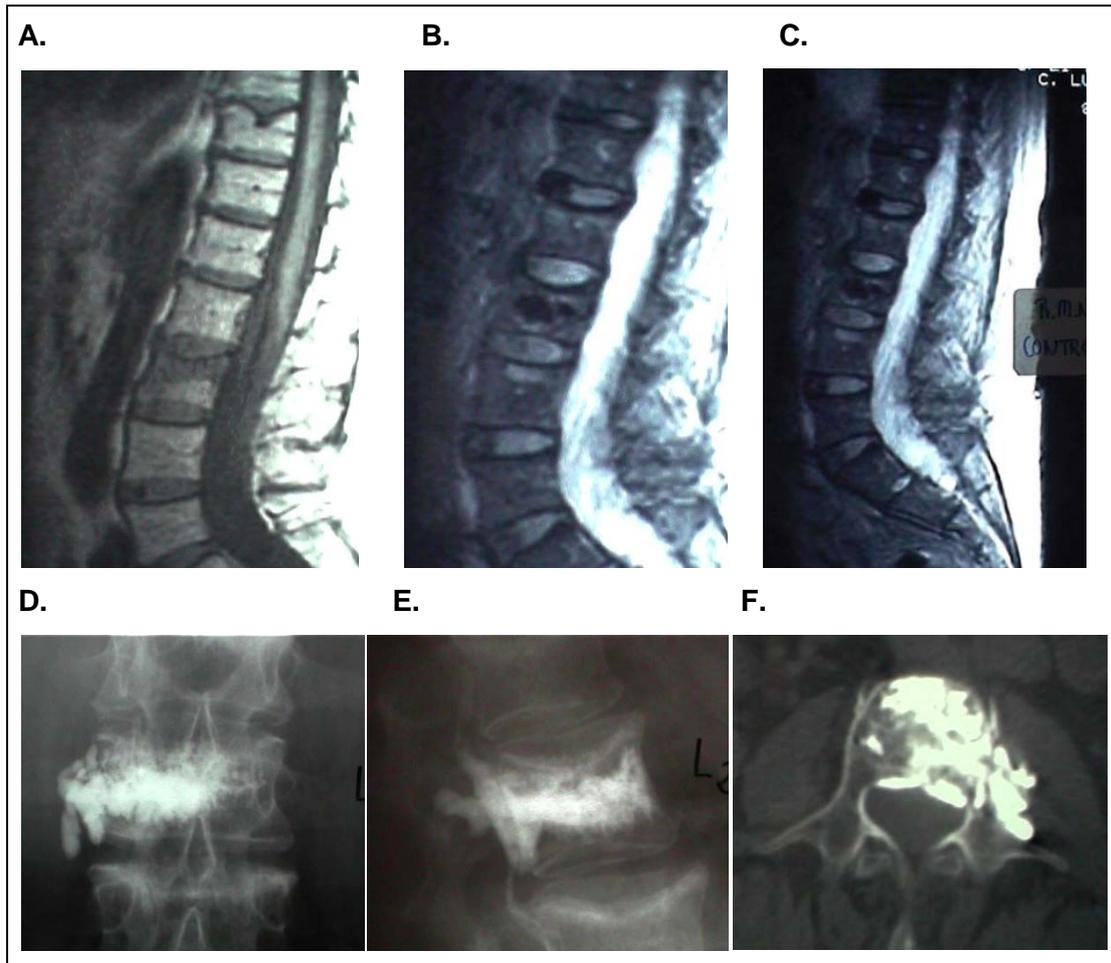


Fig.5.4. RX, TAC y RM de VP de mujer de 73 años con metástasis de neo de mama en L2 sometida a VP. La paciente sufre una fuga paravertebral y a canal medular. Desde un principio no presentó ni ningún déficit neurológico por lo que no precisó reintervención y el resultado clínico de la VP fue satisfactorio.

A. RM preVP; B y C: RM postVP; D: RX AP; E: RX L; F: TAC postVP

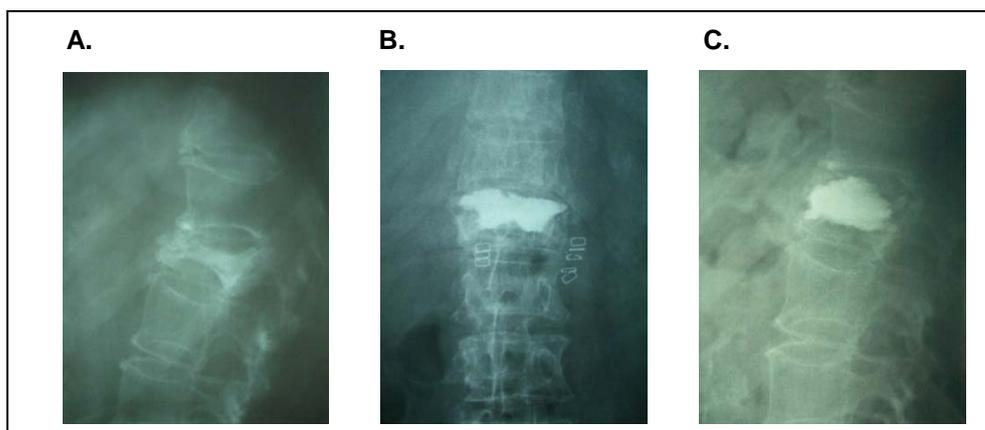


Fig. 5.5. A. RX de mujer de 60 años con fractura subaguda de L2 tratada durante 3 meses ortopédicamente. Tras persistencia de dolor (EAV: 10) que precisa parches de morfina se decide tratar con CP (B. y C.) (EAV pasa a 2 a 24 horas y se mantiene al seguimiento). Se aprecia fuga discal importante a pesar de la cual el resultado fue satisfactorio.

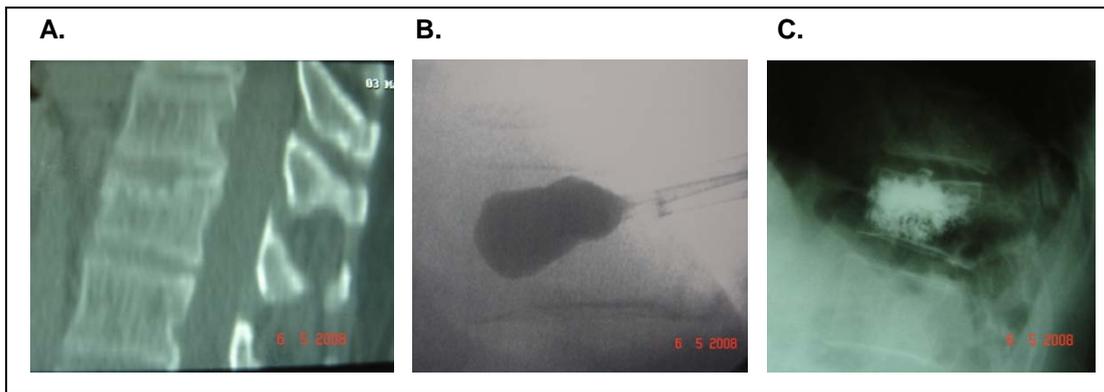


Fig 5.6. Varón de 66 años con FVO de T12 A1 AO/Magerl tras trauma banal. Tras 6 semanas de tratamiento conservador con persistencia de un dolor importante se decide realizar CP con buen resultado clínico. Puede apreciarse pequeña fuga discal. **A:**TAC; **B:**Balón; **C:**CP.

### 5.1.2. VARIABLES INDEPENDIENTES CUANTITATIVAS.

La tabla 5.11 muestra los valores medios y extremos de las variables independientes cuantitativas recogidas en los pacientes de nuestra muestra. Los parámetros vertebrales se calculan analizando el número total de vértebras tratadas (nº total:194).

VARIABLE	MEDIA	VP	CP	SIGNIF.
Edad	61±1,59	66,4±1,8	56,1±2,3	P=0.001
Tiempo con dolor (días)	89,97±9,94	136,3±17,0	66,7±8,7	P=0.001
Vértebras tratadas	1,9±0,12	2,4±0,2	1,3±0,5	P=0.000
<b>Altura vertebral parte anterior</b>				
Prequirúrgica	16,99±0,41	16,7±0,5	17,2±0,5	NS
Postquirúrgica	18,17±0,44	16,9±0,5	19,3±0,6**	P=0.005
Al año	18,15±0,44	16,9±0,5	19,3±0,6**	P=0.005
<b>Altura vertebral parte media</b>				
Prequirúrgica	17,59±0,40	17,4±0,5	17,8±0,6	NS
Postquirúrgica	18,82±0,42	17,6±0,5*	20,0±0,6**	P=0.003
Al año	18,79±0,42	17,6±0,5*	20,0±0,6**	P=0.004
Volumen de cemento total	7,32±0,49	8,8±0,5	5,7±0,3	P=0.002
Tiempo de ingreso (horas)	50,99±4,97	48,5±5,6	56,9±8,6	NS
<b>Número de analgésicos</b>				
Prequirúrgicos	7,83±0,33	9,1±0,4	6,5±0,3	P=0.000
Al mes	2,51±0,26	3,2±0,3	1,8±0,3	P=0.005
A los 6 meses	2,26±0,22	2,9±0,3	1,6±0,2	P=0.005
Al año	2,33±0,23	3,0±0,3	1,6±0,2	P=0.003

Tabla 5.11. Estadísticos descriptivos de las variables independientes cuantitativas.

### 5.1.3. VARIABLES DEPENDIENTES.

#### EVOLUCIÓN CLÍNICA Y FUNCIONAL EN TODA LA MUESTRA.

##### 5.1.3.1. Escala analógica visual

Los valores medios obtenidos con la escala analógica visual en nuestros pacientes los reflejamos en la tabla 5.12.

Escala Analógica Visual	MUESTRA	VP	CP	Significación
<b>Inicial (antes del tratamiento)</b>	8,90±0,107	8,92±0,162	8,90±0,138	NS
<b>Al alta</b>	4,07±0,23**	4,76±0,3**	3,43±0,2**	P=0.003
<b>Al mes</b>	3,65±0,22**	4,27±0,3**	3,10±0,3**	P=0.000
<b>A los 6 meses</b>	3,71±0,22**	4,53±0,2**	2,96±0,3**	P=0.000
<b>Al año</b>	3,84±0,24**	4,70±0,3**	3,04±0,3**	P=0.000

Tabla 5. 12. Valores de la EAV en nuestra muestra. Los valores se expresan como media  $\pm$  error estándar de la media. NS: No significativo. Significación por columnas en comparación con los valores iniciales: \*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.001$

En nuestra muestra los pacientes mejoraron significativamente tras el tratamiento en cuanto al dolor medido con una EAV, con un descenso de la misma de casi 5 puntos al final del seguimiento. Tanto los tratados con VP como los del grupo de CP mejoraron de manera estadísticamente significativa. Esta mejora también fue significativamente superior en los pacientes tratados mediante cifoplastia en la muestra en su conjunto.

### 5.1.3.2 Escala de Oswestry

Los valores medios obtenidos en los diferentes ítems del índice de discapacidad de Oswestry en nuestros pacientes se reflejan en las tablas 5.13 a 5.22. La tabla 5.23 muestra la escala de Oswestry global. Los valores se expresan como media  $\pm$  error estándar de la media. NS: No significativo.

Oswestry.	MUESTRA	VP	CP	Significación
<b>Intensidad Dolor</b>				
<b>Inicial (antes del tratamiento)</b>	3,86 $\pm$ 0,670	3,82 $\pm$ 0,056	3,78 $\pm$ 0,058	NS
<b>Al mes</b>	1,53 $\pm$ 0,12**	1,92 $\pm$ 0,1**	1,18 $\pm$ 0,1**	P=0.002
<b>A los 6 meses</b>	1,70 $\pm$ 0,18**	1,92 $\pm$ 0,1**	1,12 $\pm$ 0,1**	P=0.001
<b>Al año</b>	1,59 $\pm$ 0,14**	1,91 $\pm$ 0,1**	1,12 $\pm$ 0,1**	P=0.001

Tabla 5.13. Escala de Oswestry. Intensidad del dolor en los pacientes de nuestra muestra. Significación por columnas en comparación con los valores iniciales: \* p<0.05; \*\* p<0.001

Oswestry.	MUESTRA	VP	CP	Significación
<b>Estar de pie</b>				
<b>Inicial (antes del tratamiento)</b>	3,15 $\pm$ 0,099	3,22 $\pm$ 0,138	3,16 $\pm$ 0,147	NS
<b>Al mes</b>	1,31 $\pm$ 0,085**	1,61 $\pm$ 0,1**	1,04 $\pm$ 0,1**	P=0.001
<b>A los 6 meses</b>	1,35 $\pm$ 0,091**	1,76 $\pm$ 0,1**	0,98 $\pm$ 0,1**	P=0.000
<b>Al año</b>	1,32 $\pm$ 0,089**	1,68 $\pm$ 0,1**	0,98 $\pm$ 0,1**	P=0.000

Tabla 5.14. Escala de Oswestry. Tolerancia a la bipedestación en pacientes de nuestra muestra. Significación por columnas en comparación con valores iniciales: \* p<0.05; \*\* p<0.001

Oswestry.	MUESTRA	VP	CP	Significación
<b>Cuidados personales</b>				
<b>Inicial (antes del tratamiento)</b>	3,61 $\pm$ 0,092	3,67 $\pm$ 0,103	3,57 $\pm$ 0,149	NS
<b>Al mes</b>	1,18 $\pm$ 0,100**	1,53 $\pm$ 0,1**	0,86 $\pm$ 0,1**	NS
<b>A los 6 meses</b>	1,27 $\pm$ 0,142**	1,51 $\pm$ 0,1**	0,84 $\pm$ 0,1**	P=0.001
<b>Al año</b>	1,18 $\pm$ 0,101**	1,55 $\pm$ 0,1**	0,84 $\pm$ 0,1**	P=0.000

Tabla 5.15. Escala de Oswestry. Habilidad para cuidados personales en pacientes de nuestra muestra. Significación por columnas en comparación con valores iniciales: \* p<0.05; \*\* p<0.001

Oswestry. Dormir	MUESTRA	VP	CP	Significación
Inicial (antes del tratamiento)	2,00±0,1	2,10±0,141	1,88±0,139	NS
Al mes	0,46±0,73**	0,57±0,1**	0,33±0,1**	NS
A los 6 meses	0,56±0,80**	0,76±0,1**	0,35±0,0**	P=0.010
Al año	0,50±0,07**	0,68±0,1**	0,33±0,0**	P=0.016

Tabla 5. 16. Escala de Oswestry. Capacidad de dormir en los pacientes de nuestra muestra. Significación por columnas en comparación con valores iniciales: \* p<0.05; \*\* p<0.001

Oswestry. Levantar pesos	MUESTRA	VP	CP	Significación
Inicial (antes del tratamiento)	3,76±0,082	3,82±0,095	3,71±0,129	NS
Al mes	1,77±0,106**	1,90±0,1**	1,69±0,1**	NS
A los 6 meses	1,67±0,104**	1,78±0,1**	1,63±0,1**	NS
Al año	1,73±0,105**	1,83±0,1**	1,63±0,1**	NS

Tabla 5. 17. Escala de Oswestry. Capacidad de levantar peso en los pacientes de nuestra muestra. Significación por columnas en comparación con valores iniciales: \* p<0.05; \*\* p<0.001

Oswestry. Vida sexual	MUESTRA	VP	CP	Significación
Inicial (antes del tratamiento)	3,69±0,097	3,55±0,143	3,86±0,125	NS
Al mes	1,14±0,093**	1,24±0,1**	1,04±0,1**	NS
A los 6 meses	1,13±0,103**	1,31±0,1**	0,96±0,1**	NS
Al año	1,11±0,102**	1,28±0,1**	0,96±0,1**	NS

Tabla 5.18. Escala de Oswestry. Actividad sexual en los pacientes de nuestra muestra. Significación por columnas en comparación con valores iniciales: \* p<0.05; \*\* p<0.001

Oswestry. Andar	MUESTRA	VP	CP	Significación
Inicial (antes del tratamiento)	2,90±0,108	3,00±0,143	2,84±0,162	NS
Al mes	0,95±0,086**	1,31±0,1**	0,65±0,1**	P=0.000
A los 6 meses	0,99±0,098**	1,33±0,1**	0,71±0,1**	P=0.000
Al año	1,04±0,100**	1,43±0,1**	0,69±0,1**	P=0.000

Tabla 5.19. Escala de Oswestry. Capacidad para andar en los pacientes de nuestra muestra. Significación por columnas en comparación con valores iniciales: \* p<0.05; \*\* p<0.001

Oswestry. Vida Social	MUESTRA	VP	CP	Significación
Inicial (antes del tratamiento)	3,34±0,085	3,35±0,103	3,35±0,131	NS
Al mes	1,27±0,104**	1,61±0,1**	0,94±0,1**	P=0.001
A los 6 meses	1,21±0,101**	1,59±0,1**	0,86±0,1**	P=0.000
Al año	1,24±0,105**	1,66±0,1**	0,86±0,1**	P=0.000

Tabla 5. 20. Escala de Oswestry. Habilidades sociales en los pacientes de nuestra muestra. Significación por columnas en comparación con valores iniciales: \* p<0.05; \*\* p<0.001

Oswestry. Estar Sentado	MUESTRA	VP	CP	Significación
Inicial (antes del tratamiento)	2,74±0,089	2,61±0,100	2,88±0,139	NS
Al mes	0,92±0,087**	1,06±0,1**	0,78±0,1**	NS
A los 6 meses	0,93±0,086**	1,20±0,1**	0,67±0,1**	P=0.001
Al año	0,91±0,085**	1,17±0,1**	0,67±0,1**	P=0.003

Tabla 5. 21. Escala de Oswestry. Tolerancia a la sedestación en los pacientes de nuestra muestra. Significación por columnas en comparación con valores iniciales: \* p<0.05; \*\* p<0.001

Oswestry. Viajar	MUESTRA	VP	CP	Significación
Inicial (antes del tratamiento)	3,26±0,097	3,12±0,115	3,41±0,149	NS
Al mes	1,09±0,088**	1,37±0,1**	0,82±0,1**	P=0.001
A los 6 meses	0,98±0,082**	1,22±0,0**	0,75±0,1**	P=0.002
Al año	1,00±0,083**	1,28±0,1**	0,75±0,1**	P=0.001

Tabla 5.22. Escala de Oswestry. Tolerancia a los viajes en los pacientes de nuestra muestra. Significación por columnas en comparación con valores iniciales: \* p<0.05; \*\* p<0.001

Oswestry. Global	MUESTRA	VP	CP	Significación
Inicial (antes del tratamiento)	32,24±0,655	32,26±0,81	32,45±1,01	NS
Al mes	11,61±0,78**	14,12±0,9**	9,33±1,1**	P=0.002
A los 6 meses	11,48±0,79**	14,36±0,9**	8,86±1,1**	P=0.000
Al año	11,53±0,80**	14,46±0,9**	8,82±1,1**	P=0.000

Tabla 5.23. Escala de Oswestry global para los pacientes de nuestra muestra. Significación por columnas en comparación con valores iniciales: \* p<0.05; \*\* p<0.001

En la tabla 5.24 apreciamos como ambas técnicas recuperan altura pero la CP alcanza una mayor recuperación y una mayor significación.

Altura vertebral parte anterior	VP	CP	Significación
Prequirúrgica	16,7±0,5	17,2±0,5	NS
Postquirúrgica	16,9±0,5	19,3±0,6**	P=0.005
Al año	16,9±0,5	19,3±0,6**	P=0.005
Altura vertebral parte media	VP	CP	Significación
Prequirúrgica	17,4±0,5	17,8±0,6	NS
Postquirúrgica	17,6±0,5*	20,0±0,6**	P=0.003
Al año	17,6±0,5*	20,0±0,6**	P=0.004

Tabla 5.24. Altura vertebral para el conjunto de pacientes de nuestra muestra. Significación por columnas en comparación con los valores iniciales: \* p<0.05; \*\* p<0.001.

#### 5.1.4. VARIABLES DEPENDIENTES.

#### EVOLUCIÓN CLÍNICA Y FUNCIONAL EN PACIENTES CON OSTEOPOROSIS PRIMARIA.

Dadas las diferencias en los resultados clínicos encontradas entre los pacientes tratados mediante vertebroplastia y cifoplastia, a favor generalmente de la cifoplastia, y teniendo en cuenta que variables como la edad, el sexo, el número de fracturas, la etiología, etc., podían tener una gran influencia en el resultado final, se decidió minimizar el impacto de estas variables haciendo una comparación sólo entre los pacientes con osteoporosis primaria (22 VP y 22 CP). A pesar de ello los pacientes con osteoporosis primaria tratados mediante vertebroplastia tenían mayor edad, mayor número de fracturas y comorbilidades y una ingesta mayor de analgésicos previa. La siguiente tabla muestra las diferencias significativas en estos dos subgrupos de la muestra, tanto iniciales como al seguimiento.

VARIABLE	VP	CP	SIGNIFICACIÓN
Edad	73,0±1,5	65,9±1,9	0.007
Nº de vértebras afectas	2.41±0.27	1.64±0.18	0.024
Nº de vértebras tratadas	2.36±0.27	1.55±0.67	0.013
Analgésicos iniciales	9.16±0.48	6.55±0.38	0.046
Ítem 2 Osw. INICIAL Bipedestación	3.32±0.06	2.82±0.08	0.034
Ítem 7 Osw. INICIAL Andar	3.14±0.15	2.50±0.15	0.006
EVA al alta	5.18±0.38	3.59±0.45	0.011
Ítem 2 Osw. 1 mes Bipedestación	1.73±0.13	1.14±0.16	0.008
Ítem 7 Osw. 1 mes Andar	1.14±0.17	0.91±0.17	0.030
Ítem 2 Osw. 6 meses Bipedestación	1.77±0.13	1.23±0.16	0.012
Ítem 7 Osw. 6 meses Andar	1.64±0.16	1.09±0.17	0.029
Ítem 2 Osw. 1 AÑO Bipedestación	1.71±0.14	1.23±0.16	0.028
Ítem 7 Osw. 1 AÑO Andar	1.71±0.19	1.09±0.17	0.022

Tabla 5.25. Variables con diferencias estadísticamente significativas en el grupo de Osteoporosis 1ª, tanto en el estado inicial como en la evolución, tratados mediante vertebroplastia y cifoplastia.

La evolución no fue mejor en un grupo con respecto a otro. Sólo las variables que inicialmente tenían un valor significativamente diferente en los pacientes tratados mediante vertebroplastia, siguieron manteniendo su significación a lo largo del seguimiento.

La altura vertebral en el grupo de osteoporosis primaria no difirió entre ambos grupos, tanto la prequirúrgica como la postquirúrgica (Tabla 5.26) (Fig.5.7.).

ALTURA VERTEBRAL	VP	CP	Significación x filas
Altura anterior Inicial (antes del tratamiento)	15.88 ± 0.75	15.79 ± 0.80	NS
Altura anterior postcirugía	16.13 ± 0.80	17.97 ± 0.87**	NS
Altura anterior al año	16.08 ± 0.80	17.95 ± 0.87**	NS
Altura parte media inicial	17.13 ± 0.73	16.54 ± 0.88	NS
Altura parte media postcirugía	17.36 ± 0.77	18.75 ± 0.92**	NS
Altura parte media al año	15.36 ± 0.77	18.62 ± 0.91**	NS

Tabla 5. 26. Diferencias en las alturas vertebrales en tre pacientes con osteoporosis primaria tratados mediante vertebroplastia y cifoplastia. Valores calculados para el número total de vértebras tratadas en pacientes con osteoporosis primaria. Significación por columnas en comparación con los valores iniciales: \* p<0.05; \*\* p<0.001

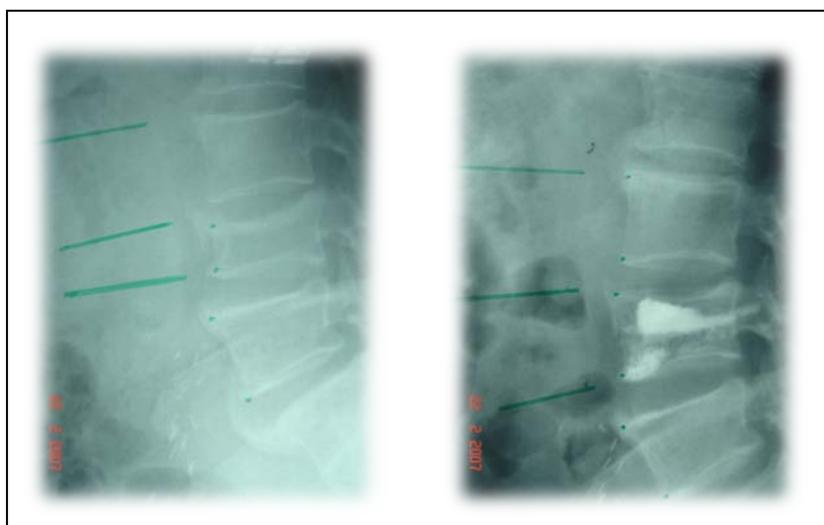


Fig. 5.7. Mujer de 67 años con fractura de L3 tipo A1 AO/Magerl tras caída por escaleras. Tras 2 semanas de tratamiento ortopédico y médico el dolor es insoportable (EAV: 10) y se decide realizar CP. Obsérvese la restauración completa de la altura perdida y de la angulación regional traumática (ART). La EAV pasa de 10 a 2 en 24 horas y se mantiene al seguimiento.

## 5.2. ANALISIS ESTADÍSTICO MULTIVARIANTE

### 5.2.1 ANALISIS DEL TOTAL DE LA MUESTRA

En la Tabla 5.27 se recoge la calibración del test que no difiere significativamente del modelo real. El resultado de la regresión logística que partió de la inclusión de toda la muestra se recoge en la tabla 5.28.

Resultaron significativas las variables clínicas “traumatismo recodificado”, “número de vértebras tratadas”, “Altura del tercio medio vertebral prequirúrgica” y “altura del tercio medio vertebral postquirúrgica”.

Los pacientes con traumatismo severo, con mayor número de vértebras tratadas y con mayor altura vertebral en el tercio medio postquirúrgica, tuvieron una mejor evolución. Los pacientes con mayor altura vertebral en el tercio medio prequirúrgica tuvieron peor evolución.

Paso	Chi-cuadrado	Grados libertad	Significación
1	6,344	8	0,609

Tabla 5.27. Calibración del test con la prueba de Hosmer y Lemeshow

VARIABLES	Coefficiente Beta*	Significación	OR	I.C. 95,0% para OR
Traumatismo recodificado	-2,228	0,002	0,108	0,026-0,440
Número de vértebras tratadas	-0,415	0,055	0,660	0,433-1,008
Altura vertebral media prequirúrgica	0,675	0,002	1,964	1,290-2,991
Altura vertebral media postquirúrgica	-0,693	0,001	0,500	0,327-0,765

Tabla 5.28. Resultados de la regresión logística con las variables incluidas en el modelo final.

\*Un coeficiente beta positivo se corresponde con mala evolución mientras uno negativo implica buena evolución.

La sensibilidad y especificidad con un valor de corte de 0.5 para predecir la buena evolución viene recogida en la tabla 5.29.

OBSERVADO	PRONOSTICADO		CORRECTO	
	BUENA	MALA		
BUENA	48	13	78.7	SENSIBILIDAD
MALA	13	26	66.7	ESPECIFICIDAD

Tabla 5.29. Sensibilidad y especificidad de este modelo para predecir la buena evolución.

La discriminación del test se recoge en el gráfico 5.13. El área bajo la curva es del 76%. Se considera que este es el porcentaje de casos en que este modelo es capaz de clasificar los pacientes en buena o mala evolución; es decir que en el 76% de los casos con esas 4 variables podemos saber si va a haber buena evolución.

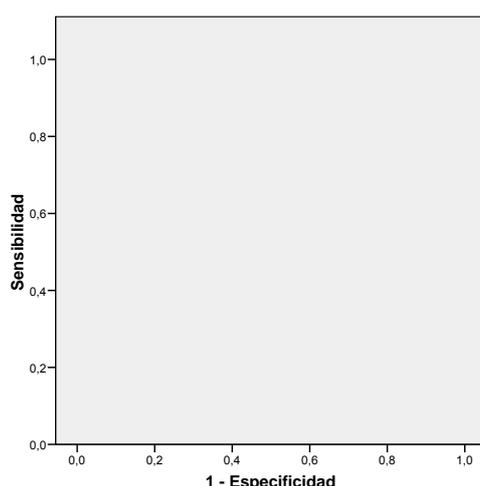


Gráfico 5.13. Curva ROC que discrimina la buena evolución de la mala. Área bajo curva: 76%.

### 5.2.2 ANALISIS DE LOS PACIENTES CON OSTEOPOROSIS PRIMARIA

En la Tabla 5.30 se recoge la calibración del test que no difiere significativamente del modelo real. El resultado de la regresión logística que partió de la inclusión de los pacientes con osteoporosis primaria se recoge en la tabla 5.31.

Resultaron significativas las variables clínicas “número de vértebras tratadas”, “altura del tercio medio vertebral prequirúrgica” y “altura del tercio medio vertebral postquirúrgica”. Cuanto mayor es el número de vértebras tratadas y la altura vertebral

media postquirúrgica la evolución es mejor. Cuanto mayor es la altura vertebral media prequirúrgica la evolución es peor.

Paso	Chi-cuadrado	Grados libertad	Significación
1	4,315	8	0,828

Tabla 5.30. Calibración del test con la prueba de Hosmer y Lemeshow

VARIABLES	Coefficiente Beta	Sig.	OR	I.C.95,0% para OR
Número de vértebras tratadas.	-,942	,030	,390	0,166-0,913
Altura vertebral media prequirúrgica	,921	,008	2,513	1,267-4,983
Altura vertebral media postquirúrgica	-,837	,009	,433	0,232-0,808

Tabla 5.31. Resultados de la regresión logística con las variables incluidas en el modelo final.

La sensibilidad y especificidad con un valor de corte de 0.5 para predecir la buena evolución viene recogida en la siguiente tabla.

OBSERVADO	PRONOSTICADO		CORRECTO	
	BUENA	MALA		
BUENA	14	9	60.9	SENSIBILIDAD
MALA	7	14	66.7	ESPECIFICIDAD

Tabla 5.32. Sensibilidad y especificidad de este modelo para predecir la buena evolución.

La discriminación del test se recoge en el gráfico 5.14. El área bajo la curva es del 76%. Se considera que éste es el porcentaje de casos en que este modelo es capaz de clasificar los pacientes en buena o mala evolución.

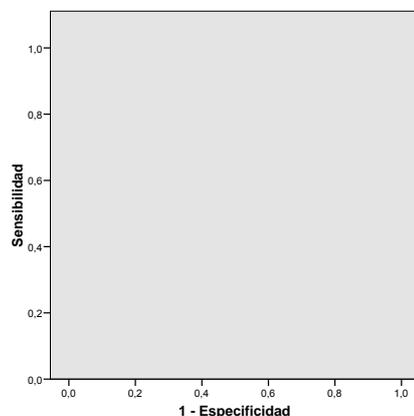


Gráfico 5.14. Curva ROC que discrimina la buena evolución de la mala. Área bajo curva: 76%.

# 6. DISCUSIÓN

## 6. DISCUSIÓN

### 6.1. Diseño

Éste es un estudio de cohortes prospectivo que incluye pacientes con fractura de causa traumática, tumoral y osteoporótica.

La principal limitación del estudio ha sido la selección no aleatoria de los pacientes que se ha basado fundamentalmente en las condiciones clínicas de los mismos. Al ser una experiencia inicial, nos basamos en datos de la literatura, tratando a los pacientes más jóvenes, con menor número de fracturas y con lesiones más recientes, y por tanto con una teórica mayor capacidad de recuperación de altura, mediante cifoplastia. En cambio la vertebroplastia, más rápida, más barata y menos agresiva se reservó para pacientes de mayor edad, con mayor número de fracturas y comorbilidades y de mayor tiempo de evolución.

Con este enfoque tratamos de evitar problemas éticos que se hubieran derivado de no asignar los pacientes al tratamiento que, en base a los conocimientos de la literatura, considerábamos más apropiado. Sin embargo, en base a los buenos resultados obtenidos con ambas técnicas en este trabajo preliminar, sería recomendable el planteamiento dentro del hospital de un ensayo clínico con asignación aleatoria de los pacientes.

El análisis estadístico ha sido por menorizado y se ha completado con un análisis multivariante para eliminar posibles factores de confusión, tales como la edad, el sexo, la presencia de comorbilidades, etc. que han podido condicionar algunas diferencias entre los resultados obtenidos en ambos grupos de estudio.

### 6.2. Papel de la exploración clínica en el manejo de los pacientes con fractura vertebral

Como en cualquier disciplina médica, una buena historia clínica con una adecuada anamnesis y exploración física es el pilar fundamental para un correcto diagnóstico. Ésta nos orienta sobre las pruebas complementarias necesarias que nos confirmarán o descartarán la sospecha clínica inicial. De especial importancia es la recogida de la existencia de los llamados signos de alarma (“red flags”), que pueden indicar la presencia de una fractura vertebral, un tumor espinal, un proceso inflamatorio o una

compresión neurológica raquídea severa. Estos signos de alarma nos orientan hacia la presencia de una fractura vertebral por insuficiencia o patológica. Ejemplo de éstos serían la edad avanzada, la ingesta de corticoides, la pérdida de peso o apetito y la existencia de un tumor primario conocido, etc. (Cheung 2008).

Debemos hacer al paciente las clásicas preguntas hipocráticas: ¿qué le pasa?, ¿desde cuándo? y ¿a qué lo atribuye?; con estas simples preguntas podemos tener una aproximación bastante certera de la etiología del proceso, de la repercusión de los síntomas en su vida cotidiana y de la cronología del mismo. Esto nos permite tener una aproximación para definir el tipo de dolor. El dolor mecánico, que se incrementa con el movimiento y que mejora con el reposo, es típico de la inestabilidad por causa degenerativa o secundaria a una fractura. En cambio, el dolor en reposo, más continuo y que con frecuencia se intensifica por la noche dificultando el sueño, es más típico de los cambios inflamatorios asociados a procesos infecciosos o neoplásicos (Garfin 1998).

Una vez realizada la anamnesis y la exploración clínica es recomendable objetivar los síntomas del paciente con escalas validadas para poder cuantificar la limitación y para poder valorar posteriormente el impacto de nuestra actuación terapéutica. Los métodos de cuantificación del dolor y de la discapacidad usados en este trabajo, EVA (escala visual analógica) y el índice de Discapacidad de Oswestry, aunque basados en la percepción del paciente, están ampliamente validados en la literatura internacional, usándose tanto en la valoración de pacientes con dolor secundario a patología degenerativa vertebral (Häkkinen 2007) como secundario a fracturas vertebrales (Ruiz Santiago 2010). Ambas escalas son rápidas de realizar en la práctica clínica y recogen una información precisa sobre la intensidad del dolor y la repercusión del mismo sobre las actividades de la vida diaria que abarcan desde limitación de actividades domésticas a la participación en actividades externas.

### **6.3. Papel de las técnicas de imagen en el manejo de los pacientes con fractura vertebral.**

Actualmente está bien establecido que la radiología simple, en ausencia de traumatismo, tiene un valor limitado y a que los cambios degenerativos son muy comunes y patología más relevante, tumoral o infecciosa, puede pasar desapercibida. (McNally 2001).

En cuanto al dolor espinal no complicado, de etiología mecánica y/o degenerativa, no sólo la radiología convencional raquídea, sino las técnicas tomográficas, TAC y RM, han demostrado tener un impacto limitado en el manejo clínico y toma de decisiones de estos pacientes (Gillan 2001). Por tanto, las indicaciones de las técnicas de imagen, incluida la radiología simple, siguen siendo objeto de revisión.

Los signos de alarma (“red flags”) se definen como factores clínicos o epidemiológicos que indican necesidad de estudios de imagen ante una sintomatología dolorosa con origen potencialmente raquídeo (Spitzer 1987). Cuando existen signos de alarma, a la radiología convencional se le otorga el papel de técnica de estudio inicial en la columna traumática, en pacientes osteoporóticos y en pacientes mayores de 70 años. Ante la presencia de determinados signos de alarma como déficit neurológico, sospecha de neoplasia, patología inflamatoria o infección, existe una tendencia creciente en los clínicos a demandar la RM, si está disponible, como técnica de screening, por su mayor sensibilidad y especificidad en el diagnóstico de estas patologías (Kinkade 2007).

Los cambios morfológicos que permiten el diagnóstico radiológico de una fractura osteoporótica pueden requerir un tiempo para su desarrollo, por tanto una radiografía precoz puede no detectar la misma. Por eso, la ausencia de fractura en la radiografía simple en un paciente osteoporótico no excluye su presencia y, ante la persistencia de síntomas, se debe completar el estudio con RM (Mckiernan 2009). La RM es capaz de detectar fracturas sin deformidad vertebral, tiene mayor capacidad discriminativa entre fracturas benignas y malignas (Cuenod 1996) y permite valorar factores como el grado de edema, la deformidad vertebral o el grado de compresión sobre el espacio del canal medular, datos útiles para plantear el tipo de tratamiento: médico, percutáneo o quirúrgico abierto.

Los signos de resonancia usados en la discriminación entre fractura osteoporótica y de causa tumoral han sido los recogidos ampliamente en la literatura. En caso de duda se practicó biopsia previa a la vertebroplastia o cifoplastia. Generalmente la fractura vertebral osteoporótica suele adquirir dos morfologías, en cuña y bicóncava (en vértebra de pez o diábolo), mientras que la fractura patológica de causa tumoral suele demostrar cambios predominantemente osteolíticos. La presencia de colecciones aéreas radiolucidas dentro del cuerpo vertebral se considera un signo de necrosis vertebral (enfermedad de Kummel) y es un hallazgo sugerente de fractura osteoporótica benigna (Freedman 2009).

Para la planificación del tratamiento percutáneo en nuestros pacientes nos hemos basado en la presencia de patrón de edema de la médula ósea en la RM (imágenes de brillo en las secuencias T2 y STIR con descenso de señal en la secuencia T1) (Fig. 6.1.), que se considera un buen indicador de alivio a corto plazo del dolor, con obtención de un beneficio clínico en prácticamente todos los pacientes (Do 2000, Wardlaw 2009). También importante resulta la RMN para valorar cual es el nivel a tratar pues no siempre la vértebra con mayor pérdida de altura es la vértebra que provoca la sintomatología (Fig. 6.2.). Algunos estudios han demostrado también una reducción del dolor en pacientes sin edema de la médula ósea (Brown 2005).

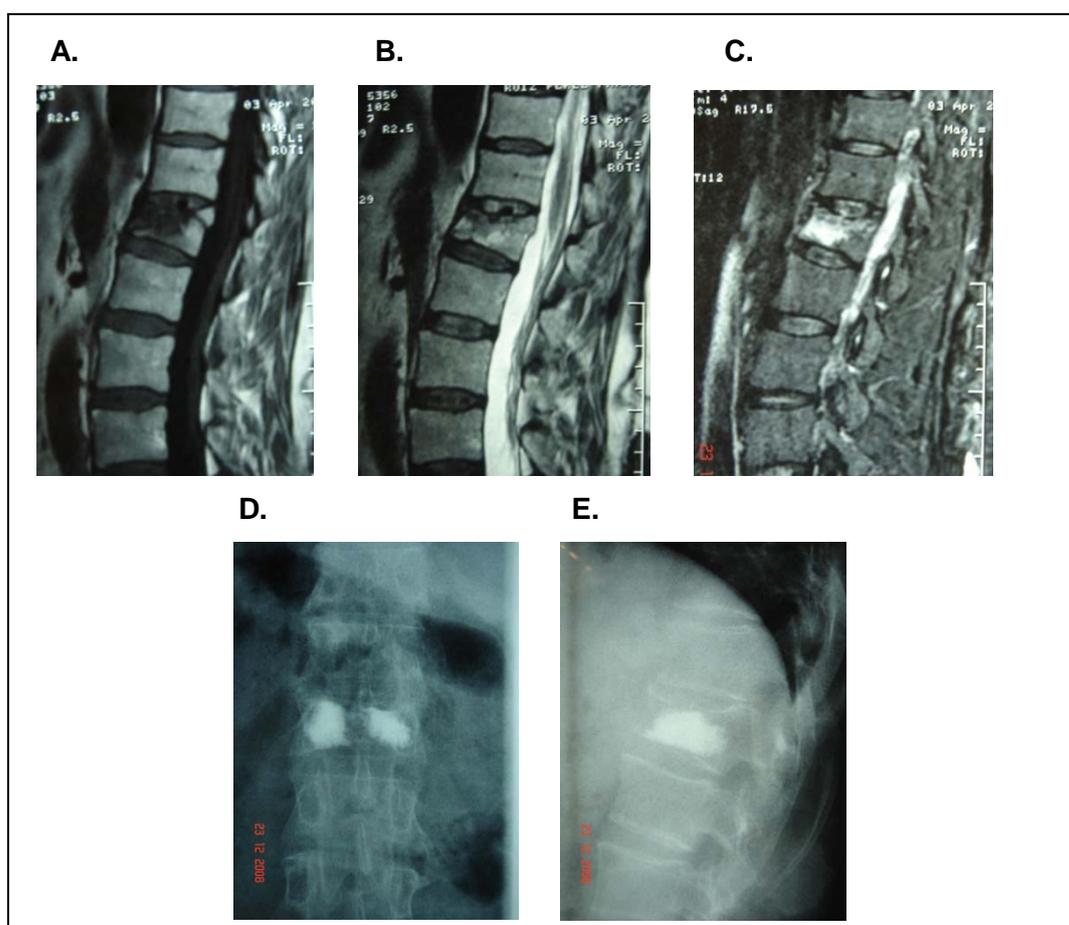


Fig 6.1. Varón de 45 años con caída hacía 6 meses que presenta una fractura de L1 tratada inicialmente con reposo, ortesis y Aines. Cursa desfavorablemente con persistencia de dolor y limitación funcional importantes (EAV: 8). En estudio de RMN se aprecia fractura de L1 con un edema importante (hiposeñal en T1 e hiperseñal en T2 y STIR). Se realiza una cifoplastia con resultado satisfactorio (EAV: 0 a las 24 horas y se mantiene al año).

**A:** Secuencia T1 de RMN (Edema: hiposeñal)

**B:** Secuencia T2 de RMN (Edema: hiperseñal)

**C:** Secuencia STIR (Supresión grasa) (Edema: gran hiperseñal)

**D y E:** Imágenes tras la CP de L1.

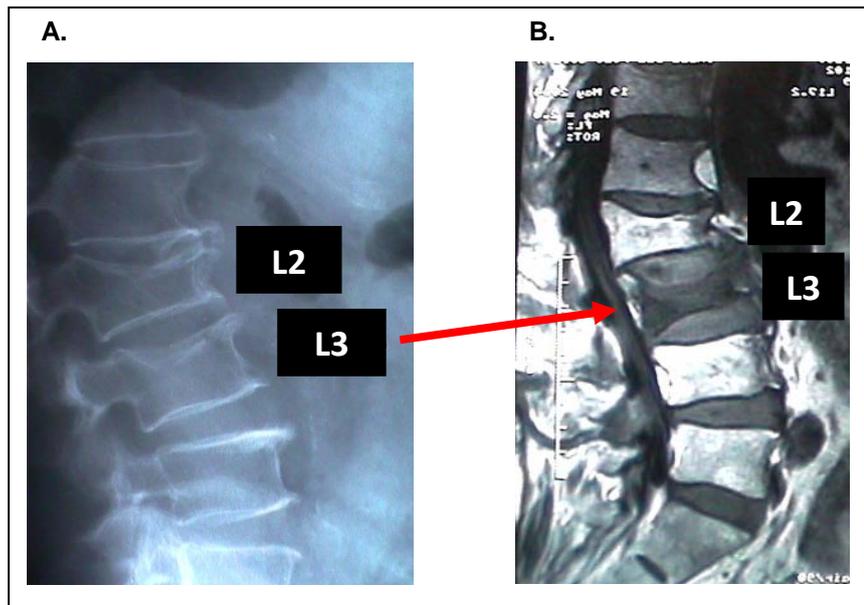


Fig.6.2. **A:** RX simple de paciente de nuestra serie con fractura de L2. Se trata inicialmente de manera conservadora durante 2 meses pero la clínica empeora por lo que se indica VP.

**B:** En RM 1 semana pre VP se aprecia como la L2 está curada y es la L3 la que presenta edema y un mayor aplastamiento que al iniciar el tratamiento conservador (hiposeñal en RM T1): Se realiza VP de L3 (La L2 está “curada” desde el punto de vista radiológico)

Algunos autores recomiendan realizar un segundo RM en la semana previa al procedimiento pues han encontrado un porcentaje elevado de pacientes que experimentan nuevos aplastamientos clínicamente relevantes en el periodo comprendido entre la propuesta de la intervención y la realización de la técnica con la consiguiente merma de resultados favorables al no tratar niveles lesionados más recientes (Benz 2009) (Fig 6.2.). En cualquier caso, nuestros pacientes tenían una RM realizada dentro del mes previo a la intervención y se le repitió el estudio justo antes del procedimiento si habían presentado un empeoramiento significativo o cambio en la localización del dolor.

#### 6.4. Repercusión del tratamiento sobre la clínica

El tratamiento percutáneo de las fracturas de cuerpo vertebral mediante vertebroplastia y cifoplastia está principalmente indicado tras el fracaso del tratamiento médico (mínimo de 4 semanas para la mayoría de autores) o cuando los pacientes no pueden tolerar el dolor, a pesar del mismo, o los efectos secundarios de la medicación. En nuestro estudio y en nuestra práctica diaria hemos respetado esta premisa en la mayoría de los casos, sólo hemos sido más “arriesgados” a la hora de indicar más precozmente estos tratamientos en pacientes jóvenes, con lesiones traumáticas de alta energía, en los que pensamos que una recuperación precoz y un

restablecimiento de la altura vertebral podría arrojar mejores resultados a largo plazo que demorar el tratamiento. En el resto de los casos tratamos este tipo de pacientes con reposo, ortesis, analgesia y posterior derivación al servicio de rehabilitación si lo precisaban. Con ello se curan prácticamente el 95% de las fracturas vertebrales en las que no se considera indicado el tratamiento quirúrgico inicial. Para ese 5% restante es para donde solemos indicar la vertebroplastia o la cifoplastia.

Estas técnicas (VP y CP), que se realizan de manera percutánea, han logrado el alivio del dolor en el 75-100% de los casos, con una tasa de complicaciones mínima; esto que está ampliamente respaldado en la literatura ha sido avalado por nuestro estudio. Estos resultados son válidos tanto para fracturas de carácter osteoporótico como neoplásico, en este último grupo los resultados clínicos son algo peores y las complicaciones algo superiores (Eck 2008, Meirhaeghe 1997, Wardlaw 2009, Lowe 2005).

Las complicaciones generalmente están relacionadas con las fugas de cemento al canal medular o a otras estructuras vecinas, aunque hay que señalar que la gran mayoría de las fugas que hemos tenido no han sido clínicamente relevantes. Las complicaciones graves, como la embolia pulmonar, la infección o el daño neuronal, son muy poco frecuentes (Levine 2000, Jense 2000, Yeom 2003, Jang 2002).

En nuestro trabajo hemos obtenido beneficio clínico y funcional con ambas técnicas tanto en pacientes con osteoporosis, como con neoplasias y con fracturas traumáticas de alta energía. Esto está en concordancia con la mayoría de estudios publicados sobre el tema (Chi 2008, Garfin 2001). Además el 95% de nuestros pacientes están satisfechos con el tratamiento realizado (Fig. 6.3.).



A. B. C. D. E. F.

Fig 6.3. Varón de 43 años con una fractura de L1 tras sufrir caída desde 4 metros de altura. La lesión tenía 3 meses de evolución (inicialmente fue tratada en otro centro con ortesis). La RMN evidencia persistencia de edema. Se realiza CP con buen resultado. EAV pasa de 7 a 1 en 24 horas y se mantiene al seguimiento. Reincorporación laboral a las 2 semanas.

Para el grupo de osteoporosis primaria encontramos estudios que concluyen que ambas técnicas son similares (Jarvik 2006) y otros, como el de Kumar y cols., que afirman que la cifoplastia arroja resultados superiores a la vertebroplastia en términos de dolor y recuperación funcional. Kumar y cols. presenta una serie prospectiva de 52 pacientes (28 VP y 24 CP estadísticamente homogéneos preoperatoriamente) con una media de seguimiento de 42,3 semanas y asignación secuencial del tipo de tratamiento (Kumar 2010).

En el grupo de osteoporosis primaria de nuestra serie, el más numeroso de la misma, hemos podido comparar los resultados de ambas técnicas, no encontrándose diferencias en los resultados clínicos y funcionales entre las mismas. Por lo tanto, otros factores deben ser considerados en la decisión de utilizar una u otra técnica. La vertebroplastia fue seleccionada para pacientes ancianos, con fracturas más crónicas (más tiempo con el dolor) y un mayor número de fracturas y comorbilidades, ya que esta técnica se considera más rápida, menos invasiva y menos costosa que la cifoplastia (Vallejo 2006). A pesar de este sesgo de selección, los resultados fueron igualmente buenos para ambos grupos con similar tasa de complicaciones. Esto va en concordancia con muchos de los artículos revisados (Taylor 2006, Jarvik 2006, Eck 2008). Por lo tanto, ya que los pacientes tratados con vertebroplastia eran mayores, más debilitados y con fracturas más crónicas, se podría cuestionar que si los pacientes hubieran sido seleccionados de forma aleatoria hubieran evolucionado aun mejor con la vertebroplastia y con un menor coste sanitario (Fig 6.4.).



Fig.6.4. Mujer de 69 años con FVO múltiples dor solumbares. Tras varios meses de ortesis, analgésicos y reposo se realiza VP con buen resultado clínico en términos de dolor y funcionalidad. (EAV pasa de 9 a 3 y se mantiene al año del tratamiento)

Dos trabajos recientes aleatorizados (Buchbinder 2009, Kallmes 2009) concluyen que no hay beneficio de la vertebroplastia en comparación con un procedimiento placebo en el que sólo se inyecta anestesia local en el área de la fractura. Sin embargo ambos estudios tienen importantes sesgos que cuestionan firmemente las conclusiones finales (Baerlocher 2010). En primer lugar el tamaño reducido de la muestra impide que la tendencia a la mejora, superior en el grupo de vertebroplastia, alcance significación estadística. Por otro lado, el porcentaje de controles que opta por pasarse al grupo de vertebroplastia fue muy elevado anulando la aleatoriedad de asignación de pacientes. En cuanto a la selección de pacientes, un porcentaje superior al 50% de los posibles candidatos fueron no seleccionables, entre ellos los que tenían mayor intensidad de dolor, siendo éstos los que suelen experimentar mayor beneficio tras la vertebroplastia (Ryu 2009). Finalmente es cuestionable si el tratamiento aplicado al grupo control es realmente un placebo, ya que en muchos pacientes el dolor vertebral se trata con bloqueo de la rama medial del ramo dorsal del nervio espinal (Baerlocher 2010), similar a lo que se hizo en el grupo control.

En base a estos resultados recomendamos la vertebroplastia como tratamiento primario para las fracturas vertebrales osteoporóticas que no responden al tratamiento médico. La cifoplastia la consideramos como un tratamiento alternativo en pacientes seleccionados debido a lo que mucho mayor de la misma (Ruiz Santiago 2010). Recomendamos la cifoplastia en fracturas recientes de 1 ó 2 vértebras, tipo A de AO/Magerl, en pacientes más jóvenes, donde buscamos una recuperación de la altura vertebral, o si consideramos muy alto el riesgo de fuga de cemento. La cifoplastia se ha relacionado con un menor dolor crónico por recuperar un adecuado balance sagital raquídeo (Lieberman 2001) y con una menor tasa de fugas (Hadjipavlou 2007, Phillips 2002).

Otro aspecto es la recuperación de la capacidad funcional, en nuestra serie ha sido algo superior para el grupo de la cifoplastia aunque no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas. Otros estudios encuentran una capacidad claramente superior en la recuperación de la capacidad funcional para el grupo de la cifoplastia. Taylor y cols. realizan una revisión sistemática comparativa de ambas técnicas encontrando similares resultados en términos de dolor pero peores resultados para la vertebroplastia en términos de recuperación funcional y de calidad de vida. (Taylor 2006).

## 6.5. Repercusión del tratamiento sobre la anatomía y la biomecánica

Además de su efecto analgésico, la cifoplastia tiene como objetivo restaurar la altura vertebral, persiguiendo con la reducción anatómica de la fractura una rápida movilización del paciente y una menor incidencia de secuelas a largo plazo (Lieberman 2001, Gaitanis 2006). Estudios recientes informan de una media de restauración de la altura vertebral de 4 mm en la parte anterior y media del cuerpo vertebral con este procedimiento. Sin embargo, el impacto clínico de esta recuperación de la altura es desconocida y no siempre necesario para la obtención de buenos resultados clínicos (Rhyne 2004, Feltes 2005).

Un estudio en cadáveres muestra un aumento de la altura vertebral de 5,1 mm después de la cifoplastia y 2,3 mm después de la vertebroplastia, respectivamente (Hiwatashi 2010). Sin embargo, algunos estudios clínicos de fracturas osteoporóticas no encontraron diferencias estadísticamente significativas en la restauración de altura entre ambas técnicas (Hiwatashi 2009). Esto está de acuerdo con nuestro trabajo. Aunque la cifoplastia consiguió una recuperación de altura aproximada de unos 2 mm con respecto a 0,5 mm de la vertebroplastia, estas diferencias no fueron significativas. Se supone que la recuperación de altura favorece la estabilidad mecánica, aunque no hay estudios que correlacionen el grado de recuperación de altura con el grado de estabilidad mecánica de la columna (Gill 2007).

En comparación con los estudios en cadáver, el disco y los tejidos blandos paravertebrales pueden dificultar la expansión vertebral lograda con técnicas más agresivas como la cifoplastia. Otros factores implicados en la restauración de la altura son el tiempo de evolución de la fractura y la presencia en hendidura intravertebral en las fracturas inestables. La presencia de hendidura intravertebral, denominada por algunos autores como quiste de necrosis o de Kummel, permite a la vertebroplastia conseguir una restauración mayor de la altura al llenar con cemento este espacio vacío y expansible con la reducción postural, aunque la fractura sea crónica (Carlier 2004, Vats 2006). (Fig 6.5.)

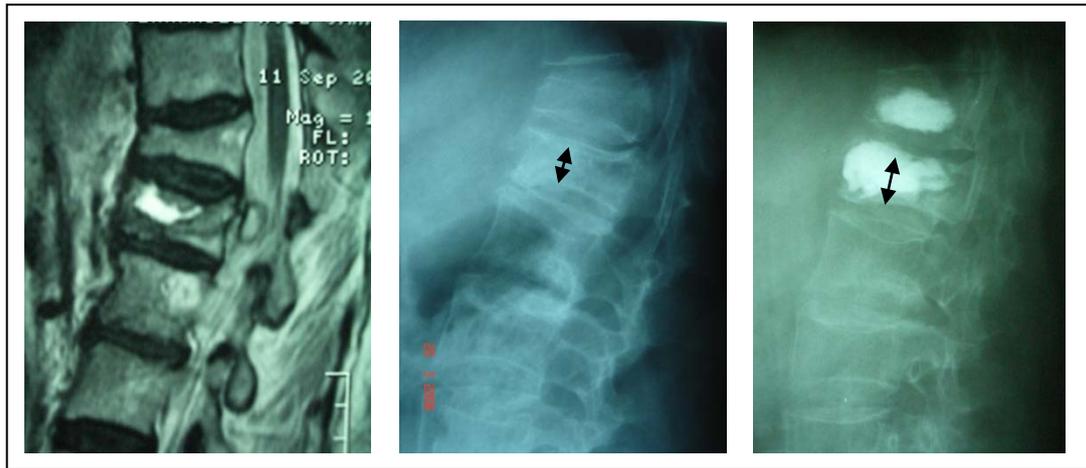


Fig. 6.5. Mujer de 64 años con FVO de las vértebras T12 y L1 a la que, tras el fracaso del tratamiento conservador durante 4 meses, se le realiza una VP con buen resultado clínico (EAV pasa de 9 a 3 y se mantiene al seguimiento). Obsérvese cómo aumenta de altura la zona del quiste de Kümmel a pesar de ser una VP en vez de una CP.

Por otro lado, los estudios biomecánicos sugieren que la pérdida de altura en los estudios de seguimiento es mayor en la cifoplastia que en la vertebroplastia (Kim 2006). Los autores plantean la hipótesis de que la carga repetida aplasta el hueso esponjoso débil entre las plataformas vertebrales y el bolo de cemento formado con la cifoplastia. En cambio, en la vertebroplastia, el cemento se inyecta a más presión, permitiendo que se entrelacen hueso esponjoso y cemento formando una columna más homogénea bajo las plataformas vertebrales que le permite resistir mejor las fuerzas de compresión y torsión. La altura y el ángulo de inclinación conseguidos tras la vertebroplastia se mantienen estables al año, según se ha de mostrado en estudios recientes (Kim 2006, Hiwatashi 2010).

No obstante, parece que el restablecimiento de la altura vertebral lo más cercano a la normalidad hace descender el número de refracturas en niveles vecinos (Eck 1997, Gaitanis 2003) y el mantenimiento de un perfil sagital raquídeo adecuado disminuye la tasa de secuelas dolorosas a largo plazo tras una fractura vertebral (Figs. 6.6. y 6.7.)

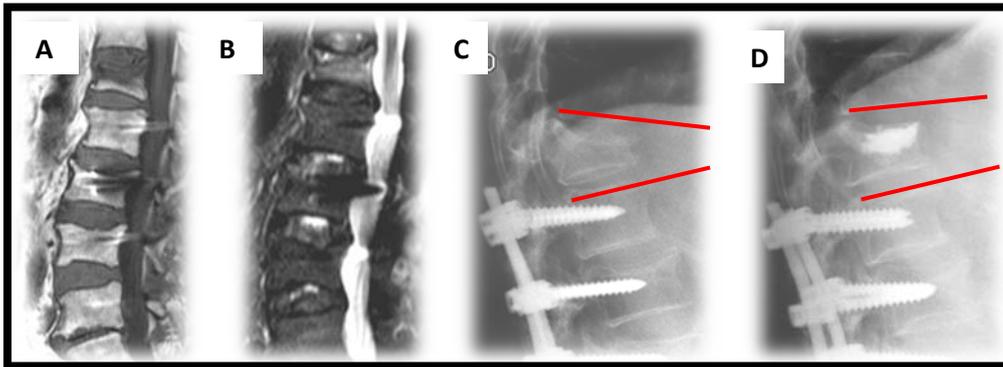


Figura 6.6. Mujer de 78 años con fractura de L1 tras un traumatismo banal. Previamente estaba operada de estenosis de canal medular lumbar mediante artrodesis con descompresión neurológica desde L2 a L5. Tras fracaso del tratamiento conservador se realiza CP. A pesar de tratarse de una fractura de carácter osteoporótico indicamos una cifoplastia para intentar restablecer un adecuado perfil sagital en la charnela dorso-lumbar. La paciente pasa de EAV de 9 a 2 en 24h. Obsérvese corrección de cifosis e incremento de altura de L1. **A:** RMT1; **B:** RMT2; **C:** RX preCP; **D:** RX postCP. y se mantiene al seguimiento anual.

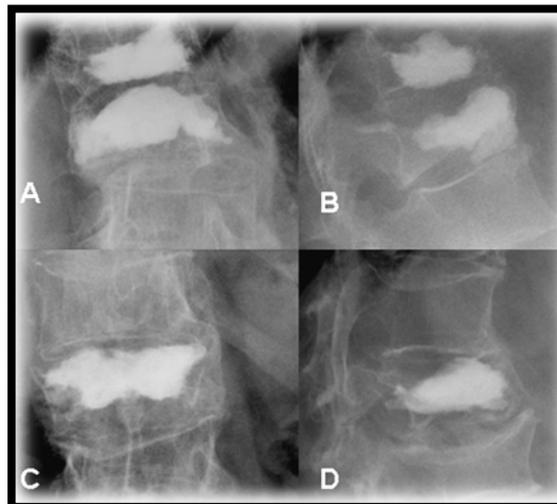


Figura 6.7. **A a D:** RX anteroposterior y lateral de pacientes de nuestra serie sometidos a VP (**A.yB.**) y a CP (**C.yD.**) por fracturas vertebrales osteoporóticas. En ambos casos se obtuvo un buen resultado clínico. Se puede observar que la severidad de la fractura es similar y no se aprecian diferencias en la distribución del PMMA.

## 6.6. Complicaciones de la técnica

La proporción de complicaciones de la vertebroplastia y la cifoplastia es pequeña, oscilando aproximadamente entre menos del 2% en el tratamiento de fracturas por compresión osteoporóticas y el 10% en el tratamiento de tumores malignos (McCall 2008, Freedman 2009).

En nuestra casuística el número de complicaciones ha estado dentro de lo reportado en la literatura, con un porcentaje de complicaciones agudas transitorias en torno al 3%. No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en cuanto a las complicaciones clínicamente relevantes acontecidas entre ambas técnicas, si bien el número de fugas ha sido mayor en el grupo de vertebroplastias, aunque éstas han sido asintomáticas en la mayoría de los casos. Esto está de acuerdo con lo reportado en la literatura, con rangos entre el 30% y el 70% para la vertebroplastia (Carlier 2004) y entre el 10% y el 50% para la cifoplastia (Hulme 2006, Hadjipavlou 2008). Nuestros porcentajes de extravasación con ambas técnicas han sido superiores, 66% en la vertebroplastia, y 34% en la cifoplastia. Esta diferencia puede ser debida a que los casos incluidos en nuestro trabajo son los primeros que hemos tratado y, por tanto, incluyen la curva de aprendizaje. También hay que considerar factores como el número de vértebras tratadas, o el uso o no de TAC postquirúrgico para detectar las fugas que se realizó en muchos de nuestros pacientes, y que es más sensible que si el estudio se basa sólo en la radiografía simple (Fig. 6.10.).

En cuanto a las complicaciones neurológicas, sólo hemos tenido 2 casos con radiculalgias transitorias y uno con disestesias, igualmente transitoria. Pero no debemos olvidar que se han publicado complicaciones neurológicas graves que hacen recomendar que la realización de estos tratamientos deba ser en centros donde exista un equipo de cirugía de columna experto que pueda intentar solventar este tipo de lesiones precozmente tras su aparición. (Birkenmaier 2007, Chen 2007, Korovessis 2008). A nuestros pacientes con radiculalgia se les realizó una infiltración con corticoides en la zona radicular irritada con buena respuesta. A algunos autores recomiendan también irrigación con suero frío de la zona de la raíz o del canal si se evidencia fuga foraminal para evitar, al menos, el efecto del etéreo exotérmico del PMMA (Kelekis 2003).

La literatura tampoco es concluyente sobre el incremento de riesgo de nuevas fracturas en las vértebras adyacentes a las tratadas. Nosotros no hemos encontrado diferencias significativas entre ambas técnicas, con un porcentaje del 12% (Figs. 6.8 y 6.9.), mientras que lo publicado en la literatura oscila entre el 8-52% para la vertebroplastia y 3-29% para la cifoplastia (McCall 2008), con un mayor riesgo en los 30 días posteriores al tratamiento (Fribourg 2004). En estos casos resulta difícil precisar si la nueva fractura es debida al procedimiento o forma parte de la historia natural de la enfermedad del paciente, ya que un paciente osteoporótico con fractura incrementa el riesgo de padecer una nueva fractura 12 veces (Melton 1999). De hecho, la aparición de nuevas fracturas también es frecuente en pacientes tratados

médicamente (Taylor 2006). Hulme, revisando 69 artículos publicados al respecto encuentra una incidencia de refracturas tras VP/CP mayor que la población normal osteoporótica pero igual que la población osteoporótica que ya había tenido una fractura vertebral (Hulme 2001). Otros autores encuentran menos refracturas tras la cifoplastia que en la evolución natural (Gaitanis 2003). En nuestra práctica clínica, incluidos los casos tratados en nuestra serie, no es muy infrecuente encontrar pacientes que presentan nuevas fracturas no diagnosticadas previamente, el día de realización del procedimiento.

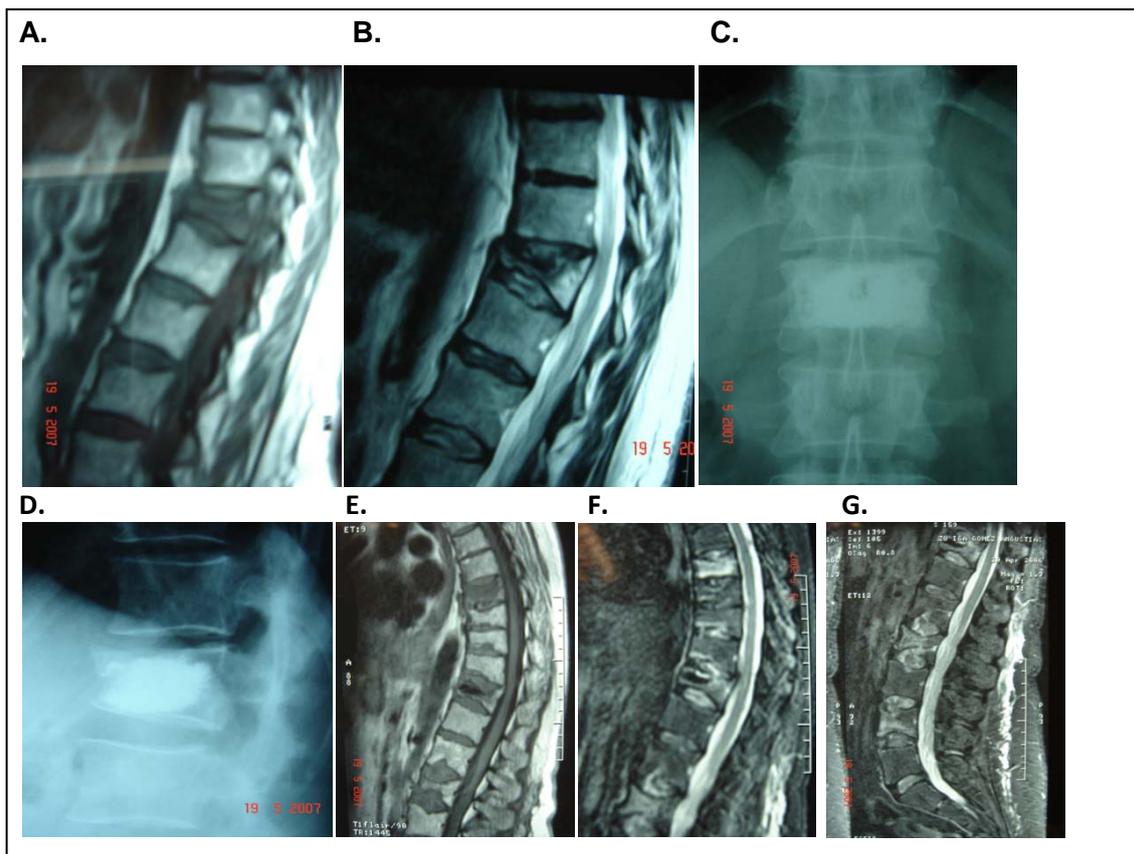


Fig. 6.8. Mujer de 60 años con FVO de L1. Tras fracaso del tratamiento conservador se realiza CP. Existe mejoría clínica pero al mes reingresa con mayor dolor. Se realiza nueva RMN que evidencia nuevas fracturas en niveles superiores e inferiores (a distancia).

**A:** RM (secuencia T1); **B:** RM (secuencia T2); **CyD:** RX post CP de L1; **E:** RM secuencia T1 donde se aprecian refracturas que no existían en la 1ª RM. **FyG:** RM (secuencias T2) dorsal y lumbar.

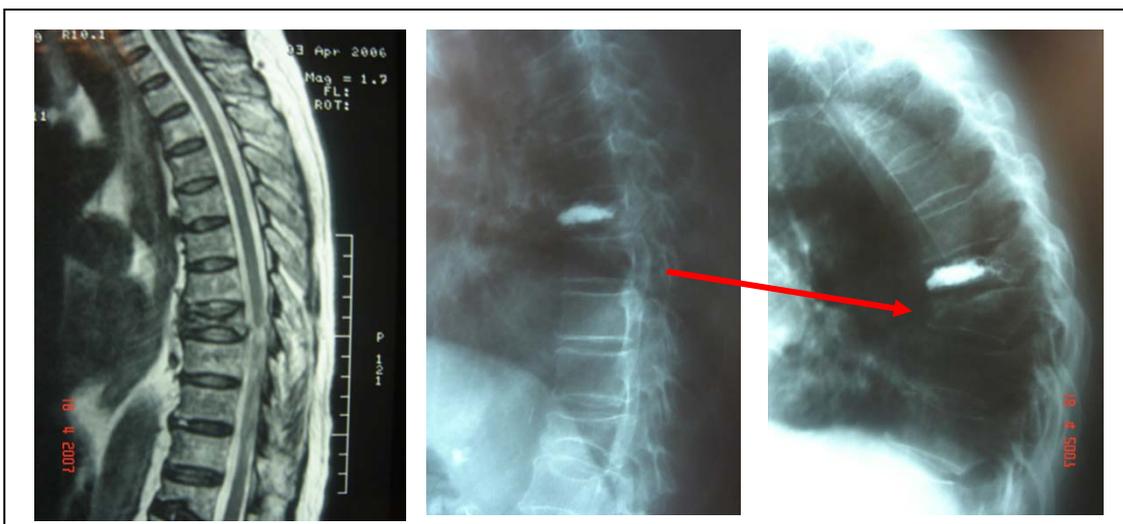


Fig 6. 9. Varón de 62 años con FVO de la vértebra T8 sometida a VP que sufre un empeoramiento a las 6 semanas a consecuencia de una refractura del nivel inferior (T9) que motiva una hipercifosis

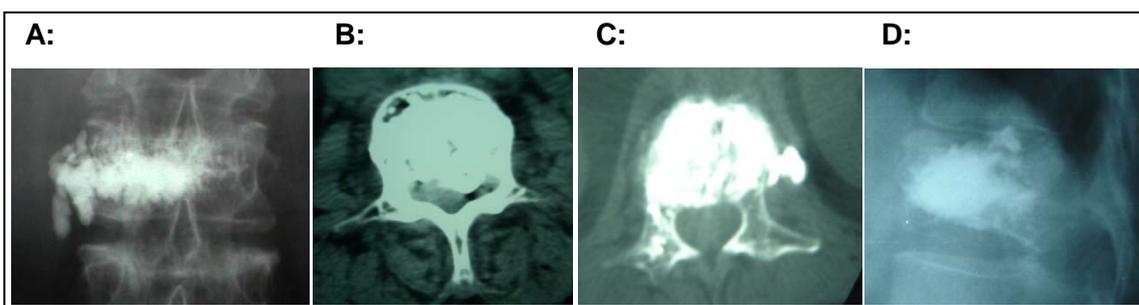


Fig 6.10. Fugas de PMMA. **AyB.** Fugas tras VP; **CyD:** Fugas tras CP

### 6.7. Factores implicados en la mejoría clínica.

El efecto analgésico de estas técnicas se cree mediado en parte por la ablación producida por el efecto exotérmico del cemento en las fibras C-nociceptivas (Fessi 2005). Desde el punto de vista mecánico, se ha implicado la estabilización de los fragmentos móviles y la recuperación de la altura del cuerpo vertebral (Belkoff 2001).

En nuestro trabajo, para analizar los factores implicados en la buena evolución, utilizamos el análisis multivariante que elimina los factores de confusión. Cuando lo aplicamos al conjunto de la muestra tratada observamos que los factores que implicaban un buen pronóstico eran la presencia de traumatismo severo, el mayor número de vértebras tratadas y una mayor ganancia de la altura vertebral en el tercio medio somático tras el procedimiento. En cambio, la presencia de una mayor altura media prequirúrgica era indicativa de mala evolución. Esto podría deberse a la mayor eficacia del balón para levantar la zona central de la vértebra (Fig. 6.1).

Es evidente que los pacientes jóvenes con una fractura reciente tratados mediante cifoplastia mostraron una mejoría espectacular y mucho más rápida que la esperable con tratamiento conservador, lo cual aporta unas ventajas importantes al hospital, con reducción del tiempo de ingreso, y a los pacientes en los aspectos laborales y personales. Esta mejoría se mantuvo durante el año de seguimiento. Sin embargo, creemos necesario realizar un ensayo clínico aleatorizado a largo plazo (de 2 a 5 años) para obtener conclusiones sobre la conveniencia de tratar a estos pacientes con cifoplastia frente al tratamiento conservador pues a largo plazo parece que los resultados se igualan. Agarwal presenta una serie de 48 pacientes con fracturas provocadas por traumatismos de alta energía (Tipos A1, A2 y A3 de AO/Magerl) a las que aleatoriza en dos grupos, uno con tratamiento convencional ortopédico o quirúrgico y otro con cifoplastia (asociada o no a instrumentación percutánea vía MISS que retira a los 12 meses de la cirugía). Les evalúa con la escala VAS y el índice de discapacidad de Oswestry y obtiene resultados muy superiores en el grupo de la cifoplastia (Agarwal 2008).

Cuando aplicamos el análisis multivariante al grupo con osteoporosis primaria, observamos que los factores que implicaban un buen pronóstico eran el mayor número de vértebras tratadas y una mayor ganancia de la altura vertebral en el tercio medio somático postquirúrgica. En cambio, la presencia de una mayor altura media del cuerpo vertebral prequirúrgica era indicativa de mala evolución.

La altura en el tercio medio del cuerpo vertebral parece tener una implicación directa en la evolución de nuestros pacientes. Hay que reseñar que, en ambas técnicas, las cánulas de inyección del cemento se ubican en la parte media de la vértebra y, por tanto, es esperable que el mayor efecto mecánico sobre la vértebra ocurra en esta parte del cuerpo vertebral y que su efecto sea proporcional al grado de depresión de la plataforma y, por tanto, menor en ausencia de pérdida de altura. Podría de esto deducirse que a aquellas fracturas vertebrales que no presenten inicialmente mucha pérdida de altura del nivel medio somático pudieran manejarse de forma conservadora. Sin embargo, ninguna técnica de imagen es capaz de predecir que una fractura se va a reparar sin progresión hacia el colapso vertebral (Fig 6.11.) (Pradham 2006).

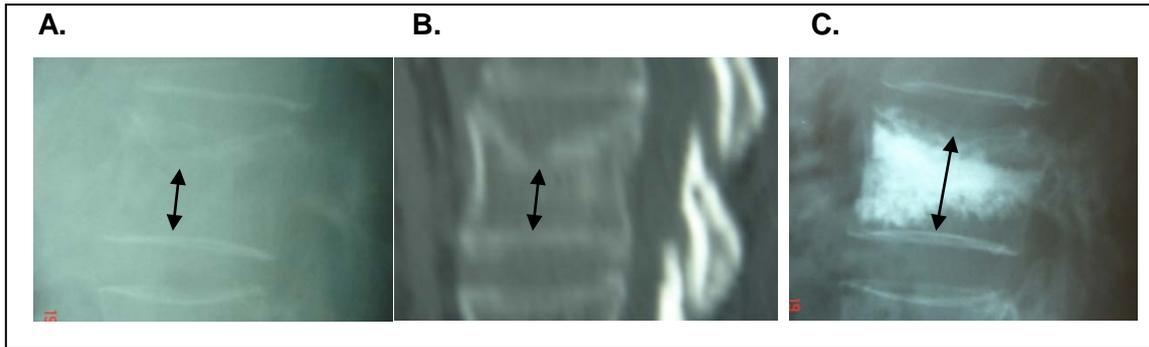


Fig 6. 11. Mujer de 47 años con fractura de L3 tras caída por escaleras. Tras fracaso del tratamiento ortopédico se realiza CP a las 8 semanas. EAV pasa de 8 a 3 a las 48h.

**AyB:** RX y TAC de la vértebra L3. Obsérvese hundimiento de la zona central del cuerpo.

**C:** Recuperación de la altura de la zona central somática tras la CP.

### 6.8. ¿Qué técnica usar en cada caso?

La selección de pacientes para vertebroplastia y cifoplastia es motivo de debate en la literatura y aún no está resuelto. Estos problemas se complican por la considerable competencia entre los procedimientos y las reivindicaciones de los distintos especialistas, con la mayoría de los traumatólogos defendiendo la cifoplastia, técnica algo más ambiciosa desde el punto de vista de la restauración de la anatomía normal, y los radiólogos defendiendo la vertebroplastia, técnica algo menos invasiva y barata (Mathis 2006).

El grado de alivio del dolor y la mejoría funcional obtenida debe desempeñar un papel importante en la elección entre estas técnicas. Estudios previos reportaron buenos resultados que se mantuvieron estables durante largos períodos de seguimiento, tanto para la vertebroplastia (Legroux-Gerot 2004, Masala 2009) como para la cifoplastia (Berlemann 2004, Khanna 2006). Sin embargo, los estudios comparativos son escasos y han arrojado resultados en ambos sentidos (Grohs 2005).

Trabajos recientes no aleatorizados (Ruiz Santiago 2010) y aleatorizados (Liu 2010) no han encontrado diferencias entre la recuperación funcional y la mejoría del dolor entre ambas técnicas aplicadas en fracturas osteoporóticas. Otro estudio no aleatorizado demuestra la utilidad de ambas técnicas, aunque los resultados fueron superiores para la cifoplastia (Kumar 2010).

En comparación con la vertebroplastia, la cifoplastia tiene la ventaja potencial de su mayor capacidad para restaurar parcialmente la altura vertebral perdida aportando una mayor estabilidad a la columna en su conjunto (Crandall 2004), pero esto no se ha

traducido en una mayor mejoría clínica que la mayoría de los estudios consideran similares para ambas técnicas (Eck 2008).

En nuestra experiencia la cifoplastia ha conseguido en muchos casos un aumento de la altura vertebral tanto en pacientes osteoporóticos como tumorales, y sobre todo, en fracturas tras traumatismos agudos de alta energía. (Figs. 6.12. y 6.13.)

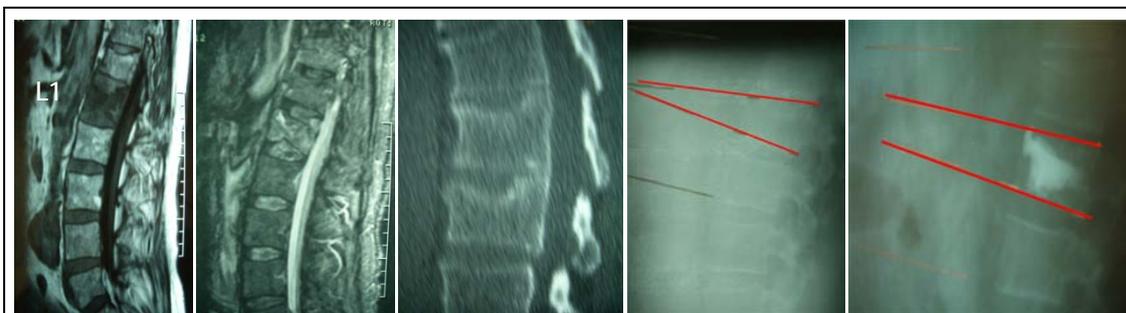


Fig 6.12. Varón de 73 años con FVO de L1 por traumatismo banal (bajar un escalón). Tras el fracaso del tratamiento ortopédico (2 meses) se realiza cifoplastia consiguiéndose una restauración de la altura vertebral y del perfil sagital de la charnela dorso-lumbar. La EVA pasa de 9 a 3 en 24 horas y cursa alta hospitalaria al día siguiente sin ortesis.

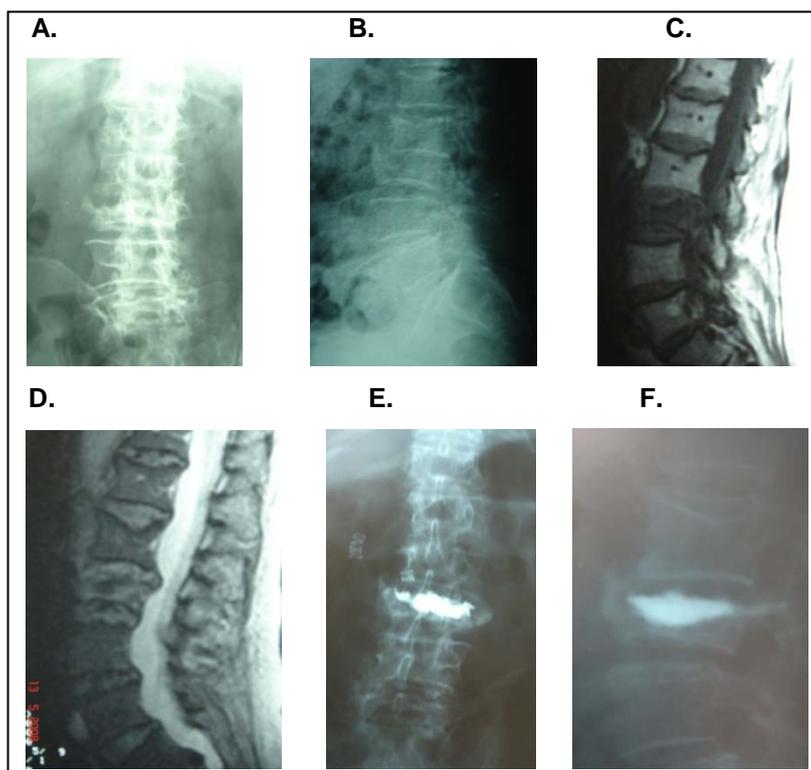


Fig. 6.13. **AyB:** RX de mujer de 73 años con FVO de L3 tratada de manera conservadora durante 4 meses. Tras persistencia de un dolor intolerable (EAV: 9) se realiza RMN y tras comprobar la persistencia de edema (Hiposeñal en T1 **(C)** e hiperseñal en T2 **(D)**) se decide realizar CP. La paciente pasa a EAV de 0 en 24 horas sin necesitar analgésicos durante el seguimiento. En este caso no se consigue el reestablecimiento de altura y sí un buen resultado.

Otros factores a considerar son los económicos, muy superiores para la cifoplastia. Por un lado la instrumentación es unas 5 veces más cara y por otro, como la cifoplastia generalmente se realiza en quirófano, necesita una mayor dotación de personal. La vertebroplastia en cambio, puede realizarse en la sala de angiografía con sedación anestésica y con menos demanda de personal.

Por tanto consideramos que la mayoría de los pacientes con fracturas vertebrales osteoporóticas deberían tratarse mediante vertebroplastia, quedando la cifoplastia reservada para pacientes con una 1 ó 2 vértebras fracturadas, con pérdida de altura de la parte media vertebral y de poco tiempo de evolución, para maximizar la probabilidad de restaurar la altura vertebral (Fig. 6.14).

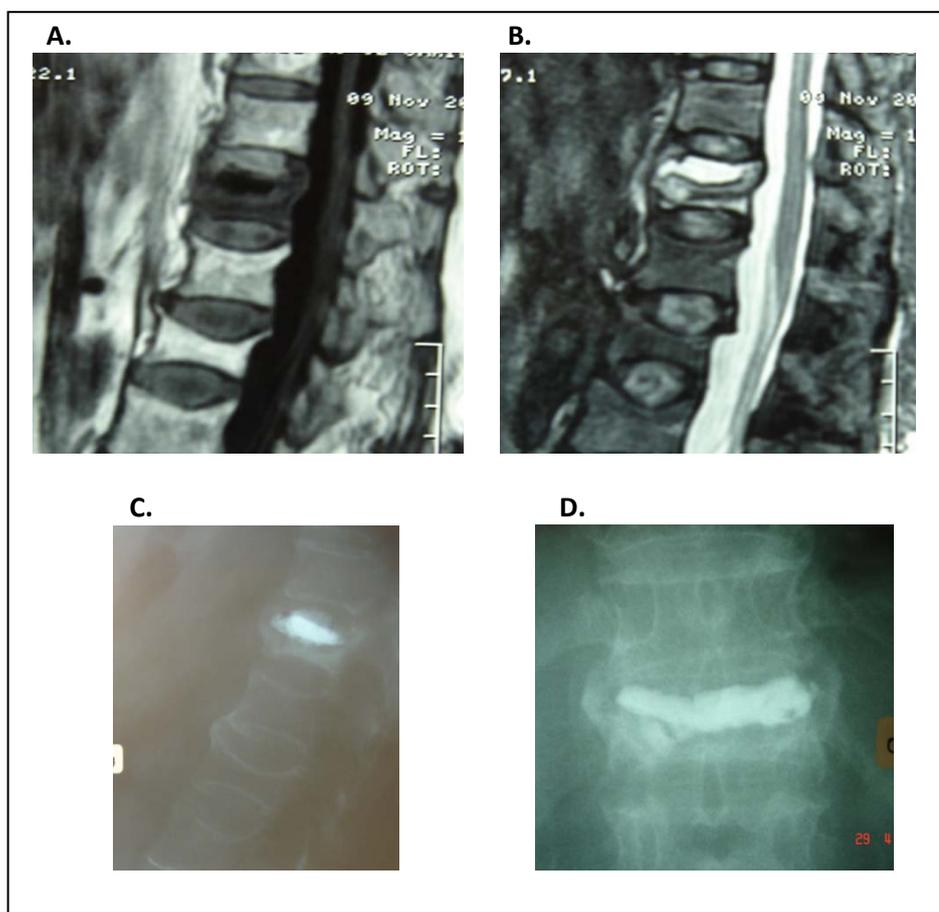


Fig. 6.14. Mujer de 65 años con osteoporosis y FVO de la vértebra T12. Tras fracaso del tratamiento conservador durante 6 meses se realiza una RMN que evidencia edema (hiposeñal en T1 e hiperseñal en T2-STIR) con un quiste de Kümmel en su interior. Se realiza VP con un buen resultado clínico (La EAV pasa de 8 a 2 y se mantiene al seguimiento).

**AyB:** RM T1 y T2; **CyD:** RX AP y L post-vertebroplastia

## 6.9. Resumen de la discusión

Aunque en la muestra global la cifoplastia obtiene resultados superiores a la vertebroplastia de manera estadísticamente significativa en términos de dolor, recuperación funcional y restablecimiento de la altura vertebral perdida; esta diferencia se pierde cuando analizamos por separado el grupo de pacientes con osteoporosis primaria (que además es la indicación más frecuente). El dolor y los resultados funcionales son similares entre los pacientes que sufren osteoporosis primaria y fracturas vertebrales, tratados mediante vertebroplastia o cifoplastia. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la recuperación de la altura y las complicaciones entre ambas técnicas en este grupo de pacientes.

Por lo tanto, y teniendo en cuenta la mayor carestía de la cifoplastia, la vertebroplastia debe ser el tratamiento de elección para las fracturas osteoporóticas vertebrales que no han respondido al tratamiento conservador habitual durante al menos 4 semanas. La cifoplastia es un procedimiento más largo y costoso y debe reservarse como tratamiento alternativo en fracturas recientes con 1 ó 2 niveles lesionados. Así lo refieren otros autores (Jarvik 2006, Kim 2006).

Estamos a la espera de la aprobación de nuestra institución para llevar a cabo un ensayo clínico aleatorizado para comparar las dos técnicas. Es importante establecer las situaciones en que uno u otro procedimiento es el más indicado para obtener los mejores resultados posibles teniendo en cuenta todas las variables existentes.

# 7. CONCLUSIONES

## 7. CONCLUSIONES

1. La vertebroplastia y la cifoplastia han demostrado ser técnicas eficaces para el tratamiento del dolor secundario a fracturas vertebrales de causa osteoporótica y tumoral.
2. La vertebroplastia y la cifoplastia han demostrado ser técnicas eficaces para lograr la recuperación funcional de pacientes con fracturas vertebrales de causa osteoporótica y tumoral.
3. En el tratamiento de las fracturas vertebrales osteoporóticas no se encontraron diferencias significativas en la reducción del dolor, evolución funcional y recuperación de altura vertebral entre la vertebroplastia y la cifoplastia.
4. La cifoplastia ha mostrado ser una técnica efectiva en el tratamiento del dolor de las fracturas traumáticas en pacientes jóvenes. El traumatismo severo obtiene mejor resultado que el traumatismo leve.
5. La recuperación de la altura en el tercio medio vertebral está correlacionada con el buen pronóstico, por tanto estas técnicas percutáneas están principalmente indicadas cuando existe dicha pérdida de altura. Por otro lado, la mayor altura inicial del tercio medio vertebral se ha correspondido en nuestra serie con peor evolución.
6. El mayor número de vértebras tratadas se correlaciona con mejor evolución, tanto en el grupo general como en los osteoporóticos, por lo que recomendamos tratar todas las vértebras lesionadas y no desahuciar a aquellos casos con fracturas múltiples.

# 8. ABREVIATURAS

## 8. ABREVIATURAS

- AO: Asociación Internacional para el Estudio de la Osteosíntesis
- Cols: Colaboradores
- CP: Cifoplastia
- EAV: Escala analógico visual
- FVO: Fractura vertebral osteoporótica
- HUVN: Hospital Universitario Virgen de las Nieves de Granada
- I.C.: Intervalo de confianza
- IDO: Índice de discapacidad de Oswestry
- MISS: minimally invasive spine surgery (cirugía espinal mínimamente invasiva)
- MTX: Metástasis
- Neo: Neoplasia
- NS: No significativo
- OR: Odds ratio
- OSW: Oswestry Disability Index
- PMMA: PolimetilMetacrilato (Cemento usado con más frecuencia en la VP/CP)
- PSI: Pascales
- RM: Resonancia magnética
- RMN: Resonancia magnética nuclear
- RX AP: Proyección radiológica anteroposterior
- RX L: Proyección radiológica lateral
- RX: Radiografía simple
- SF-36: Cuestionario de salud con 36 ítems de la vida cotidiana
- STIR: Resonancia nuclear magnética con supresión grasa
- TAC: Tomografía axial computarizada
- TC: Tomografía computarizada
- VP: Vertebroplastia

# 9. ÍNDICE DE TABLAS FIGURAS Y GRÁFICOS

## 9. ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS Y GRÁFICOS

### 9.1. ÍNDICE DE TABLAS

<u>TABLA</u>	<u>INFORMACIÓN DE LA TABLA</u>	<u>PÁGINA</u>
<u>Capítulo 1</u>		
Tabla 1.1.	Criterios diagnósticos de la Organización Mundial de la Salud para la osteoporosis ....	38
Tabla 1.2.	Criterios quirúrgicos de la Unidad de Columna del HUVN para fractura vertebral .....	42
Tabla 1.3.	Criterios de indicación de vertebroplastia y cifoplastia del HUVN .....	43
Tabla 1.4.	Contraindicaciones para VP y CP del HUVN .....	44
Tabla 1.5.	Protocolo terapéutico para fracturas de columna del HUVN .....	45
<u>Capítulo 4</u>		
Tabla 4.1.	Hoja informativa de la vertebroplastia y cifoplastia .....	75
Tabla 4.2.	Documento de Consentimiento informado para la intervención quirúrgica .....	76
Tabla 4.3.	Documento de Consentimiento informado para formar parte del estudio .....	77
Tabla 4.4.	Hoja que recoge la EAV y el índice de discapacidad de Oswestry (IDO) .....	79
Tabla 4.5.	Evaluación clínica de pacientes con sospecha de osteoporosis .....	89
Tabla 4.6.	Hoja de recogida de datos .....	90
<u>Capítulo 5</u>		
Tabla 5.1	Distribución por sexos de la muestra .....	104
Tabla 5.2.	Situación laboral de nuestros pacientes .....	105
Tabla 5.3.	Servicios de referencia de nuestros pacientes .....	106
Tabla 5.4.	Presencia de enfermedad crónica en nuestros pacientes .....	106
Tabla 5.5.A.	Clasificación de las fracturas por su etiología .....	107
Tabla 5.5.B.	Tipo de tumores tratados en nuestros pacientes .....	108
Tabla 5.6.	Antecedente traumático .....	108
Tabla 5.7.	Distribución de tratamiento osteoporótico en nuestros dos grupos .....	112
Tabla 5.8.	Complicaciones inmediatas en nuestros pacientes .....	112
Tabla 5.9.	Complicaciones tardías en nuestros pacientes.....	113
Tabla 5.10.	Distribución de las fugas de cemento.....	115
Tabla 5.11.	Estadísticos descriptivos de las variables independientes cuantitativas .....	117
Tabla 5.12.	Valores de la EAV en nuestra muestra .....	118

TABLA	INFORMACIÓN DE LA TABLA	PÁGINA
Tabla 5.13 a 22.	Valores parciales de los diferentes ítems del IDO .....	119-122
Tabla 5.23.	Escala de Oswestry (IDO) global .....	122
Tabla 5.24.	Altura vertebral para el conjunto de pacientes de nuestra muestra .....	122
Tabla 5.25.	Variables con diferencias estadísticamente significativas. Grupo de Osteoporosis 1ª .....	123
Tabla 5.26.	Diferencias en altura vertebral. Pacientes con osteoporosis 1ª tratados con VPyCP.....	124
Tabla 5.27.	Calibración del Test con la prueba de Hosmer y Lemeshow (Muestra total) .....	125
Tabla 5.28.	Resultados de regresión logística con las variables incluidas en modelo final.(Total) ....	125
Tabla 5.29.	Sensibilidad y especificidad de este modelo para predecir la buena evolución.(Total) ...	126
Tabla 5.30.	Calibración del test con la prueba de Hosmer y Lemeshow (Osteoporosis 1ª).....	127
Tabla 5.31.	Resultados regresión logística con variables incluidas en el modelo final (O. 1ª) .....	127
Tabla 5.32.	Sensibilidad y especificidad de este modelo para predecir la buena evolución.(O.1ª) ...	127

## 9.2. ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	INFORMACIÓN DE LA FIGURA	PÁGINA
<b>Capítulo 1</b>		
Fig. 1.1.	Segmentos anatómicos de la columna vertebral .....	16
Fig. 1.2.	Esquema de la rama aórtica que irriga el cuerpo vertebral .....	18
Fig. 1.3.	Representación esquemática del sistema venoso lumbar .....	19
Fig. 1.4.	Anatomía básica de la inervación vertebral .....	21
Fig. 1.5.	Centro de gravedad de la columna vertebral .....	22
Fig. 1.6.	RX simple de paciente con osteoporosis y vértebras en diábolo .....	25
Fig. 1.7.	RM de paciente con lesiones metastásicas en columna lumbar (T1 y T2) .....	27
Fig. 1.8.	RM de paciente con lesiones mielomatosas (T1) .....	28
Fig. 1.9.*	Desplazamiento del eje de carga raquídeo tras fracturas vertebrales .....	29
Fig. 1.10.*	Dibujo que representa la pérdida de altura global de pacientes con FVO .....	30
Fig. 1.11.	Espiral patológica de las fracturas vertebrales osteoporóticas .....	30
Fig. 1.12.	Estudio radiológico simple de FVO y metastásica .....	36
Fig. 1.13.	Comparación de imágenes de RM con la gammagrafía ósea .....	37
Fig. 1.14.	Comparación de imágenes de TAC y RM de diversas lesiones benignas y malignas ....	39
Fig. 1.15.	Caso de CP de la vértebra L1 tras fractura por traumatismo de alta energía .....	44
Fig. 1.16.	Escalera analgésica de la OMS .....	45
Fig. 1.17.	Tipos de ortesis utilizadas en fracturas de columna .....	46
Fig. 1.18.	Fractura-estallido L2 (tipo A3 AO/Magerl- Tipo Burst) tratada con artrodesis L1-L3 .....	47
Fig. 1.19.	Esquema de recuperación de altura vertebral con VP .....	49
Fig. 1.20.	Esquema de recuperación de altura vertebral con CP .....	50
Fig. 1.21.	Caso de varón de 58 años con fractura de L4 tratado con CP .....	51

FIGURA	INFORMACIÓN DE LA FIGURA	PÁGINA
Fig. 1.22.	Caso de CP en varón de 67 años con FVO de L4. Buen resultado clínico-radiológico ...	52
Fig. 1.23.	RX simple de 2 CP de nuestra serie; una con fosfato cálcico y otra con PMMA .....	54
Fig. 1.24.	Caso de CP de angiomias de las vértebras T10 y L2 .....	56
Fig. 1.25.	Caso de VP de varias vértebras con lesiones metastásicas .....	59
Fig. 1.26.	Caso de CP en fractura de L1 de varón de 76 años .....	66

## Capítulo 4

Fig. 4.1.	Hospital universitario Virgen de las Nieves de Granada .....	74
Fig. 4.2.	Escala analógico visual (EVA) .....	77
Fig. 4.3.*	Aguja de Jamshidi .....	81
Fig. 4.4.*	Osteointroductor, broca y agujas de Kirschner de Kyphon® .....	82
Fig. 4.5.*	Set de osteointroducción en un paso "ONE STEP" .....	82
Fig. 4.6.*	Bone Filler .....	82
Fig. 4.7.*	Set de biopsia .....	83
Fig. 4.8.*	Cucharilla o cureta .....	83
Fig. 4.9.*	Balones de cifoplastia Kyphon .....	84
Fig. 4.10.*	Set mezclador de cemento .....	84
Fig. 4.11.*	Cemento óseo .....	85
Fig. 4.12.*	Botes con material osteoconductor Kyphos® .....	85
Fig. 4.13.	Set de agujas de la casa comercial Grifols®. Imágenes intraoperatorias de VP .....	86
Fig. 4.14.	Dispositivos para la obtención de biopsias .....	86
Fig. 4.15.	Pistola para la introducción del cemento en las agujas de verterboplastia. Grifols® .....	87
Fig. 4.16.	Equipos de intensificadores de imágenes .....	87
Fig. 4.17.	Arco automatizado de intensificador de imagen .....	88
Fig. 4.18.	RX anteroposterior y lateral puras de la vértebra a tratar .....	92
Fig. 4.19.*	Primer paso de la cifoplastia .....	92
Fig. 4.20.*	Primer paso de introducción de la aguja de Jamshidi en el pedículo .....	93
Fig. 4.21.*	Progreso de la aguja por el pedículo .....	93
Fig. 4.22.*	Entrada de aguja de Jamshidi en el cuerpo vertebral .....	94
Fig. 4.23.*	Representación esquemática de la trayectoria de la aguja de Kirschner .....	95
Fig. 4.24.*	Introducción del osteointroductor (cánula de trabajo) .....	95
Fig. 4.25.*	Introducción de cánula de biopsia por la cánula de trabajo .....	96
Fig. 4.26.*	A. Comprobación radiológica de la ubicación del balón .....	96
	B. Manómetro digital que muestra la presión de 50 PSI .....	96
Fig. 4.27.*	Dibujo de balón de cifoplastia inflado dentro del cuerpo vertebral .....	97
Fig. 4.28.*	Introducción de cureta para labrar una cavidad mayor .....	97
Fig. 4.29.	Secuencia radiológica de la CP de uno de nuestros pacientes .....	98
Fig. 4.30.*	Procedimiento de "cáscara de huevo" (Eggshell) .....	99

FIGURA	INFORMACIÓN DE LA FIGURA	PÁGINA
Fig. 4.31.*	Punto de entrada para el procedimiento extrapedicular .....	100
Fig. 4.32.*	Avance de la aguja de Jamshidi en la vía extrapedicular .....	100
Fig. 4.33.	Introducción de cemento en un VP en un paciente con angioma vertebral .....	101
Fig. 4.34.	Paciente con lesión neoplásica de nuestra serie sometido a VP .....	102

## Capítulo 5

Fig. 5.1.	RX de mujer de 47 años con fractura de T11 tras traumatismo de alta energía. CP .....	109
Fig. 5.2.	VP múltiple con buen resultado clínico sin restablecimiento de la altura vertebral .....	110
Fig. 5.3.	Mujer de 72 años con FVO de L2 asimétrica. VP con descompensación coronal-sagital. 113	
Fig. 5.4.	RX, TAC y RM de VP con fuga a canal. Mujer con metástasis de neo de mama .....	116
Fig. 5.5.	RX de mujer de 60 años con fractura subaguda de L3. CP con fuga discal .....	116
Fig. 5.6.	TAC y RX de varón de 66 años con fractura de T12 tratada con CP. Fuga discal .....	117
Fig. 5.7.	RX de mujer de 67 años con fractura de L3 tratada con CP. Restauración de altura .....	124

## Capítulo 6

Fig. 6.1.	Varón de 45 años con fractura de L1 intervenido con CP (RX y RMN T1,T2,STIR) .....	132
Fig. 6.2.	RX y RM de paciente con fractura de L3 .....	133
Fig. 6.3.	Varón de 43 años con fractura de L1 tras traumatismo de alta energía. Cifoplastia .....	134
Fig. 6.4.	Mujer de 69 años con FVO dorsolumbares múltiples. Vertebroplastia .....	135
Fig. 6.5.	Mujer de 64 años con FVO de T12 y L1 (quiste de Kümmel). Recupera altura tras VP ..	138
Fig. 6.6.	RX y RM de mujer de 78 años con fractura vertebral sobre una instrumentación .....	139
Fig. 6.7.	RX de paciente sometidos a VP y CP con similar distribución de PMMA .....	139
Fig. 6.8.	Mujer de 60 años con FVO de L1. Refracturas vecinas post CP .....	141
Fig. 6.9.	Varón de 62 años con FVO tratada con VP de T8 que sufre refractura de T9 .....	142
Fig. 6.10.	Fugas tras VP y CP .....	142
Fig. 6.11.	Mujer de 47 años con Fractura de L3. CP. Recuperación zona media .....	144
Fig. 6.12.	RX y RM de fractura de L1 en varón de 73 años tratado con CP .....	145
Fig. 6.13.	Mujer de 73 años con FVO de 4 meses de evolución. CP con buen resultado .....	145
Fig. 6.14.	Mujer de 65 años con FVO de T12 tratada con VP .....	146

9.3. ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO	INFORMACIÓN DEL GRÁFICO	PÁGINA
<b>Capítulo 5</b>		
Gráfico 5.1.	Distribución por sexos de la muestra .....	104
Gráfico 5.2.	Situación laboral de nuestros pacientes .....	105
Gráfico 5.3.	Servicios de referencia de nuestros pacientes .....	106
Gráfico 5.4.	Presencia de enfermedad crónica en nuestros pacientes .....	107
Gráfico 5.5.	Clasificación de las fracturas por su etiología .....	107
Gráfico 5.6.	Antecedente traumático .....	108
Gráfico 5.7.	Localización de las fracturas de nuestros pacientes .....	109
Gráfico 5.8.	Morfología de las fracturas .....	111
Gráfico 5.9.	Distribución según la clasificación de AO/Magerl de las fracturas de nuestra serie .....	111
Gráfico 5.10.	Grado de satisfacción de nuestros pacientes .....	114
Gráfico 5.11.	Clasificación de los pacientes en base a si se repetirían el procedimiento .....	114
Gráfico 5.12.	Distribución de las fugas de cemento .....	115
Gráfico 5.13.	Curva ROC que discrimina la buena evolución de la mala. Muestra total .....	126
Gráfico 5.14.	Curva ROC que discrimina la buena evolución de la mala. Osteoporosis 1ª.....	127

\*KYPHON® Cifoplastia con Balón\*

\* Las figuras reseñadas con el logotipo



y asterisco(\*) han sido reproducidas con la

autorización de Medtronic Ibérica sita en C/ María de Portugal 9-11, 28050 Madrid.

# 10. BIBLIOGRAFÍA

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. Abdul-Jalil Y, Bartels J, Alberti o, Becker R. Delayed presentation of Pulmonary Polymethylmethacrylate emboli after Percutaneous Vertebroplasty. *Spine* 2007;32(20):E589-93.
2. Agarwal A, Hammer A. Ballon kyphoplasty in the treatment of High velocity vertebral wedge compression fractures: A prospective randomized trial. Presented in 34 th Annual Meeting of International Society for the Study of Lumbar Spine. United Kingdom; 2008.
3. Agarwal S, Rueger D, Hecovich M, Vallarta AN, Binkey N. Vertebral visualization using Prodigy and iDXA Densitometers. *Journal of Clinical Densitometry* 2006; 9: 234.
4. Algra PR, Bloem JL, Tissing H, et al. Detection of vertebral metastases: comparison between MR imaging and bone scintigraphy. *Radiographics* 1991; 11: 219-232.
5. Algra PR, Heimans JI, Valk J, Nauta JI, Lachniet M, Van Kooten B. Do metastases in vertebrae begin in the body or the pedicles? Imaging study in 45 patients. *AJR* 1992; 158: 1275-1279.
6. Alfonso M, González S, Villa C, Navarro I, Romero L. Facibilidad de la Vertebroplastia con Cemento con Cis-Platino y su Difusión Sistémica: Estudio Experimental en Cerdos. Presented in 13 th Annual Meeting of GEER. Gran Canaria ; Junio 2009.
7. Ananathakrishnan D, Lotz JC, Berven S, Puttlitz C. Changes in spinal loading due to vertebral augmentation: vertebroplasty versus kyphoplasty. Presented as a poster exhibit at the Annual Meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons; New Orleans, LA. 2003.
8. Antonacci MD, Mody DR, Heggeness MH. Innervation of the human vertebral body: A histologic study. *J Spinal Disord* 1998; 11:526–531.

9. Armsen N , Boszczyk B . V ertebro-/kyphoplasty hi story, dev elopment, r esults. Eur J Trauma 2005;5:433–41.
10. Baerlocher MO, Munk PL, Liu DM, et al. Clinical Utility of Vertebroplasty: Need for Better Evidence. Radiology 2010; 255:669–674
11. Bailey JF, Liebenberg E, Degmetich S, et al. Innervation patterns of PGP 9.5-positive nerve fibers within the human lumbar vertebra. J Anat. 2011. In press.
12. Ballock RT, Mackersie R, Abitbol JJ, Cervilla, D Resnick, Garfin SR. Can burst fractures be predicted from plain radiographs? J Bone Joint Surg. 1992; 74(1): 147-150.
13. Bataille R , C happard D, K lein B . M echanisms of bon e l esions i n multiple myeloma. Hematol Oncol Clin North Am 1992 ; 6 :285-295
14. Batson OV. The vertebral vein system. AJR 1957; 78:195–212.
15. Baur A , S tabler A , B runing R , B artl R , K rodel A , R eiser M , D eimling M . Diffusion-weighted MR imaging of bone marrow: differentiation of benign versus pathologic compression fractures. Radiology 1998; 207: 349-56.
16. Baur A , S täbler A , H uber A , e t al . D iffusion-weighted m agnetic r esonance imaging of spinal bone marrow. Seminars in Musculoskeletal Radiol 2001; 5(1): 35-42.
17. Baur A; Stabler A; Arbogast S; Duerr H; Bartl R; Reiser M. Acute osteoporotic and neoplastic vertebral compression fractures: fluid sign at MR imaging. Radiology. 2002; 225: 730–35.
18. Becker S, Garoscio M, Jochen M, Tushel A, Ogon M. Is there an Indication for prophylactic ballon kyphoplasty?. Clin Orthop Rel Res 2007;458: 83-9.
19. Belkoff SM, Mathis JM, Jasper LE, Deramond H. The biomechanics of vertebroplasty. The e ffect o f ce ment v olume o n m echanical behav ior. Spine 2001; 26: 1537-41
20. Belkoff S M, M athis JM, Jasper LE. Ex vivo bi omechanical co mparison of hydroxyapatite and polymethylmethacrylate cements for use with vertebroplasty. Am J Neuroradiol 2002;23: 1647-51.

21. Benz B, Gemery J, McIntyre J, Clifford J, Eskey P. Value of immediate Preprocedure Magnetic Resonance Imaging in Patient Scheduled to Undergo Vertebroplasty and Kyphoplasty. *Spine* 2009;34(6):609-12.
22. Berlemann U, Franz T, Orlor R, et al. Kyphoplasty for treatment of osteoporotic vertebral fractures: a prospective non-randomized study. *Eur Spine J* 2004; 13 : 496–501
23. Bernadette S tallmeyer, M . J. M D, P hD. Zoarski, G regg H . M D, and. Obuchowski, A braham M. M D. O ptimizing P atient S election i n P ercutaneous Vertebroplasty. *J Vasc Interv Radiol* 2003; 14(6):683-96.
24. Birkenmaier C, Seitz S, Wegener B, Glaser C, Ruge M, Liebe A, et al. Acute Paraplegia after Vertebroplasty Caused bi epidural Hemorrhage. A cse Report. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:1827-31.
25. Blattert T, Jestaedt L, Weckbach A. Suitability of a Calcium Phosphate Cement in Osteoporotic Vertebral Fracture Augmentation. *Spine* 2009; 34 (2): 108-14.
26. Bohannon AD. Osteoporosis and African american women. *J Womens Health Gen Based Med.* 1999; 8: 609-615.
27. Bredella MA, Essary B, Torriani M, Ouellette HA, Palmer WE. Use of FDG-PET in differentiating benign from malignant compression fractures. *Skeletal Radiol.* 2008; 37:405–413.
28. Briggs AM, Wrigley TV, Van Dieën JH, et al. The effect of osteoporotic vertebral fracture on predicted spinal loads in vivo. *Eur Spine J* (2006) 15:1785–1795
29. Brown DB, Glaiberman CB, Gilula LA, et al. Correlation between preprocedural MRI findings and cl inical out comes i n the t reatment o f ch ronic symptomatic vertebral compression fractures with percutaneous vertebroplasty. *AJR* 2005; 184: 1951-1955.
30. Buchbinder R , Osborne RH , Ebeling PR , et al . A randomized trial of vertebroplasty for painful osteoporotic vertebral fractures. *N Engl J Med* 2009 ; 361( 6 ): 557 – 568
31. Buonocore M, Aloisi AM, Barbieri M, et al. Vertebral Body Innervation: Implications for Pain. *J. Cell. Physiol.* 2010; 222: 488–491.

32. Burger H, De Laet C, Ooms G, Van Daele PLA, Weel A, EAM. Risk Factors for Increased bone loss in an elderly population. The Rotterdam Study. *Am J Epidemiol* 1998; 147:871-9.
33. Burger H, Van Daele PLA, Grashuis K, Hofman A, Grobbee DE, Schütte HE, Pols HAP. Vertebral deformities and functional impairment in men and women. *J Bone Miner Res* 1997; 12: 152-7.
34. Carlier RY, Gordji H, Mompot D, et al. Osteoporotic Vertebral Collapse: Percutaneous Vertebroplasty and Local Kyphosis Correction. *Radiology* 2004; 233:891-898
35. Chen JK, Lee HM; Shih JT, Hung ST. Combined Extraforaminal and Intradiscal Cement Leakage Following Percutaneous Vertebroplasty. *Spine* 2007 ; 32(12):E358-62.
36. Chen YJ, Tan TS, Chen WH, Chen CC, Lee TS. Intradural Cement Leakage. A devastating Rare Complication of Vertebroplasty. *Spine* 2006; 31(12):E379-82.
37. Cheung KMC, Al Ghazi S. Current understanding of low back pain and intervertebral disc degeneration: epidemiological perspectives and phenotypes for genetic studies. *Current Orthopaedics* 2008; 22: 237-244.
38. Chi JH, Gokaslan ZL. Vertebroplasty and Kyphoplasty for Spinal Metastases. *Curr Opin Support Palliat Care* 2008;2:9-13.
39. Chiras J, Depriester C, Weill A, Sola-Martinez MT, Deramond H. Percutaneous vertebral surgery. Techniques and indications. *J Neuroradiol* 1997;24: 45-59.
40. Choe DH, Marmor EM, Ahrar K, et al. Pulmonary embolism of polymethyl methacrylate during percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty. *AJR* 2004; 183:1097-102
41. Cook GJ, Hannaford E, See M, Clarke SE, Fogelman I. The value of bone scintigraphy in the evaluation of osteoporotic patients with back pain. *Scand J Rheumatol* 2002;31: 245-8.
42. Cooper C, Atkinson EJ, Jacobsen SJ, O'Fallon WM, Melton LJ 3rd. Population-based study of survival after osteoporotic fractures. *Am J Epidemiol* 1993;137: 1001-5.

43. Cooper C, Atkinson EJ, O'Fallon WM, Melton LJ 3rd. Incidence of clinically diagnosed vertebral fractures: a population-based study in Rochester, Minnesota, 1985-1989. *J Bone Miner Res* 1992; 7: 221-7.
44. Cortet B, Cotten A, Boutry N, Dewatre F, Flipo RM, Duquesnoy B, Chastanet P, Delcambre B. Percutaneous vertebroplasty in patients with osteolytic metastases or multiple myeloma. *Rev Rhum Engl Ed* 1997;64: 177-83.
45. Cotten A, Dewatre F, Cortet B, Assaker R, Leblond D, Duquesnoy B, Chastanet P, Clarisse J. Percutaneous vertebroplasty for osteolytic metastases and myeloma: effects of the percentage of lesion filling and the leakage of methyl methacrylate at clinical follow-up. *Radiology* 1996;200: 525-30.
46. Crandall D, Slaughter D, Hankins PJ, Moore C, Jerman J. Acute versus chronic vertebral compression fractures treated with kyphoplasty: early results. *Spine J* 2004; 4:418-424
47. Cuenod C, Laredo J, Chevret S, Hamze B, Naouri J, Chapaux X. et al. Acute vertebral collapse due to osteoporosis or malignancy: appearance on unenhanced and gadolinium-enhanced MR images. *Radiology* 1996; 199:541-9.
48. Cunin G, Boissonnet H, Petite H, Blanchat C, Guillemin G. Experimental vertebroplasty using osteoconductive granular material. *Spine* 2000; 25:1070-6.
49. Davis JW, Grove JS, Wasnich RD, Ross PD. Spatial relationships between prevalent and incident spine fractures. *Bone* 1999; 24:261-4
50. Delbeke D, Powers TA, Sandler MP. Correlative radionuclide and magnetic resonance imaging in evaluation of the spine. *Clin Nucl Med* 1989; 14: 742-749.
51. Delmas PD, Van de Langerijt L, Watts NB. Underdiagnosis of Vertebral Fractures is a Worldwide Problem: The Impact Study. *J Bone and Min Res* 2005; 20: 557-63.
52. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine* 1983; 8:817-831
53. Deramond H, Depriester C, Galibert P, Le Gars D. Percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate. Technique, indications, and results. *Radiol Clin North Am.* 1998;36:533-546

54. Do HM . Magnetic resonance imaging in the evaluation of patients for percutaneous vertebroplasty. *Top Magn Reson Imaging* 2000; 11: 235-44.
55. Dudeney S , Lieberman I H, Reinhardt M K, Hussein M . Kyphoplasty in the treatment of osteolytic vertebral compression fractures as a result of multiple myeloma. *J Clin Oncol* 2002;20: 2382-7.
56. Eck JC, Nachtigall D , Humphreys SC. Comparison of vertebroplasty and balloon kyphoplasty for treatment of vertebral compression fractures: a meta-analysis of the literature. *Spine J* 2008; 8:488–97
57. Eck JC, Nachtigall D, Humphreys SC. Meta-Analysis of Vertebroplasty versus Kyphoplasty. 39<sup>TH</sup> Scoliosis Research Society Annual Meeting. Buenos Aires, Argentina;1997.
58. Ensrud KE, Thompson DE, Cauley JA, Nevitt MC, Kado DM, Hochberg MC, Santora AC 2nd, Black DM. Prevalent vertebral deformities predict mortality and hospitalization in older women with low bone mass. Fracture Intervention Trial Research Group. *J Am Geriatr Soc*, 2000; 48: 241-9.
59. Erly WK, Oh ES, Outwater EK. The utility of in-phase/opposed-phase imaging in differentiating malignancy from acute benign compression fractures of the spine. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2006; 27:1183–88.
60. Feltes C, Fountas KN, Machinis T, et al. Immediate and early postoperative pain relief after kyphoplasty without significant restoration of vertebral body height in acute osteoporotic vertebral fractures. *Neurosurg Focus* 2005; 18:e5
61. Ferrán Aranaz M. SPSS para Windows. Análisis estadístico. Osborne McGraw-Hill. Madrid 2001.
62. Fessi R, Roemer FW, Bohndorf K. Percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: experiences and prospective clinical outcome in 26 consecutive patients with 50 vertebral fractures. *Rofo* 2005; 177: 884-892.
63. Fras C, Kravetz P, Mody DR, Heggeness MH. Substance P-containing nerves within the human vertebral body: An immunohistochemical study of the basivertebral nerve. *Spine J* 2003; 3:63–67.

64. Freedman BA, MAJ, Heller JG. Kummel Disease: A Not-So-Rare Complication of Osteoporotic Vertebral Compression Fractures. *J Am Board Fam Med* 2009; 22:75–78.
65. Fribourg D, Tang C, Srap, Delamarter R, Bae H. Incidence of Subsequent Vertebral fracture after Kyphoplasty. *Spine* 2004;29(20):2270-6.
66. Fujita T, Kostuik JP, Huckell CB, Sieber AN. Complications of spinal fusion in adult patients more than 60 years old. *Orthop Clin North Am*, 1998;29: 669-78.
67. Gaitanis I, Carandang G, Ghanayem A, Voronov L, Phillips F, Havey R, et al. The Effect of Ballon Inflation and Spinal Extension on Resorting Geometric and Loading Alignment of the vertebral Compression fracture. *J Bone Joint Surg Br* 2006;88:Supp I.
68. Gaitanis I, Katonis P, Kakavelakis K, Papadomihelakis A, Hadjipavlou A. Kyphoplasty in Pathological Vertebral Fractures. *J Bone Joint Surg Br* 2003;85: Supp III: 222.
69. Galasko CSB. Skeletal metastases. *Clin Orthop* 1986; 210: 18-30.
70. Galibert P, Deramond H, Rosat P, Le Gars D. [Preliminary note on the treatment of vertebral an gioma by percutaneous acrylic vertebroplasty]. *Neurochirurgie*, 1987;33: 166-8.
71. Garfin SR, Blair B, Eismont FJ, et al. Thoracic and upper lumbar spine injuries. In *Skeletal Trauma: Fractures, Dislocations, Ligamentous Injuries*, 2nd Ed. BD Browner, JB Jupiter, AM Levine, et al (eds). Philadelphia: WB Saunders Co, 1998:947–1034.
72. Garfin SR, Buckley RA, Ledlie J. Ballon Kyphoplasty for Symptomatic Vertebral Body Compression Fractures Result in Rapid, Significant, and Sustained Improvements in Back Pain, Function, and Quality of Life for Elderly Patients. *Spine* 2006;31(19):2213-20.
73. Garfin SR, Yuan HA, Reiley MA. New technologies in spine: kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures. *Spine* 2001; 26: 1511-5.

74. Gerszten P, Mendel E, Yamada Y. Radiotherapy and Radiosurgery for Metastatic Spine Disease: What Are the Options, Indications, and Outcomes?. *Spine* 2009; 34(22S): S78-S92.
75. Gill JB, Kuper M, Chin PC, et al. Comparing pain reduction following kyphoplasty and vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures. *Pain Physician* 2007; 10:583–590
76. Gillan M, Gilbert FJ, Andrew JE, Grant AM, Wardlaw D, Valentine NW, et al. Influence of Imaging on Clinical Decision Making in the Treatment of Lower Back Pain. *Radiology* 2001; 220:393–399.
77. Gold DT. The nonskeletal consequences of osteoporotic fractures. Psychological and social outcomes. *Rheum Dis Clin North Am* 2001;27: 255-62.
78. Grados F, Depriester C, Cayrolle G, Hardy N, Deramond H, Fardellone P. Long-term observations of vertebral osteoporotic fractures treated by percutaneous vertebroplasty. *Rheumatology (Oxford)* 2000;39: 1410-4.
79. Grafe I, Baier M, Nöldge G, Weiss C, Fonseca K, Hillmeier J, et al. Calcium-Phosphate and Polymethylmethacrylate Cement in Long-Term Outcome After Kyphoplasty of Painful OFV. *Spine* 2008;33(11):1284-90.
80. Groen R JM, MD, du Toit DF, MD, Phillips FM, et al. Anatomical and Pathological Considerations in Percutaneous Vertebroplasty and Kyphoplasty: A Reappraisal of the Vertebral Venous System. *Spine* 2004; 29(13): 1465–71.
81. Grohs JG, Matzner M, Trieb K, et al. Minimal invasive stabilization of osteoporotic vertebral fractures: a prospective nonrandomized comparison of vertebroplasty and balloon kyphoplasty. *J Spinal Disord Tech* 2005; 18:238–42
82. Grohs JG. Balloon Kyphoplasty in Vertebral Non-Unions After Osteoporotic Compression Fractures. *J Bone Joint Surg Br* 2004;86:Supp III.
83. Hadjipavlou A, Gaitanis I, Tzeriadianos M, Katonis P, Pasku D. Safety and Effectiveness of Methylmethacrylate Cement in Balloon Kyphoplasty. *J Bone Joint Surg Br* 2008;90:Suppl.
84. Hadjipavlou A, Tosounidis T, Gaitanis I, Kakavelakis K, Katonis P. Balloon Kyphoplasty as a Single or as an Adjunct procedure for the Management of Symptomatic vertebral Haemangiomas. *Joint Surg Br* 2007;89(4):495-502.

85. Hadjipavlou A, Terziadinos M, Katsonis P, Szpalski M. Percutaneous Vertebroplasty and Balloon kyphoplasty for the Treatment of Osteoporotic Vertebral Compression Fractures and Osteolytic Tumours. *Joint Surg Br* 2005; 87(12):1595-604.
86. Häkkinen A, Kautiainen H, Järvenpää S, et al. Changes in the total Oswestry Index and its ten items in females and males pre- and post-surgery for lumbar disc herniation: a 1-year follow-up. *Eur Spine J* 2007; 16:347–352.
87. Hammerberg KW. Surgical treatment of metastatic spine disease. *Spine* 1992; 17: 1148-1153.
88. Harrington K D. Major neurological complications following percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate: a case report. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83: 1070-3.
89. Harris ST, Watts NB, Genant HK, McKeever CD, Hangartner T, Keller M, Chesnut CH 3rd, Brown J, Eriksen EF, Hossain MS, Axelrod DW, Miller PD. Effects of risedronate treatment on vertebral and nonvertebral fractures in women with postmenopausal osteoporosis: a randomized controlled trial. Vertebral Efficacy With Risedronate Therapy (VERT) Study Group. *JAMA* 1999;282: 1344-52.
90. Harrop J, Reinhardt M, Leiberman IH, Phipps B. Steroid-induced secondary osteoporosis: relationship to subsequent compression fractures after kyphoplasty. Read at the Annual Meeting of the North American Spine Society; Montreal, Quebec, Canada; 2002.
91. Hasserijs R, Karlsson MK, Nilsson BE, et al. Prevalent vertebral deformities predict increased mortality and increased fracture in both men and women: a 10-year population-based study of 598 individuals from the Swedish cohort in the European Vertebral Osteoporosis Study. *Osteoporos Int* 2003; 14:61–68.
92. Hauser CJ, Visvikis G, Hinrichs C, Eberhardt CD, Kyunghee C, Lavery RF, et al. Prospective Validation of Computed Tomographic Screening of the Thoracolumbar Spine in Trauma. *J Trauma*. 2003; 55: 228-235.
93. Heaney RP. The natural history of vertebral osteoporosis. Is low bone mass an epiphenomenon?. *Bone* 1992;13 Suppl 2: 23-6.

94. Higuchi K, Sato T. Anatomical study of lumbar spine innervation. *Folia Morphol* 2002; 61: 71–79.
95. Hiwatashi A, Westesson P LA, Yoshiura T, et al. Kyphoplasty and Vertebroplasty Produce the Same Degree of Height Restoration. *AJNR* 2009; 30:669–73.
96. Hiwatashi A, Yoshiura T, Yamasita K, et al. Morphologic Change in Vertebral Body After Percutaneous Vertebroplasty: Follow-Up With MDCT. *AJR* 2010; 195:W207-W212
97. Hu SS. Internal fixation in the osteoporotic spine. *Spine* 1997;22 (24 Suppl): 43S-8.
98. Huang C, Ross PD, Wasnich RD. Vertebral fracture and other predictors of physical impairment and health care utilization. *Arch Intern Med* 1996;156: 2469-75.
99. Hulme P, Krebs J, Ferguson S, Berlemann U. Vertebroplasty and Kyphoplasty: A Systematic Review of 69 Clinical Studies. *Spine* 2006;31(17):1983-2001.
100. Hyde JA, Cohen DS, Feinberg J. Secondary osteoporotic compression fractures after kyphoplasty. Presented as a poster exhibit at the Annual Meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons; New Orleans, LA; 2003.
101. Ikeuchi M, Yamamoto H, Shibata T, Otani M. Mechanical augmentation of the vertebral body by Ca-Ph cement injection. *JOrthopSci* 2001;6:39-45.
102. Ishiyama M, Fuwa S, Numaguchia Y, Kobayashina S, Saida Y. Pedicle Involvement on MRI Imaging is Common in Osteoporotic Compression Fractures. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2010; 31:668-673.
103. Jang JS, Lee SH, Jung SK. Pulmonary embolism of polymethylmethacrylate after percutaneous vertebroplasty: a report of three cases. *Spine* 2002;27:416-8.
104. Jarvik JG, Deyo RA. Diagnostic Evaluation of Low Back Pain with Emphasis on Imaging. *Ann Intern Med* 2002; 137: 586-597.
105. Jarvik JG, Kallmes MP, Deyo RA. Point of View. Kyphoplasty: More Answers or More Questions?. *Spine* 2006; 31(1):65-66.

106. Jensen ME. Percutaneous vertebroplasty in the treatment of osteoporotic compression fractures. *Neuroimaging Clin N Am* 2000; 10(3):547-68
107. Kado DM, Browner WS, Palermo L, Nevitt MC, Genant HK, Cummings SR. Vertebral fractures and mortality in older women: a prospective study. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Arch Intern Med* 1999; 159: 1215-20.
108. Kado DM, Duong T, Stone KL. Incident vertebral fractures and mortality in older women: a prospective study. *Osteoporos Int* 2003; 14(7): 589-94.
109. Kallmes DF, Comstock BA, Heagerty PJ, et al. A randomized trial of vertebroplasty for osteoporotic spinal fractures. *N Engl J Med* 2009; 361 ( 6 ) : 569 – 579 .
110. Kallmes DF, Jensen ME, Marx WF. Response to letter “Is insufficient use of polymethylmethacrylate a cause for vertebroplasty failure necessitating repeat vertebroplasty?” [letter]. *Am J Neuroradiol* 2003; 24(10):2121–22.
111. Kamholz R, Sze G. Current imaging in spinal metastatic disease. *Semin Oncol* 1991; 18:158–169.
112. Kao FC, Tu YK, Lai PL, Yu SW, Yen CY, Chou MC. Inferior Vena cava Syndrome Following Percutaneous Vertebroplasty With Polymethylmethacrylate. *Spine* 2008;33(10):E329-33.
113. Katzman SS. Operative treatment of osteoporotic vertebral body fractures: vertebroplasty versus kyphoplasty. Presented as a poster exhibit at the Annual Meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2003 Feb 5-9; New Orleans, LA.
114. KeleKis A, Martin JB, Stephan TS, Wetzel G, Dietrich PY; Rufenacht DA. Radicular Pain After Vertebroplasty. Compression or Irritation of the Nerve Root? Initial Experience With the Cooling System. *Spine* 2003;28(14):E265-9.
115. Khanna AJ, Reinhardt MK, Togawa D. Functional outcomes of kyphoplasty for the treatment of osteoporotic and osteolytic vertebral compression fractures. *Osteoporos Int* 2006; 17: 817–26
116. Kim MJ, Lindsey DP, Hannibal M, Alamin T. Vertebroplasty versus kyphoplasty: biomechanical behavior under repetitive loading condition. *Spine* 2006;31:2079–84.

117. Kinkade S. Evaluation and treatment of acute low back pain. *Am Fam Physician*. 2007; 75:1181–8.
118. Korovessis P, Hadjipavlou A, Repantis T. Minimal Invasive Short Posterior Instrumentation Plus Ballon Kyphoplasty With calcium Phosphate for Burst and Severe Compression Lumbar Fractures. *Spine* 2008;33(6):658-67.
119. Kothe R, O'Holleran JD, Liu W. Internal architecture of the thoracic pedicle. An anatomic study. *Spine* 1996; 21:264–70.
120. Kröger H. Spinal fractures Osteoporosis. *J Bone Joint Surg Br* 2004;86:Supp III.
121. Krolner B, Toft B. Vertebral bone loss: an unheeded side effect of therapeutic bed rest. *Clin Sci (Lond)* 1983;64: 537-40.
122. Kumar K, Nguyen R, Bishop S. A comparative Analysis of the Results of Vertebroplasty and Kyphoplasty in Osteoporotic Vertebral Compression Fractures. *Neurosurgery* 2010; 67: 171-88
123. Lane JM, Richard HB, Koob J, Kiechle T, Niesvizky R, Pearse R, et al. Kyphoplasty enhances Function and Structural Alignment in Multiple Myeloma. *Clin Orthop Rel Res* 2004;426:49-53.
124. Laredo D, Lakhdari, Bellaïche L, Hamze B, Jankiewicz P, Tubiana JM. Acute vertebral collapse: CT findings in benign and malignant non traumatic cases. *Radiology*. 1995; 194: 41-48.
125. Leblanc AD, Schneider VS, Evans HJ, Engelbretson DA, Krebs JM. Bone mineral loss and recovery after 17 weeks of bed rest. *J Bone Miner Res* 1990;5: 843-50.
126. Lecouvet FE, Vandenberg BC, Michaux L, et al. Development of vertebral fractures in patients with multiple myeloma: does MRI enable recognition of vertebrae that will collapse?. *J Comput Assist Tomog* 1998; 22 (3): 430-436.
127. Lee BJ, Lee SR, Yoo TY. Paraplegia as a Complication of Percutaneous Vertebroplasty with Polymethylmethacrylate: A Case Report. *Spine* 2002;27: 419-22.
128. Lee MJ, Dumonski M, Cahill P, Stanley T, Park D, Singh K. Percutaneous treatment of Vertebral Compression Fractures. Meta-analysis of Complication. *Spine* 2009;34(11):1228-32.

129. Leeson MC, Lippitt SB. Thermal aspects of the use of polymethylmethacrylate in large metaphyseal defects in bone. A clinical review and laboratory study. *Clin Orthop* 1993; 295:239–45.
130. Legroux-Gerot I, Lormeau C, Boutry N, et al. Long-term follow-up of vertebral osteoporotic fractures treated by percutaneous vertebroplasty. *Clin Rheumatol* 2004; 23: 310–17
131. Lentle BC, Brown JP, Khan A, et al. Recognizing and Reporting Vertebral Fractures: Reducing the Risk of Future Osteoporotic Fractures. *Can Assoc Radiol J* 2006; 58(1):27–36.
132. Levine SA. An evidence-based evaluation of percutaneous vertebroplasty. *Manag Care* 2000; 9(3):56-60
133. Lieberman IH, Dudeney S, Reinhardt MK, Bell G. Initial outcome and efficacy of "kyphoplasty" in the treatment of painful osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine*, 2001; 26: 1631-8.
134. Lieberman, Isador B, MD, MBA, FRCS(C), Reinhardt M, RN, BSN, RNFA. Vertebroplasty and Kyphoplasty for Osteolytic Vertebral Collapse. *Clin Orthop Rel Res* 2003(1)(415S):S176-86
135. Liebschner MA, Rosenberg WS, Keaveny TM. Effects of bone cement volume and distribution on vertebral stiffness after VP. *Spine* 2001;26:1547-54.
136. Lim TH, Brebach GT, Renner SM, Kim WJ, Kim JG, Lee RE, Andersson GB, An HS. Biomechanical evaluation of an injectable calcium phosphate cement for vertebroplasty. *Spine* 2002;27: 1297-302.
137. Lin EP, Ekholm S, Hiwatashi A, Westesson PL. Vertebroplasty: cement leakage into the disc increases the risk of new fracture of adjacent vertebral body. *AJNR Am J Neuroradiol* 2004; 25:175–80.
138. Lindsay R, Silverman SL, Cooper C, Hanley DA, Barton I, Broy SB, Licata A, Brenhamou L, Geusens P, Flowers K, Stracke H, Seeman E. Risk of new vertebral fracture in the year following a fracture. *JAMA* 2001; 285: 320-3.
139. Liu JT, Liao J, Tan C, et al. Balloon kyphoplasty versus vertebroplasty for treatment of osteoporotic vertebral compression fracture: a prospective, comparative, and randomized clinical study. *Osteoporos Int* (2010)21:359–364.

140. Lowe RW, Phillips FM. Percutaneous Vertebral Augmentation for Malignant disease of the Spine. *Curr Opin Orthop* 2005;16:489-93.
141. Lyritis GP, Mayasis B, Tsakalacos N, Lambropoulos A, Gazi S, Karachalios T, Tsekoura M, Yiatzides A. The natural history of the osteoporotic vertebral fracture. *Clin Rheumatol* 1989;8 Suppl 2: 66-9.
142. Marcove RC, Arklen M. Atlas of bone pathology with clinical and radiographic correlations. 1st ed. Philadelphia. Lippincott 1992: 14-21.
143. Maricic M, Adachi JD, Sarkar S, Wu W, Wong M, Harper KD. Early effects of raloxifene on clinical vertebral fractures at 12 months in postmenopausal women with osteoporosis. *Arch Intern Med*, 2002;162: 1140-3.
144. Marshall D, Johnell O, Wedel H. Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures. *BMJ* 1996;312:1254-9.
145. Martín Andres A, Luna del Castillo JD. Bioestadística para las ciencias de la salud. Ed. Norma. Madrid 1989.
146. Masala S, Mastrangeli R, Petrella MR, et al. Percutaneous vertebroplasty in 1,253 levels: results and long-term effectiveness in a single centre. *Eur Radiol* 2009; 19: 165–71
147. Mathis J, Wong W. Percutaneous Vertebroplasty: Technical Considerations. *Journal of Vascular & Interventional Radiology* 2003;14(8):953-60
148. Mathis JM. Percutaneous vertebroplasty or kyphoplasty: which one do I choose? *Skeletal Radiol* 2006; 35: 629-31.
149. Maynard AS, Jensen ME, Schweickert PA, Marx WF, Short JG, Kallmes DF. Value of bone scanning in predicting pain relief from percutaneous vertebroplasty in osteoporotic vertebral fractures. *AJNR Am J Neuroradiol* 2000;21: 1807-12.
150. McCall T, Cole C, Dailey A. Vertebroplasty and kyphoplasty: a comparative review of efficacy and adverse events. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2008; 1:17–23

151. McGraw J, Kevin MD, Cardella JB, Dean J; Mathis JM, Sanchez O, et al. For the SIR Standards of Practice Committee. Society of Interventional Radiology Quality Improvement Guidelines for Percutaneous Vertebroplasty. *Journal of Vascular & Interventional Radiology* 2003; 14(7):827-831.
152. McKiernan F, Faciszewski T, Jensen R. Does vertebral height restoration achieved at vertebroplasty matter? *J Vasc Interv Radiol* 2005; 16:973–9
153. McKiernan FE. The broadening spectrum of osteoporotic vertebral fracture. *Skeletal Radiol* 2009; 38:303–308.
154. McNally EG, Wilson DJ, Ostlere SJ. Limited magnetic resonance imaging in low back pain instead of plain radiographs: experience with first 1000 cases. *Clin Radiol*. 2001; 56 (11): 922–5.
155. Meirhaeghe JV, Warlaw D, Bastian L, Lips P, Boonen S. An International Multicenter Randomized Comparison of Ballon Kyphoplasty And Non-Surgical Management in Patients With Acute Vertebral Compression Fractures. *Scoliosis Research Society 39TH Annual Meeting*. Buenos Aires, Argentina: 1997.
156. Melton LJ 3rd, Atkinson EJ, Cooper C, et al. Vertebral fractures predict subsequent fractures. *Osteoporos Int* 1999; 10:214–21.
157. Melton LJ, Kan SH, Frye MA, et al. Epidemiology of vertebral fractures in women. *Am J Epidemiol* 1989; 129: 1000-1011.
158. Molloy S, Mathis JM, Belkoff SM. The effect of vertebral body percentage fill on mechanical behavior during percutaneous vertebroplasty. *Spine* 2003; 28(14):1549–1554.
159. Mow VC, Hayes WC. *Basic Orthopaedic Biomechanics*. New York: Raven Press, 1991
160. Murray JA, Bruels MC, Lindberg RD. Irradiation of poly-methylmethacrylate: In vitro gamma radiation effect. *J Bone Joint Surg* 1974; 56 A: 311-312.
161. Nakano M, Hirano N, Fujita Y, Nogami S, Kawagushi Y, Rosai T. Outcome of Vertebral Fractures with Middle Column Destruction-Comparison Between Vertebroplasty and Conservative Therapy. *International Society For The Study of Lumbar Spine 34<sup>TH</sup> Annual Meeting*: 2008.

162. Neer R M, Arnaud C D, Zanchetta JR, Prince R, Gaich G A, Reginster JY, Hodsman A B, Eriksen EF, Ish-Shalom S, Genant H K, Wang O, Mitlak B H. Effect of parathyroid hormone (1-34) on fractures and bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis. *N Engl J Med* 2001;344: 1434-41.
163. Niv D, Gofeld M, Devor M. Causes of pain in degenerative bone and joint disease: A lesson from vertebroplasty. *Pain* 2003; 105:3 87–392.
164. Oda K, Shibayama Y, Abe M, Onomura T. Morphogenesis of vertebral deformities in involutional osteoporosis. A ge-related, three-dimensional trabecular structure. *Spine* 1998;23: 1050-6.
165. Oleksik A, Lips P, Dawson A, Minshall M E, Shen W, Cooper C, Kanis J. Health-related quality of life in postmenopausal women with low BMD with or without prevalent vertebral fractures. *J Bone Miner Res* 2000;15: 1384-92.
166. Ortíz Gómez JA. The incidence of vertebral body metastases. *International Orthopaedics* 1995; 19:309-311.
167. Pagani J, Libshitz H. Imaging bone metastases. *Rad Clin NA* 1982;20:545-60.
168. Papaioannou A, Watts NB, Kendler DL, et al. Diagnosis and management of vertebral fractures in elderly adults. *Am J Med* 2002; 113: 220-228.
169. Patel U, Singletary S, et al. Clinical profile of acute vertebral compression fractures in osteoporosis. *Br J Rheumat* 1991; 30:418-421.
170. Peel N F, Moore D J, Barrington N A, Bax D, Patel R. Risk of Vertebral Fracture and Relationship to Bone Mineral Density in Steroid Treated Rheumatoid Arthritis. *Ann Rheum Dis* 1995;54:801-6.
171. Peh W C, Gilula LA, Peck DD. Percutaneous vertebroplasty for severe osteoporotic vertebral body compression fractures. *Radiology* 2002;223: 121-6.
172. Pérez Abela A, Alvarez Osuna RM, Acosta Collado F, Cañadas del Castillo A, Godoy Abad N. Fracturas Toracolumbares. *Rev.S.And.Traum. y Ort.* 2003; 23(2):63-73
173. Pérez Abela A, Alvarez Osuna RM. Tratamiento Quirúrgico de las Patologías de la Columna Vertebral. En: Espinosa de los Monteros MT, Castillo Sánchez MD. Prevención, Tratamiento y Rehabilitación del Dolor de Espalda. Formación Alcalá; 2001: 453-478.

174. Pérez Abela AI, Alvarez Osuna RM, Acosta Collado F, Cañadas del Castillo A, Godoy A, Godoy N. Tratamiento de Fracturas Toracolumbares. Nuestra Experiencia en el periodo 2000-2003. Protocolo de Actuación. *Rev Esp Cir Osteoartic* 2004;39 (218):107-15
175. Perez-Higueras A, Alvarez L, Rossi RE, Quinones D, Al-Assir I. Percutaneous vertebroplasty: Long-term clinical and radiological outcome. *Neuroradiology* 2002; 44: 950-4.
176. Phillips FM, Ho E, Campbell-Hupp M, McNally T, Wetzel T, Gupta P. Early Radiographic and Clinical Results of Ballon Kyphoplasty for the Treatment of Osteoporotic Vertebral Compression Fractures. *Spine* 2003;28(19):2260-7.
177. Phillips FM, Todd Wetzel F, Lieberman I, Campbell-Hupp M. An in vivo comparison of the potential for extravertebral cement leak after vertebroplasty and kyphoplasty. *Spine*, 2002;27: 2173-9.
178. Polikeit A, Nolte LP, Ferguson SJ. The effect of cement augmentation on the load transfer in an osteoporotic functional spinal unit: finite element analysis. *Spine* 2003; 28:991-996
179. Pradhan B, M SE M, Bae H W, Kropf M A, Patel V, Delamarter RB. Kyphoplasty Reduction of Osteoporotic vertebral Compression Fractures: Correction of Local Kyphosis vs Sagittal Alignment. *Spine* 2006; 31(4):435-41.
180. Rao RD, Manoj D, Singrakhia M D. Current Concepts Review. Painful Osteoporotic Vertebral Fracture: Pathogenesis, Evaluation, and roles of Vertebroplasty and Kyphoplasty in its management. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85 (10):2010-22.
181. Rea JA, Li J, Blake GM, Steiger P, Genant H K, Fogelman I. Visual Assessment of vertebral deformity by X-ray absorptiometry: a highly predictive method to exclude vertebral deformity. *Osteoporosis Int* 2000; 11: 660-8.
182. Rhyne A II, Banitt D, Laxer E. Kyphoplasty: report of eighty-two thoracolumbar osteoporotic vertebral fractures. *J Orthop Trauma* 2004;18:294-9.
183. Ries LAG, Kosary CL, Hankey BF, et al. Cancer statistic review, 1973-1996. National Cancer Institute. NIH Publication No 99-2789. Bethesda, MD, 1999.

184. Rohlmann A, Zander T, Bergmann G. Spinal loads after osteoporotic vertebral fractures treated by VP or KP. *Eur Spine J* 2006;15:1255–64.
185. Ross PD, David JW, Epstein RS, Wasnich RD. Pain and disability associated with new vertebral fractures and other spinal conditions. *J Clin Epidemiol* 1994; 47:231–239.
186. Roux C, Fechtenbaun J, Kolta S, Isaia G, Andia JB, Devogelaer JP. Strontium Ranelate reduces the Risk of Vertebral Fracture in Young Postmenopausal Women with severe osteoporosis. *Ann Rheum Dis* 2008;67:1736-8.
187. Ruiz Santiago F, López Milena G, Ortega Herrera, et al. Morphometry of the lower lumbar vertebrae in patients with and without low back pain. *Eur Spine J* 2001; 10: 228-33.
188. Ruiz Santiago F, Pérez Abela A, Guzmán Álvarez L, et al. Pain and functional outcome after vertebroplasty and kyphoplasty. A comparative study. *Eur J Radiol* 2010; 75: e108–e113
189. Ryu KS, Park CK. The prognostic factors influencing on the therapeutic effect of percutaneous vertebroplasty in treating osteoporotic vertebral compression fractures. *J Korean Neurosurg Soc* 2009; 45 (1): 16 – 23.
190. Sarzier JS, Evans AJ, Cahill DW. Increased pedicle screw pullout strength with vertebroplasty augmentation in osteoporotic spines. *J Neurosurg* 2002;96 (3 Suppl): 309-12.
191. Schlaich C, Minne HW, Bruckner T, Wagner G, Gebest HJ, Grunze M, Ziegler R, Leidig-Bruckner G. Reduced pulmonary function in patients with spinal osteoporotic fractures. *Osteoporos Int* 1998; 8: 261-7.
192. Silverman SL, Minshall ME, Shen W, Harper KD, Xie S. The relationship of health-related quality of life to prevalent and incident vertebral fractures in postmenopausal women with osteoporosis. *Arthritis Rheum* 2001; 44: 2611-19.
193. Spitzer WO, Leblanc FE, Dupuis M, Abenhaim L, Belanger AY, Bloch R, et al. Scientific approach to the assessment and management of a activity-related spinal disorders. *Spine* 1987; 12: S1-59

194. Srikumaran U, Wong W, Belkoff SM, McCarthy EF: Histopathologic analysis of human vertebral bodies after kyphoplasty. *J Bone Joint Surg* 2005; 87(8):1838–43.
195. Sundaresan N, Satchev VP, Holland JF, et al. Surgical treatment of spinal cord compression from epidural metastasis. *J Clin Oncol* 1995; 13: 2330-35.
196. Takemasa R, Yamamoto H. Repair of osteoporotic vertebral compression fracture by transpedicular injection of bioactive calcium phosphate cement into the vertebral body. Read at the Annual Meeting of the North American Spine Society; Montreal, Quebec, Canada; 2002
197. Tann SB, Kozak JA, Mawad ME. The limitations of magnetic resonance imaging in the diagnosis of pathologic vertebral fractures. *Spine* 1991; 16 (8):919-923.
198. Taoka T, Mayr N, Lee HJ, et al. Factors influencing visualization of vertebral metastases on MRI imaging versus bone scintigraphy. *AJR* 2001; 176: 1525-30.
199. Taylor RS, Taylor RJ, Fitzell P. Ballon Kyphoplasty and Vertebroplasty for Vertebral Compression Fractures. A comparative Systematic review of efficacy and Safety. *Spine* 2006; 31(23):2747-55.
200. Traill Z, Richards MA, et al. Magnetic Resonance Imaging of metastatic bone disease. *Clinical Orthop* 1995; 312:76-88.
201. Vallarta N, Krueger D, Binkley N. Adition of Right Lateral Decubitus Positioning Improves Vertebral Visualization with VFA in Selected Patients. *Journal of Clinical Densitometry* 2006; 9: 233.
202. Vallejo R, Benyamin R, Floyd B, et al. Percutaneous cement injection into a created cavity for the treatment of vertebral body fractures. Preliminary results of a new vertebroplasty technique. *Clin J Pain* 2006; 22: 182-189
203. Van der Klift M, CE De Laet, et al. The incidence of vertebral fractures in men and women : the Rotterdam study. *J Bone Miner Res* 2002; 17(6):1051-6
204. Vats SH, McKierman F. Infected Vertebroplasty. *Spine* 2006;31(22) E859-62.
205. Vertinsky T, Krasnokutsky MV, Augustin M, Bammer R. Cutting Edge Imaging of the Spine. *Neuroimaging Clin N Am.* 2007; 17: 117–136.

206. Wardlaw D, Cumming SR, Meirhaege V, Bastian L, Tilman JB, Ranstan J, et al. Ballon Kyphoplasty was effective and Safe for Vertebral Compression Fracture Compared With Nonsurgical Care. Evidence Based Orthopaedics. J Bone Joint Surg Am 2009; 91(11):2747.
207. Weill A, Chiras J, Simon JM, Rose M, Sola-Martinez T, Enkaoua E. Spinal metastases: indications for and results of percutaneous injection of acrylic surgical cement. Radiology 1996;199: 241-7.
208. Woolf A, Akesson K. Preventing Fractures in Elderly People. Clinical Review, BMJ 2003;327:89-95.
209. Wuisman PI, Van Dijk M, Staal H, Van Royen BJ. Augmentation of (pedicle) screws with calcium phosphate cement in patients with severe progressive osteoporotic spinal deformities: an innovative technique. Eur Spine J, 2000;9: 528-33.
210. Yeom JS, Kim WJ, Choy WS, Lee CK, Chang BS, Kang JW. Leakage of Cement in Percutaneous Transpedicular Vertebroplasty for Painful Osteoporotic Compression Fractures. J Bone Joint Surg Br 2003;85:83-9.
211. Yuh WTC, Quets JP, et al. Anatomic distribution of metastasis in the vertebral body and modes of hematogenous spread. Spine 1996; 21(19):2243-2250
212. Yuh WTC, Zachar CK, et al. Vertebral compression fractures: distinction between benign and malignant causes with MRI imaging. Radiology 1989; 172:215-218