



Octubre-Diciembre 2024
Vol. 2, núm. 4 / pp. 210-216

Recibido: 02 de Agosto de 2024
Aceptado: 08 de Agosto de 2024

doi: 10.35366/118093



¿Vertebroplastía se asocia a mayor riesgo de fracturas? Nuestra experiencia

Is vertebroplasty associated with an increased risk of new fractures? Our experience

José Nicolás Ross,^{*,†,¶} Mauricio Hansen,^{‡,§,||} Carlos Enrique Alemán,^{§,**}
Gustavo Ibarreta,^{‡,††} Alberto Juan De Battista,^{‡,§§} Diego Fachinetti^{‡,¶¶}

Palabras clave:
vertebroplastía, fractura,
cemento, adyacente.

Keywords:
*vertebroplasty, fracture,
cement, adjacent.*

RESUMEN

Introducción: existe controversia sobre la relación entre la vertebroplastía y el riesgo de nuevas fracturas. Estudios biomecánicos predicen un mayor riesgo. No hay un acuerdo sobre los factores clínicos implicados. **Material y métodos:** estudio retrospectivo comparativo. Dos grupos de pacientes con fractura vertebral osteoporótica, tratadas de forma conservadora ($n = 46$) o con vertebroplastía ($n = 53$) con al menos un año de seguimiento. Se excluyeron fracturas de alta energía, tratadas con cifoplastía o instrumentación y que estuvieran asociadas a tumores. **Resultados:** de 99 pacientes, 54 fueron tratados con vertebroplastía y 45 de manera conservadora; 66.7% de los pacientes tenía osteoporosis, tabaquismo (18.4%), obesidad (29.9%) y diabetes (13.1%). Sesenta punto cuatro por ciento de las vertebroplastías fue unipedicular y 39.6% bipedicular. La mayoría de las fracturas ocurrieron en la charnela toracolumbar para ambos grupos. Treinta punto seis por ciento de los pacientes con vertebroplastía tuvo una nueva fractura y 23.5% en el grupo control, la diferencia no fue estadísticamente significativa ($p = 0.4783$). Los valores de *odds ratio* (OR) indicaron que la obesidad (OD = 1.50), osteoporosis (OD = 5.91) y los procedimientos bipediculares (OD = 1.60) son factores de riesgo para nuevas fracturas. **Conclusiones:** la vertebroplastía es un procedimiento efectivo para tratar fracturas vertebrales osteoporóticas. Estudios biomecánicos argumentan que el aumento de rigidez en un segmento vertebral lleva a la falla de vértebras adyacentes. Nuestros resultados coinciden con estudios previos (entre un 10 y 52% de refractura). Se observó que las refracturas toracolumbares son 2.7 veces más frecuentes que en otros segmentos. Limitaciones: número muestral ($n = 99$), carácter retrospectivo, falta de registro de tratamientos previos.

ABSTRACT

Introduction: there is controversy between the relationship of vertebroplasty and risk fractures. Biomechanical studies predict an increased risk. There is a lack of agreement as to the implied clinical factors. **Material and methods:** comparative retrospective study. Two groups of patients with osteoporosis related fractures, treated conservatively ($n = 46$) or with vertebroplasty ($n = 53$) with at least one year follow up. High energy, kyphoplasty, instrumented and tumor associated fractures were excluded. **Results:** 99 patients, 54 were treated with vertebroplasty and 45 conservatively. 66.7% of patients had osteoporosis, 18.4% smoked, 29.9% were obese and 13.1% had diabetes. 60.4% of vertebroplasties were unipedicular and 39.6% were bipedicular. Most new fractures occurred in the thoracolumbar junction for both groups. 30.6% of patients with vertebroplasty had a new fracture compared to 23.5% in the control group. No statistically significant difference was found ($p = 0.4783$). **Conclusion:** vertebroplasty is an effective procedure to treat osteoporotic vertebral fractures. Biomechanical studies argue that increased stiffness in a vertebral segment leads to failure of adjacent vertebrae. Our results coincide with previous studies (between 10 and 52% of fractures). It was observed that thoracolumbar fractures are 2.7 times more frequent than in other segments. Limitations: sample size ($n = 99$), retrospective character, lack of previous treatment registration.

* Orthosud Montpellier;
Clinique Saint Jean Sud de France, Montpellier, France.
† Hospital Privado Universitario de Córdoba, Córdoba, Argentina.

‡ Chirurgie du Rachis, CHRU Strasbourg, France.

ORCID:

† 0000-0003-3419-386X

|| 0009-0004-7201-2788

** 0009-0006-2183-5818

§ 0009-0000-3725-9807

§§ 0000-0002-8561-3388

¶ 0009-0008-3601-1744

Correspondencia:
José Nicolás Ross
E-mail: jnicolasross@gmail.com

Citar como: Ross JN, Hansen M, Alemán CE, Ibarreta G, De Battista AJ, Fachinetti D. ¿Vertebroplastía se asocia a mayor riesgo de fracturas? Nuestra experiencia. Cir Columna. 2024; 2 (4): 210-216. <https://dx.doi.org/10.35366/118093>



Odds ratio (OR) values indicated that obesity (OR = 1.50), osteoporosis (OR = 5.91) and bipediculare procedures (OR = 1.60) were risk factors for new fractures. Conclusions: vertebroplasty is an effective treatment for osteoporotic vertebral fractures. Biomechanic studies argue that increased rigidity in a vertebral segment leads to failure of adjacent vertebrae. Our results match previous studies (10 to 52% refracture). We observed that thoracolumbar refractors are 2.7 times more common than other segments. Limitations: sample size (n = 99), retrospective study, lack of data for previous treatments.

INTRODUCCIÓN

Desde su introducción en Francia, a mediados de los años 80,¹ la inyección de cemento percutáneo intravertebral para el tratamiento de las fracturas compresivas ha comprobado ser un procedimiento seguro, rentable y eficiente para el manejo del dolor relacionado con las fracturas vertebrales compresivas, las cuales generan una elevada morbilidad sobre todo en pacientes mayores.²⁻⁵

Sin embargo, al igual que cualquier procedimiento terapéutico, no está exenta de riesgos, los cuales van desde embolización de cemento a distancia, compresión de los elementos nobles neurológicos⁶ y posibles fracturas en niveles adyacentes a futuro.

Existe controversia sobre la causalidad entre la inyección de cemento intravertebral y las subsecuentes nuevas fracturas en la cercanía o distancia de la misma; si bien hay evidencia biomecánica de que la vertebroplastía aumenta de manera significativa la rigidez de la vértebra intervenida, generando cambios substanciales en la carga mecánica de las unidades funcionales vertebrales que están contiguas durante posiciones neutras como en la flexoextensión, en teoría aumentando el riesgo de fractura en niveles adyacentes,^{7,8} otros estudios biomecánicos también sugieren que la falla de niveles adyacentes estaría directamente relacionada con el volumen de llenado vertebral, sugiriendo la necesidad de ahondar en estudios que esclarezcan el volumen ideal de llenado del cuerpo vertebral.^{8,9} No obstante, establecer una conexión clínica precisa entre la intervención y un nuevo evento de fractura resulta mucho más complejo y continúa abierto al debate.

Al día de hoy se encuentran disponibles varios estudios que evalúan la incidencia de una posible relación entre la vertebroplastía (VTP) y nuevas fracturas vertebrales (entre 10 y 52%),¹⁰⁻¹⁷ y también intentan identificar factores de riesgo asociados con la aparición de nuevas fracturas como el volumen de cemento instillado, la fuga de cemento hacia el disco intervertebral,⁹ los procedimientos bipediculares y la recuperación de la altura vertebral y/o cifosis regional.¹⁸

Por otra parte se encuentran aquellos autores cuyos hallazgos contradicen la hipótesis de la causalidad

entre VTP o cifoplastía y nuevas fracturas compresivas.^{19,20} Una revisión sistemática del año 2006 por Taylor y asociados²⁰ encontraron una incidencia menor de fracturas adyacentes posterior a VTP y cifoplastía al compararse con tratamiento médico.²¹ En otro estudio clínico randomizado realizado por Farrokhi y colegas²² se encontró una mayor incidencia de nuevas fracturas en el grupo de tratamiento médico (13.3%) comparado con el grupo sometido a VTP (2.2%), al compararlos durante un año.

Debido a estas discrepancias entre hallazgos biomecánicos que no aparentan tener completa relación con la realidad clínica, decidimos estudiar de manera retrospectiva los resultados de pacientes intervenidos en nuestro hospital con los de aquellos que solo recibieron tratamiento médico.

Objetivos

Objetivo primario: establecer si existe una correlación significativa entre los procedimientos de VTP y la incidencia de aparición de nuevas fracturas adyacentes en comparación con el grupo control.

Objetivos secundarios:

1. Establecer factores de riesgo para la aparición de nuevas fracturas vertebrales relacionadas al procedimiento: procedimientos bipediculares, localización (torácico, charnela toracolumbar o lumbar), edad, sexo, osteoporosis.
2. Describir el tiempo entre el primer evento de fractura y la aparición de una nueva.
3. Describir complicaciones asociadas: fuga hacia disco intervertebral o canal raquídeo, embolismo a distancia, sangrado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio descriptivo retrospectivo en el que se estudió un primer grupo de pacientes con diagnóstico de fractura vertebral de tipo compresiva, ya sea en una vértebra o en niveles múltiples, tratadas con vertebroplastía percutánea entre enero de 2016 y enero de 2019.

Se analizó también un segundo grupo control de pacientes con fractura vertebral, durante el mismo periodo, que no hayan sido sometidos a VTP.

Criterios de inclusión: 1. Dolor mecánico en columna de más de 15 días de evolución y hallazgos en la resonancia magnética nuclear (RMN) compatibles con fractura por aplastamiento a causa de osteoporosis. 2. RMN que muestra edema óseo en secuencia T2 o *Short Time Inversion Recovery* (STIR). 3. Seguimiento clínico de por al menos un año documentado en historia clínica. 4. Pacientes mayores de 50 años. 5. Vertebroplastía uni o bipedicular en una o más vértebras fracturadas.

Criterios de exclusión: 1. Pacientes tratados con cifoplastía. 2. Fracturas vertebrales asociadas a tumores primarios o metastásicos. 3. Infección de columna vertebral activa. 4. Instrumentación espinal previa. 5. Falta de registro y/o seguimiento en historia clínica para llegar al año.

Grupo control

El grupo control consiste en un grupo paralelo de pacientes con diagnóstico clínico e imagenológico de fracturas vertebrales agudas por aplastamiento, durante el periodo entre enero de 2016 y enero de 2019, que no fueron tratados de manera invasiva con vertebroplastía ni cifoplastía, mayores de 50 años.

Técnica quirúrgica

Todos nuestros procedimientos fueron realizados en el quirófano bajo sedación, con el uso de radioscopía biplanar se identifica la vértebra fracturada y sus respectivos pedículos, se infiltra con lidocaína a 2% la piel, tejido celular subcutáneo y periostio. De manera transpedicular se avanza con aguja de Jamshidi de 2 mm hasta la mitad anterior del cuerpo vertebral (esto puede ser uni y bipedicular según preferencia del cirujano), se controla con contraste yodado que no haya fuga hacia ningún elemento noble y de manera posterior se inyecta el cemento para vertebroplastía (PMMA) de consistencia intermedia “pasta de dientes”, a través de jeringas a baja presión. No se utiliza bario ni antibiótico en la mezcla de cemento. El procedimiento se detiene cuando el cemento alcanza el cuarto posterior de la vértebra, cuando se identifica una fuga o al completar volumen de inyección de 6 a 8 ml de volumen. Los pacientes fueron dados de alta a las pocas horas postprocedimiento (12 a 24 horas) según horario de comienzo y antecedentes del paciente.

Análisis estadístico

Con los datos recopilados de las historias clínicas se creó una base de datos de tipo Excel, la que posteriormente se utilizó para los procesamientos estadísticos. En el caso de las variables numéricas se calcularon las medidas centrales y de dispersión (media y desviación estándar), y en la comparación entre grupos se aplicó un test t de Student o Mann-Whitney. Para las variables categóricas se calcularon las distribuciones absolutas y porcentuales y en las correlaciones se aplicó un test de χ^2 o prueba exacta de Fisher. En todos los casos se consideró como significativo un valor de probabilidad < 0.05. Además se calcularon los valores de *odds ratio* (OR). El análisis estadístico se realizó con el programa estadístico SPSS 22 (SPSS, Inc., Chicago, IL).

RESULTADOS

Características generales

La muestra de pacientes estuvo conformada por un total de n = 99 con fractura vertebral, ya sea en una vértebra o en niveles múltiples. La mayoría de pacientes era de sexo femenino, con 88.9% del total. En cuanto a la edad, la media fue de 79 años (DE = 9.3) de las edades comprendidas entre los 51 y 95 años como máximo.

Entre los factores de riesgo de fracturas o comorbilidades se observó que 29.9% de los pacientes padecía de obesidad y 66.7% tenía antecedente de osteoporosis. Además 13.1% se trataban de pacientes diabéticos, mientras que 18.4% era tabaquista. Del total de pacientes 53.5% (53) fueron tratados con vertebroplastía percutánea, el resto conformaron el grupo control, es decir, se trata de pacientes con fractura vertebral que no fueron sometidos a VTP. De los pacientes sometidos a VTP, 60.4% fue de tipo unipedicular y 39.6% fue bipedicular.

Análisis entre grupos

Los grupos fueron homogéneos con respecto a las características demográficas, es decir, en ambos grupos la mayoría fueron mujeres ($p = 0.1758$) y las edades medias semejantes, 80.4 años para los VTP y 77.4 años en el grupo control ($p = 0.1162$). En cuanto a las comorbilidades, la proporción fue similar con respecto a la obesidad ($p = 0.6539$), diabetes ($p = 0.9808$) y los hábitos de tabaquismo ($p = 0.8895$). Además 76% de los intervenidos con VTP tenían osteoporosis contra-

56% del grupo control, en este caso la diferencia fue estadísticamente significativa ($p = 0.0395$).

La mayoría de las fracturas ocurrieron en la charnela toracolumbar, con porcentajes de 72.7% en el grupo de pacientes intervenidos y 68.75% en el grupo control (*Figura 1*). En segundo lugar se encuentran las fracturas lumbares ($p = 0.7511$).

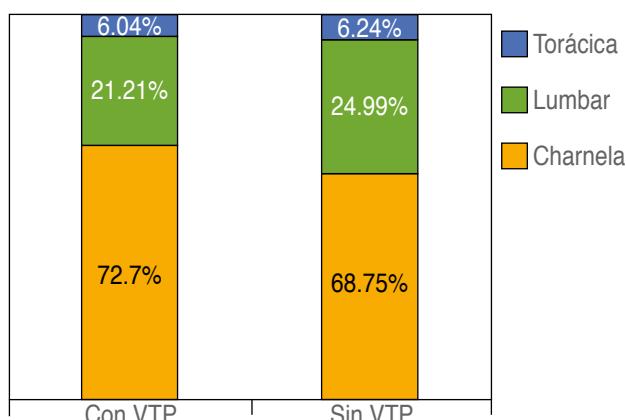


Figura 1: Localización de las fracturas según segmento.
VTP = vertebroplastía.

Tabla 1: Distribución según localización y vértebra según grupo.

Localización	Vértebra	Pacientes con VTP	Pacientes sin VTP
		n (%)	n (%)
Torácica			
	T6	1 (1.51)	1 (2.08)
	T9	1 (1.51)	0 (0.0)
	T2	1 (1.51)	1 (2.08)
	T5	1 (1.51)	1 (2.08)
Lumbar			
	L3	6 (9.09)	8 (16.66)
	L4	4 (6.06)	3 (6.25)
	L5	4 (6.06)	1 (2.08)
Charnela			
	T10	0 (0.0)	3 (6.25)
	T11	7 (10.6)	1 (2.08)
	T12	13 (19.69)	9 (18.75)
	L1	17 (25.75)	11 (22.9)
	L2	11 (16.66)	9 (18.75)

VTP = vertebroplastía.

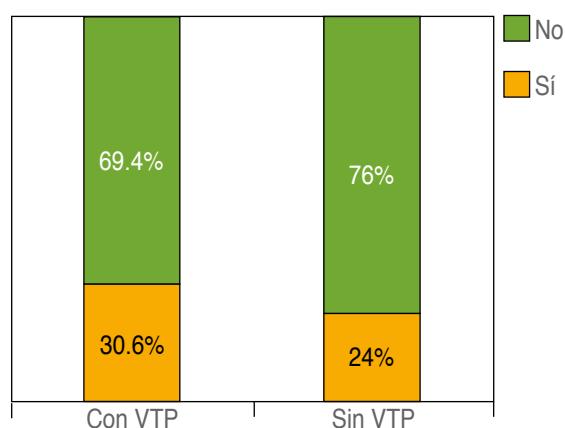


Figura 2: Nueva fractura según grupo.
VTP = vertebroplastía.

Tabla 2: Distribución de la nueva fractura según nivel y grupo.

Nivel	Pacientes con VTP	Pacientes sin VTP
T8	2	0
T9	1	1
T10	0	1
T11	0	2
T12	4	1
L1	5	3
L2	2	3
L3	1	0
L4	1	0

VTP = vertebroplastía.

Al observar las vértebras fracturadas según su localización, las más frecuentes fueron en la charnela toracolumbar a nivel L1 (*Tabla 1*): se presentaron en 25.75% en el grupo de pacientes con VTP y 22.9% en el grupo control. En relación a las fracturas lumbares, las fracturas se presentaron en mayor proporción en L3. Cabe señalar que hubo pacientes con más de una vértebra fracturada, en el grupo con VTP 22.6% tenía 2 o 3 y en el grupo control este porcentaje fue de 6.5%. La diferencia de proporciones no fue estadísticamente significativa ($p = 0.0762$).

En el grupo de pacientes intervenidos con VTP, 84.9% presentaban el *endplate* roto, mientras que en el grupo control este porcentaje fue de 45.7%. La diferencia de porcentajes en este caso fue estadísticamente significativa ($p = 0.0001$).

En cuanto a complicaciones, en el grupo de pacientes a los que se les realizó VTP, cuatro pre-

sentaron fuga de cemento al disco intervertebral; además a 71.7% de éstos se les realizó VTP en un solo nivel y a 24.5% en dos niveles. Hubo sólo dos pacientes a los que se les realizó el procedimiento en tres niveles. Tres pacientes tuvieron complicaciones graves.

Treinta punto seis por ciento de los pacientes con vertebroplastía tuvo una nueva fractura de vértebra (*Figura 2*) en el grupo control únicamente 24%, la diferencia no fue estadísticamente significativa ($p = 0.4783$).

El tiempo promedio general hasta aparición de nueva fractura, fue de 10.7 meses ($DE = 14.2$), con valores comprendidos en un rango de ocho días como mínimo y cinco años como máximo.

En el grupo de pacientes con VTP el promedio fue mayor: 11.9 meses, sin embargo, la diferencia no fue significativa ($p = 0.6984$).

En la *Tabla 2* se muestra la distribución de las nuevas fracturas, según nivel y grupo, en total se dieron 16 fracturas en el grupo con VTP y 11 en el grupo control.

Correlaciones entre factores de riesgo y nueva fractura en el grupo con VTP

Al correlacionar las distintas variables y factores de riesgo analizadas en el grupo con VTP, no se observaron diferencias estadísticas significativas (*Tabla 3*). Los valores de *odds ratio* indicaron que la obesidad, la osteoporosis y los procedimientos bipediculares son factores que aumentan la posibilidad de nueva fractura.

Por último, con respecto a las reinternaciones, 26.4% de los pacientes con VTP fueron internados nuevamente; entre los del grupo control, la proporción fue de 4.3%. La diferencia fue estadísticamente signifi-

cativa ($p = 0.0029$). En el grupo de pacientes con VTP, el promedio de días de internación fue mayor que en el grupo control: 5.7 versus 1.5 días. La diferencia entre las medias no tuvo significancia estadística ($p = 0.1764$).

DISCUSIÓN

La literatura existente describe el beneficio de la VTP en términos de alivio del dolor como tratamiento para las fracturas compresivas de cuerpo vertebral, siendo este un procedimiento seguro, rentable y eficiente.

Sin embargo, hay estudios que argumentan que la inyección de cemento intravertebral altera la carga total mecánica sobre los cuerpos vertebrales adyacentes con un consiguiente aumento de estrés y rigidez sobre éstas. Esta hipótesis tiene un sustento sólido desde el punto de vista biomecánico: el cemento en la vértebra funciona como un pilar que reduce el acuñamiento del *endplate* en tratamiento y aumenta la rigidez, no sólo de la articulación intervertebral, sino de la movilidad de todo el segmento. Además, el aumento de presión en el disco intervertebral adyacente aumenta de forma considerable, dando como resultado un aumento de la carga en los cuerpos vertebrales cercanos y una deflexión en los *endplates*; con el tiempo lleva a fracaso de las vértebras contiguas a la tratada con una carga relativamente menor.^{7,8}

En concordancia con los estudios ya publicados, donde se observa una incidencia de nuevas fracturas vertebrales (entre 10 y 52%),¹⁰⁻¹⁷ encontramos que 30.6% de los pacientes con vertebroplastía tuvo una nueva fractura vertebral y 23.5% en el grupo control, sin encontrar diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.4783$).

Tabla 3: Distribución de la nueva fractura según nivel y grupo.

Variables	Pacientes con nueva fractura		p (OR)
	n (%)	Pacientes sin nueva fractura	
Femenino	13 (32)	28 (68)	0.7065 (0.72)
Obesidad	5 (33)	10 (67)	0.5615 (1.50)
Osteoporosis	13 (37)	22 (63)	0.0778 (5.91)
Diabetes	1 (14)	6 (86)	0.3114 (0.33)
Tabaquismo	2 (22)	7 (78)	0.5455 (0.59)
Charnela	10 (30)	23 (70)	0.9940
Lumbar	4 (31)	9 (69)	
Torácico	1 (33)	2 (67)	
Bipedicular	7 (37)	12 (63)	0.4514 (1.60)
Fuga hacia disco	1 (50)	1 (50)	—

Uno de los desafíos que se plantea es la identificación de factores de riesgo que se correlacionen con la aparición de nuevas fracturas. En este trabajo vemos proporciones similares con respecto a la obesidad ($p = 0.6539$), diabetes ($p = 0.9808$) y los hábitos de tabaquismo ($p = 0.8895$). Además, 76% de los pacientes intervenidos tenían osteoporosis al igual que 56% del grupo control, en este caso la diferencia fue estadísticamente significativa ($p = 0.0395$). Sin embargo, al analizar los factores de riesgo en los pacientes sometidos a VTP encontramos que el OD se ve aumentado en aquellos pacientes con obesidad (1.5), osteoporosis (5.91) y los procedimientos bipediculares (1.60).

El segmento más afectado fue la charnela toracolumbar; 72% en las tratadas con VTP versus 68% en las no tratadas, se teoriza que se debe al hecho de que la flexión y la extensión son máximas a esta altura en comparación a otros niveles, que son relativamente fijos, con un riesgo de aparición de nuevas fracturas de compresión 2.7 veces mayor que aquellas ocurridas en otros niveles.^{18,23,24}

Este trabajo cuenta con sus propias limitaciones: a pesar de contar con dos grupos homogéneos en sus características basales y con un seguimiento de al menos un año posterior al evento de fractura, el número de pacientes es relativamente pequeño ($n = 99$), esto puede deberse en parte a nuestros criterios de inclusión, los cuales excluyeron una gran cantidad de pacientes con fracturas vertebrales traumáticas o asociadas a patología oncológica o que no tuvieron un seguimiento prolongado.

Se trata además de un estudio retrospectivo, el cual depende de datos provenientes de historias clínicas, las cuales pueden ser un factor en los resultados. No fue posible relevar en su totalidad datos asociados al tratamiento de patologías de base de nuestros pacientes, en particular la osteoporosis, como el uso de bifosfonatos u otras medicaciones para el tratamiento de la patología mineral ósea. Si bien no fue posible medir la cantidad de cemento administrado en cada vértebra por falta de registros en la historia clínica, podemos asumir que en aquellos procedimientos bipediculares el volumen de cemento en cada vértebra tiende a ser mayor, aumentando el riesgo de refractura adyacente en concordancia con estudios previos.⁹

CONCLUSIONES

Este estudio concluye que la vertebroplastía es un procedimiento efectivo para el tratamiento de fracturas

vertebrales osteoporóticas, pero su relación con el aumento del riesgo de nuevas fracturas sigue siendo controvertida. Aunque se observó una incidencia de nuevas fracturas vertebrales de 30.6% en los pacientes sometidos a VTP, en comparación con 23.5% en el grupo control, esta diferencia no tuvo significancia estadística. Los resultados apoyan estudios previos que señalan una amplia variabilidad en la incidencia de nuevas fracturas tras la VTP, con cifras que oscilan entre el 10 y 52%.

Entre los factores de riesgo identificados, la obesidad, la osteoporosis y los procedimientos bipediculares se asocian con una mayor probabilidad de nuevas fracturas. Estos hallazgos subrayan la necesidad de una evaluación cuidadosa de los pacientes antes de optar por la VTP, en especial en aquellos con factores de riesgo adicionales.

Las fortalezas del estudio incluyen la comparación directa entre un grupo tratado con VTP y un grupo control, lo que aporta evidencia sobre la efectividad del tratamiento. Sin embargo, el carácter retrospectivo del estudio y el tamaño limitado de la muestra representan limitaciones significativas que podrían haber influido en la capacidad de detectar diferencias estadísticas significativas.

Dado que no se observó una diferencia significativa en la incidencia de nuevas fracturas entre los grupos, se recomienda realizar estudios futuros con un mayor número de pacientes y un diseño prospectivo para confirmar estos resultados y mejorar la comprensión de los factores de riesgo específicos. Además, se sugiere investigar más a fondo el impacto del volumen de cemento utilizado y la técnica de inyección, factores que podrían influir en la incidencia de nuevas fracturas.

AGRADECIMIENTOS

Especiales agradecimientos a los Dres. Aldo Valle y Enrique Fachinetti.

REFERENCIAS

1. Galibert P, Deramond H, Rosat P, et al. Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty. Neurochirurgie. 1987; 33: 166-168.
2. Klazen CA, Lohle PN. Vertebroplasty versus conservative treatment in acute osteoporotic vertebral compression fractures (Vertos II): an open-label randomised trial. Lancet. 2010; 376: 1085-1092. doi: 10.1016/S0140-6736(10)60954-3.

3. Hulme PA, Krebs J, Ferguson SJ, Berlemann U. Vertebroplasty and kyphoplasty: a systematic review of 69 clinical studies. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006; 31 (17): 1983-2001. doi: 10.1097/01.brs.0000229254.89952.6b.
4. Deramond H, Depriester C, Galibert P, et al. Percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate: techniques, indications, and results. *Radiol Clin North Am*. 1998; 36: 533-546.
5. Garfin S, Yuan H, Reiley M. New technologies in spine: kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures. *Spine*. 2001; 26: 1511-1515.
6. Ferreyro IR, Rojas JR, Escobar GML, et al. Vertebroplastía percutánea: criterios de selección. *Anales de Radiología México*. 2002; 1: 499-508.
7. Sidhu GS, Kepler CK, Savage KE, Eachus B, Albert TJ, Vaccaro AR. Neurological deficit due to cement extravasation following a vertebral augmentation procedure. *J Neurosurg Spine*. 2013; 19: 61-70. doi: 10.3171/2013.4.SPINE12978.
8. Polikeit A, Nolte LP, Ferguson SJ. The effect of cement augmentation on the load transfer in an osteoporotic functional spinal unit. *Spine*. 2003; 28: 991-996.
9. Berlemann U, Ferguson SJ, Nolte LP, Heini PF. Adjacent vertebral failure after vertebroplasty. *J Bone Joint Surg Br*. 2002; 84: 748-752. doi: 10.1302/0301-620X.84B5.11841.
10. Liebschner MA, Rosenberg WS, Keaveny TM. Effects of bone cement volume and distribution on vertebral stiffness after vertebroplasty. *Spine*. 2001; 26: 1547-1554.
11. Uppin AA, Hirsch JA, Centenera LV, et al. Occurrence of new vertebral body fracture after percutaneous vertebroplasty in patients with osteoporosis. *Radiology*. 2003; 226: 119-124.
12. Li YA, Lin CL, Chang MC, Liu CL, Chen TH, Lai SC. Subsequent vertebral fracture after vertebroplasty. *Spine*. 2012; 37: 179-183.
13. Trout AT, Kallmes DF, Kaufmann TJ. New fractures after vertebroplasty: adjacent fractures occur significantly sooner. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2006; 27: 217-223.
14. Mudano AS, Bian J, Cope JU, Curtis JR, Gross TP, Allison JJ, Saag KG. Vertebroplasty and kyphoplasty are associated with an increased risk of secondary vertebral compression fractures: a population-based cohort study. *Osteoporos Int*. 2009; 20: 819-826. doi: 10.1007/s00198-008-0745-5.
15. Anselmetti GC, Marcia S, Saba L, Muto M, Bonaldi G, Carpeggiani P, Masala S. Percutaneous vertebroplasty: multicentric results from EVEREST experience in large cohort of patients. *Eur J Radiol*. 2012; 81(12):4083-6. doi: 10.1016/j.ejrad.2012.07.005.
16. Ma X, Xing D, Ma J. Risk factors for new vertebral compression fractures after percutaneous vertebroplasty: qualitative evidence synthesized from a systematic review. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013; 38: E713-722.
17. Trout AT, Kallmes DF, Kaufmann TJ. New fractures after vertebroplasty: adjacent fractures occur significantly sooner. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2006; 27: 217-223.
18. 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: 175-180.
19. Kim SH, Kang HS, Choi JA, Ahn JM. Risk factors of new compression fractures in adjacent vertebrae after percutaneous vertebroplasty. *Acta Radiol*. 2004; 45: 440-445. doi: 10.1080/02841850410005615.
20. Grafe IA, Da Fonseca K, Hillmeier J, et al. Reduction of pain and fracture incidence after kyphoplasty: 1-year outcomes of a prospective controlled trial of patients with primary osteoporosis. *Osteoporos Int*. 2005; 16: 2005-2012. doi: 10.1007/s00198-005-1982-5.
21. Yang W, Yang J, Liang M. Percutaneous vertebroplasty does not increase the incidence of new fractures in adjacent and nonadjacent vertebral bodies. *Clin Spine Surg*. 2018; 31: E16-E20. doi: 10.1097/BSD.0000000000000734.
22. Farrokhi MR, Alibai E, Maghami Z. Randomized controlled trial of percutaneous vertebroplasty versus optimal medical management for the relief of pain and disability in acute osteoporotic vertebral compression fractures. *J Neurosurg Spine*. 2011; 14: 561-569. doi: 10.3171/2010.12.SPINE10286.
23. Ortega-Zufiría JM, Sierra-Rodríguez M, López-Ramírez Y, et al. Risk of subsequent adjacent fractures after vertebral augmentation: a systematic review. *Rev Mex Neuroci*. 2021; 22: 89-95. Available in: <https://doi.org/10.24875/rmn.20000064>
24. Taylor RS, Fritzell P, Taylor RJ. Balloon kyphoplasty in the management of vertebral compression fractures: an updated systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J*. 2007; 16: 1085-1100. doi: 10.1007/s00586-007-0308-z.

Consideraciones éticas: el equipo a cargo de este proyecto aseguró mantener la privacidad y confidencialidad de cualquier dato y/o información personal de los sujetos relevados para la realización de este estudio tanto durante su etapa de producción como su eventual publicación. Se contó con autorización previa del Departamento de Docencia e Investigación del hospital.

Conflictos de intereses: los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses para la realización de este trabajo.