



ORIGINAL

Influencia del desequilibrio sagital en el resultado clínico de la vertebroplastia en pacientes con fractura por compresión vertebral osteoporótica

J.M. Cavanilles-Walker^a, D. Rodríguez Montserrat^a, X. Plano Jerez^{a,*},
M. Iborra González^a, M.T. Ubierna Garcés^b, J. Ríos Guillermo^c,
P. Cuadras Collsamata^d, E. Càceres Palou^b y R. Pérez Andrés^d

^a Unidad Cirugía de Columna, Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Universitari Germans Trias i Pujol, Badalona, Barcelona, España

^b Institut Universitari Quirón-Dexeus, ICATME, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España

^c Medical Statistics Core Facility, Institut d'Investigacions Biomèdiques August Pi i Sunyer (IDIBAPS), Hospital Clínic, Barcelona, España

^d Departamento de Radiodiagnóstico, Hospital Universitari Germans Trias i Pujol, Badalona, Barcelona, España

Recibido el 27 de enero de 2021; aceptado el 13 de abril de 2021

Disponible en Internet el 5 de agosto de 2021

PALABRAS CLAVE

Fractura vertebral
osteoporótica por
compresión;
Vertebroplastia;
Desequilibrio sagital;
Resultado clínico

Resumen

Antecedentes y objetivos: La correlación entre el equilibrio sagital de la columna y el resultado clínico tras una vertebroplastia (VP) en pacientes con fractura vertebral osteoporótica por compresión (FVOC) ha sido poco estudiada. Analizamos el resultado clínico de la VP en pacientes con FVOC teniendo en cuenta el equilibrio sagital.

Material y método: El objetivo primario es valorar el cambio en el dolor axial, la discapacidad y la calidad de vida relacionada con la salud mediante la escala analógica visual (VAS), índice de discapacidad de Oswestry (ODI) y el test SF-36, respectivamente. Todo ello, correlacionado con el eje sagital vertical (SVA) que define el equilibrio sagital. El estudio radiográfico consistió en una radiografía de perfil de columna completa en bipedestación. Los controles clínico-radiológicos se realizaron pre- y post-VP (1, 3 y 12 meses).

Resultados: Se incluyeron 51 pacientes con un total de 113 FVOC; 30 pacientes (60,7%) presentaron múltiples FVOC. Comparando la evolución del resultado del VAS y del ODI durante el seguimiento no se observaron diferencias significativas entre los grupos de pacientes con SVA < 50 mm y > 50 mm ($p > 0,05$). Por el contrario, en pre-VP los resultados del SF-36 presentaban peores puntuaciones en el grupo de SVA > 50 mm en la sección de función física (FP) ($p < 0,05$) y de componente de salud física (CSF) ($p < 0,05$). Estas diferencias se mantenían hasta los 3 meses de seguimientos en CSF y hasta el final del seguimiento en la sección de FP ($p < 0,05$).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: xplanojerez@gmail.com (X. Plano Jerez).

Conclusiones: Los pacientes con SVA > 50 mm presentan una recuperación más lenta de su calidad de vida relacionada con la salud tras VP por FVOC, pero sin diferencias significativas con respecto al dolor o discapacidad cuando se comparan con pacientes con SVA < 50 mm.

© 2021 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

KEYWORDS

Osteoporotic
vertebral
compression fracture;
Vertebroplasty;
Sagittal imbalance;
Clinical outcome

Sagittal imbalance influences outcome of vertebroplasty in patients with osteoporotic vertebral compression fracture

Abstract

Background and objectives: The correlation between sagittal balance of the spine and clinical outcome after vertebroplasty (VP) in patients with osteoporotic vertebral compression fractures (OVCF) is poorly investigated. We analysed the clinical outcome of patients with OVCF undergoing VP taking into account sagittal balance.

Material and method: The primary endpoint was the change in axial back pain, disability and health-related quality-of-life using Visual Analogue Scale (VAS), Oswestry Disability Index (ODI) and SF-36, respectively, in correlation to the parameters that define sagittal balance (SVA). Radiographic assessment included full spine standing lateral films. Imaging and clinical data were collected pre- and post-procedure at 1, 3 and 12 months.

Results: 51 patients were included presenting a total of 113 OVCF. 30 patients (60.7%) had multiple OVCF. Comparing the evolution of VAS and ODI throughout the follow-up it does not seem that there are significant differences in their behaviour between the SVA > 50 mm and the SVA < 50 mm groups ($p > 0.05$). On the contrary, pre-VP SF-36 scores showed worst results in the SVA > 50 mm group in the physical functioning (PF) section ($p < 0.05$) and in the physical component score (PCS) ($p < 0.05$). These differences were maintained until 3 months of follow-up in the case of the PCS and until the end of follow-up in the case of the PF ($p < 0.05$).

Conclusions: Patients with a SVA > 50 mm showed a slower recovery of their quality-of-life after VP for OVCF, but without significant differences with respect to pain or disability, when compared patients with SVA < 50 mm.

© 2021 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

A pesar de que la vertebroplastia (VP) se usa de forma frecuente en pacientes con fracturas vertebrales osteoporóticas por compresión (FVOC), no están claros los factores clínicos y radiológicos que influyen en su resultado^{1–3}. El objetivo de este estudio fue investigar si la presencia de desequilibrio sagital influye en el resultado clínico tras una VP desde el punto de vista de la calidad de vida relacionada con la salud, discapacidad y/o dolor con la intención de identificar un nuevo factor pronóstico, el desequilibrio sagital, que permita reconocer a un grupo de pacientes a los que quizás se les pueda pronosticar un peor resultado final tras una VP por FVOC.

Material y métodos

Una vez obtenida la aprobación del Comité Ético se estudiaron durante un período de 24 meses aquellos pacientes de nuestro centro con FVOC a los que se les realizó VP.

Se definió FVOC como una fractura por fragilidad ósea secundaria a un mecanismo de baja energía o con una densitometría ósea (DMO) T-score menor o igual a $-2,5$. Las FVOC se diagnosticaron en todos los casos mediante una

evaluación clínica, radiología simple y resonancia magnética (RMN) o SPECT-TC en los casos en los que la RMN no podía realizarse.

Todas las fracturas que no fueron osteoporóticas (metástasis, infección, etc.) o aquellas que presentaron síntomas neurológicos se excluyeron del estudio.

La indicación de VP se estableció ante FVOC sintomática (> 5 en escala visual analógica [EVA > 5]) que no mejoraba tras 6 semanas de tratamiento conservador. No se estableció límite máximo de tiempo de evolución de la fractura puesto que, en nuestra experiencia, las FVOC pueden ser sintomáticas durante un largo período de evolución, especialmente si se complican con necrosis avascular vertebral. Por otro lado, en ocasiones los pacientes eran remitidos a nuestro centro hospitalario con tiempo de evolución de la fractura superior a las 6 semanas.

De los 60 pacientes incluidos de forma inicial, se excluyeron 9 pacientes: 2 pacientes murieron durante los 6 primeros meses de seguimiento por causas externas al estudio mientras que 7 pacientes no completaron el protocolo de seguimiento (fig. 1).

La evaluación de los resultados clínicos se realizó mediante el análisis del dolor, calidad de vida relacionadas con la salud (CVRS) y la discapacidad obtenido a través de cuestionarios estandarizados: la escala visual analógica

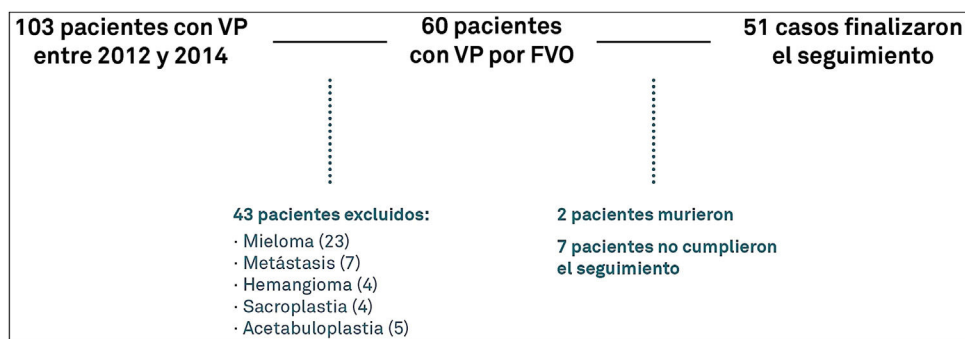


Figura 1 Diagrama de flujo que muestra la inscripción y el seguimiento de los pacientes.

(EVA), índice de discapacidad de Oswestry (ODI) y el test SF-36 (SF-36) antes del procedimiento y posteriormente a este (1, 3 y 12 meses).

Previamente, la morbilidad se analizó a través del índice de comorbilidad de Charlson (ICC) y la escala de riesgo anestésico de la American Society of Anesthesiologists (ASA).

La evaluación radiográfica se realizó analizando radiografías de columna completa (anteroposterior y lateral) en «clavicle position» incluyendo C7 y las cabezas femorales antes del procedimiento y a los 1, 3 y 12 meses post-VP permitiendo así la caracterización del balance sagital calculando el eje sagital vertical (SVA) (fig. 2). El valor de SVA puede estar influido por la posición de los brazos del paciente, por tanto es muy importante que todas las radiografías se obtengan con una posición estandarizada del paciente. En el estudio de Horton et al.⁴, donde describen la «clavicle position» (paciente en bipedestación con caderas y rodillas extendidas, brazos flexionados a 30° con codos y muñecas en flexión y manos en puño relajadas situadas en la fosa supraclavicular sin ayuda externa), refieren que es la mejor posición para visualizar los puntos de referencia en una radiografía de perfil de columna completa para calcular el SVA.

En la línea de estudios previos⁵, la muestra actual se dividió en $SVA > 0$ o $SVA < 50$ mm, siguiendo las recomendaciones de otros autores que establecieron un SVA de 50 mm como el límite de la normalidad. Las imágenes digitales obtenidas fueron evaluadas y recopiladas en un sistema PACS con formato DICOM, para así realizar el autor principal el estudio del balance sagital con SURGIMAP® (Nemaris Inc., Nueva York, NY, EE.UU.), un programa validado para este propósito^{6,7}.

Procedimiento de la vertebroplastia

Todos los procedimientos fueron realizados en una sala de angiografía del departamento de radiología bajo control de escopía o en la sala de tomografía axial computarizada (TC). El procedimiento fue realizado con el paciente en ayuno de 6 h y en decúbito prono bajo condiciones estériles y con administración profiláctica de antibióticos 1 h antes.

Tras la identificación de los pedículos, con el paciente bajo anestesia general o sedación intravenosa, se infiltraron con anestésico local (lidocaína 2%) el tejido celular subcutáneo y el periostio. Una vez localizado el pedículo, se colocaron agujas de calibre 11 y 10-15 cm de longitud

(Optimed, Ettlingen, Alemania) por vía transpedicular o extrapedicular según la ubicación de la vértebra a tratar. Posteriormente, se inyectó cemento de polimetilmetacrilato (PMMA) (Kyphon HV-R, Medtronic Sofamor Danek, Memphis, TN, EE.UU.) con el sistema de inyección reutilizable Cemento-MP (Optimed, Ettlingen, Alemania). Después de completar la inyección, se retiró la aguja y se realizó hemostasia. La hemivértebra contralateral se trató de la misma forma cuando se utilizó una técnica de inyección bilateral. La mayoría de los pacientes fueron dados de alta dentro de las 24 h posteriores al procedimiento.

Análisis estadístico

Las variables continuas se han descrito con la media con intervalos de confianza del 95% (IC 95%) y rango absoluto (mínimo, máximo), mientras que las variables categóricas se han descrito mediante frecuencias absolutas y porcentajes. La evolución clínica de los pacientes se evaluó utilizando modelos de ecuaciones de estimación generalizadas (GEE) con una matriz autorregresiva de orden 1 (AR (1)) para tener en cuenta las correlaciones intraindividuales.

Dadas las características observacionales y exploratorias del estudio, el tamaño de la muestra se fijó por factibilidad. Se recuperaron sistemáticamente los datos de la actividad clínica durante el estudio. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando IBM SPSS Statistics para Windows, versión 25.0. (IBM Corp, Armonk, NY) con un error de tipo I bilateral de 0,05.

Resultados

Muestra

Se incluyeron 51 pacientes, 6 hombres (11,8%) y 45 mujeres (88,2%), con una edad media de 69,5 años (IC 95%: 67; 72) (rango: 49-89 años). Estos 51 pacientes presentaron un total de 113 FVOC con una media de 2,21 FVOC por paciente (rango: 1-7). Un total de 30 pacientes (58,8%) tenían FVOC múltiples. Los niveles vertebrales tratados se extendieron desde T5 a L5, siendo los niveles de la unión toracolumbar, más concretamente los niveles L1 (22 VP), T12 (18 VP) y T11 (14 VP), los más frecuentemente tratados.

El tiempo medio transcurrido desde el inicio de los síntomas hasta la realización de la VP fue de 6,64 meses (IC

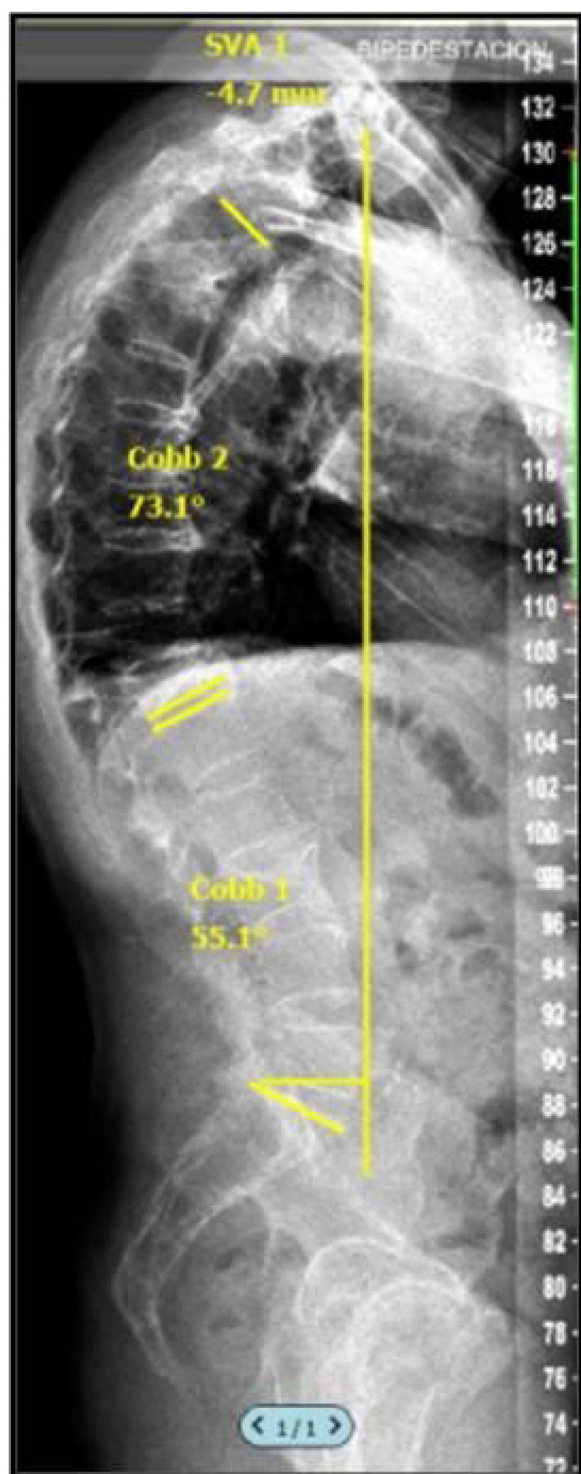


Figura 2 Representación en radiografía de columna completa en proyección de perfil del cálculo de SVA.

95%: 5,36, 7,91) (rango: 1,5-18 meses). De las 113 fracturas, 61 (53,9%) presentaron una deformidad vertebral leve con una pérdida máxima de altura en la porción anterior, media o posterior del cuerpo vertebral del 20-25% (Genant 1). El 31,8% (36 vértebras) tuvo una pérdida máxima de altura del 25-40% (Genant 2), mientras que el 14,1% restante (16 vértebras) tuvo una pérdida de altura superior al 40% (Genant 3).

Tabla 1 Características basales de los pacientes que finalizaron el seguimiento a 12 meses

<i>Edad, media ± DE (rango)</i>	69,5 ± 2,5 (48-89) años
<i>Sexo, media (%)</i>	
Mujer	45 (88,2%)
Hombre	6 (11,8%)
<i>Numero de FVOC, media (rango)</i>	2,2 (1-7)
<i>Localización FVOC</i>	
Torácica (T1-T10)	26
Toracolumbar (T11-L2)	63
Lumbar (L3-L5)	24
<i>Genant</i>	
Grado I	53,9%
Grado II	31,8%
Grado III	14,1%
<i>Tiempo entre FVOC y VP, media ± DE (rango)</i>	6,64 ± 1,28 (1-18) meses
ASA	2,47 ± 0,17 (1-14)
ICC	4,14 ± 0,62 (0-10)

En cuanto al acúñamiento de las vértebras afectadas, no hubo diferencias significativas entre pre-VP y 12 meses post-VP, con un cambio promedio de 0,32° (IC 95%: -0,12, 0,76) ($p = 0,151$).

En cuanto a la morbilidad preprocedimiento de la muestra estudiada, el valor medio del índice de comorbilidad de Charlson (ICC) fue de 4,14 (IC 95%: 3,52, 4,76) (rango: 0-10) y el valor medio del ASA de 2,47 (IC 95%: 2,3, 2,64) (rango: 1-4). Durante el seguimiento, solo se registraron 3 casos de nuevas fracturas (ya sea refractura de la vértebra intervenida o fractura distante a ella) entre los 113 procedimientos realizados, lo que representa una incidencia del 2,6%. Las características basales de los pacientes que finalizaron el seguimiento a los 12 meses se muestran en la [tabla 1](#).

Balance sagital y parámetros lumbopélvicos

Los valores medios de cifosis torácica (CT) y lordosis lumbar (LL) antes de VP fueron de 52,6° (IC 95%: 49,1, 56,2) y 55,1° (IC 95%: 51,2, 59,0) respectivamente. El valor medio del SVA pre-VP fue de 41,6 mm (IC 95%: 28,7; 54,5); un mes después de la VP fue de 36,4 mm (IC 95%: 24,5; 48,4); 3 meses después de la VP fue de 33,7 mm (IC 95%: 22,8; 44,7) y a los 12 meses fue de 35,0 mm (IC 95%: 25,0; 45,1). En ningún momento estos cambios en el SVA fueron significativos con respecto al pre-VP ni entre ninguno de los controles post-VP ([fig. 3](#)). El porcentaje de pacientes con un desequilibrio superior a 50 mm no cambió significativamente durante el periodo de seguimiento, oscilando entre el 26,8 y el 38,2%.

En cuanto a los valores lumbopélvicos, el valor medio de la inclinación pélvica (PT) antes de VP fue de 20,4 (IC 95%: 17,6; 23,2), el valor medio de la incidencia pélvica (IP) pre-VP fue de 54,4 (IC 95%: 51,1; 57,7), mientras que el valor medio de la pendiente sacra (SS) pre-VP fue de 34,8 (IC 95%: 31,7; 37,9).

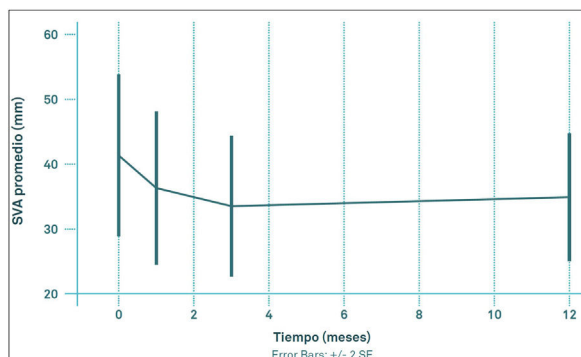


Figura 3 Evolución del SVA durante el seguimiento.

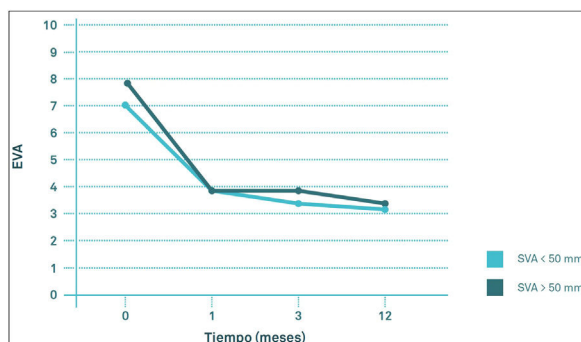


Figura 4 Evolución de la EVA comparando grupo de SVA mayor o menor de 50 mm durante el seguimiento.

Influencia del balance sagital en los resultados clínicos

Comparando la evolución de las puntuaciones EVA y ODI a lo largo del seguimiento, no parece que existan diferencias significativas en su comportamiento entre el grupo de SVA > 50 mm y el grupo con SVA < 50 mm ($p > 0,05$). Los dos grupos parten de valores similares de pre-VP, experimentando ambos una disminución significativa ($p < 0,05$) en el primer mes post-VP, tras lo cual prácticamente permanecieron sin cambios a los 3 y 12 meses después de la VP (figs. 4 y 5).

En cuanto a las diferencias en los diferentes apartados del SF-36 durante el seguimiento, solo se observaron diferencias significativas pre-VP en el apartado de funcionamiento

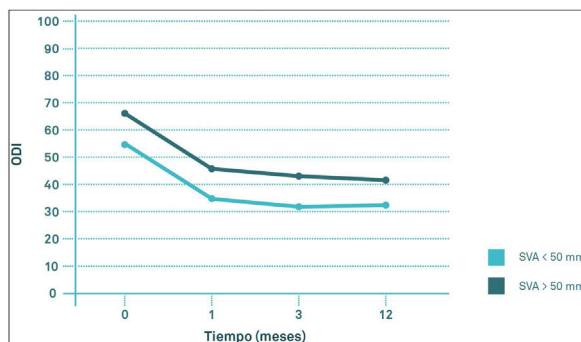


Figura 5 Evolución del ODI comparando grupo de SVA mayor o menor de 50 mm durante el seguimiento.

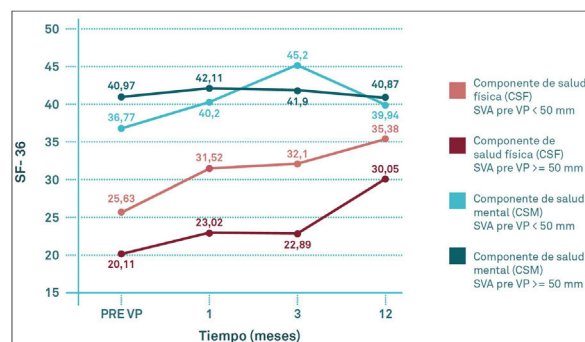


Figura 6 Evolución de resultados en los apartados de componente de salud física (CSF) y el componente de salud mental (CSM) del SF-36 durante el seguimiento.

físico (FP) (grado en el que la salud limita las actividades físicas como el autocuidado, caminar, agacharse, cargar pesos y realizar esfuerzos moderados e intensos) ($p < 0,05$) y en la puntuación de componente de salud física (CSF), que resume el FP, las limitaciones de rol por problemas de salud física (PR), el dolor (PA) y la salud general (GH) ($p < 0,05$), con peores resultados en el grupo con SVA > 50 mm. Estas diferencias se mantuvieron hasta el tercer mes de seguimiento en el caso del CSF, pero en el caso del FP se mantuvieron hasta el final del seguimiento ($p < 0,05$). En las otras secciones del SF-36, no hubo diferencias significativas entre los grupos SVA > 50 mm y SVA < 50 mm (fig. 6).

Discusión

Aunque la mayor parte de la bibliografía apoya la efectividad de la VP en la mejora del dolor y la funcionalidad en pacientes con FVOC^{1-3,8-15}, todavía no está claro cuál es la población teórica de pacientes que tienen más probabilidades de beneficiarse de la VP. El propósito de este estudio fue analizar la influencia del equilibrio sagital en el resultado de la VP después de FVOC.

Según Glassman et al.¹⁶ en 2005 se acepta que el equilibrio sagital es el factor predictivo radiográfico más importante en términos de dolor, discapacidad y estado de salud de los adultos con deformidades de la columna. Sin embargo, en el campo de la VP en pacientes con FVOC solo un estudio publicado en 2016 por Kim et al.¹⁷ analizaron la influencia del SVA en el resultado de la VP en términos de dolor utilizando la escala EVA en un estudio de seguimiento de 12 semanas en pacientes con fracturas vertebrales osteoporóticas agudas por compresión de un solo nivel. Ese estudio concluyó que el resultado de VP en términos de dolor es peor en pacientes con SVA > 50 mm, sin analizar la influencia del SVA en la discapacidad o en la calidad de vida relacionada con la salud.

Al contrario que en el trabajo de Kim et al., probablemente debido a un período de seguimiento más prolongado, en nuestra serie no parece que el SVA tenga una influencia significativa ni en la EVA ni en el ODI. Por el contrario, el SVA influye en las puntuaciones del SF-36, con peores resultados en el grupo de SVA > 50 mm, incluso antes de la realización de la VP en la sección de FP ($p < 0,05$) y en la puntuación del componente sumario físico (PCS) ($p < 0,05$). Estas diferencias se mantuvieron hasta el tercer mes de seguimiento

en el caso del PCS y hasta el final del seguimiento en el caso de la sección FP.

Por tanto, se puede decir que los pacientes con un SVA > 50 mm presentaron una recuperación más lenta del CSF y restricciones en las actividades físicas como el autocuidado, caminar, agacharse, cargar pesos y realizar esfuerzos moderados e intensos (que son las actividades que definen el tramo FP) al año de seguimiento con respecto a aquellos pacientes con un SVA < 50 mm. En otras palabras, aquellos pacientes con SVA > 50 mm necesitaron más tiempo para recuperar su estado de salud de tal manera que la puntuación de CSF a los 12 meses post-VP en el grupo SVA > 50 mm es comparable a la puntuación CSF en el primer mes después de VP en el grupo SVA < 50 mm, mientras que no parece haber una clara influencia del SVA en la evolución de la puntuación del componente sumario mental (CSM).

Con respecto a otros factores de la muestra que pueden actuar como factores de confusión, no se encontró que las puntuaciones de Charlson ni de la ASA influyeran en el resultado clínico en pacientes con SVA > 50 mm, contrastando con lo observado por Álvarez et al.⁸ que, al igual que otros autores, describen peores resultados en aquellos pacientes con limitaciones funcionales o comorbilidades.

En definitiva, y según los resultados, podríamos identificar un nuevo factor pronóstico, el desequilibrio sagital, permitiéndonos categorizar un subgrupo de pacientes en los que podemos anticipar una recuperación más lenta después de someterse a VP por FVOC, pudiendo así brindar a estos pacientes expectativas más realistas después de someterse a VP.

Fortalezas y limitaciones del estudio

Consideramos que el presente estudio tiene varias limitaciones. En primer lugar, se trata de un estudio observacional prospectivo, por lo que no podemos descartar los sesgos inherentes a este tipo de estudios. Además, el número de pacientes incluidos en el estudio es quizás pequeño. Probablemente con un tamaño de muestra mayor se podrían haber obtenido resultados diferentes, por lo que los resultados de este estudio unicéntrico no pueden extrapolarse a otros centros. Los autores creen que sería apropiado realizar un estudio multicéntrico para confirmar los hallazgos del presente estudio.

Conclusiones

Los pacientes con SVA > 50 mm presentan una recuperación más lenta de su calidad de vida relacionada con la salud tras VP por FVOC, pero sin diferencias significativas con respecto al dolor o discapacidad cuando se comparan con pacientes con SVA < 50 mm.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia III.

Financiación

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Yuan W, Hsu H, Lai K. Vertebroplasty and balloon kyphoplasty versus conservative treatment for osteoporotic vertebral compression fractures. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95:e4491.
2. Chen D, An ZQ, Song S, Tang JF, Qin H. Percutaneous vertebroplasty compared with conservative treatment in patients with chronic painful osteoporotic spinal fractures. *J Clin Neurosci*. 2014;21:473–7.
3. Blasco J, Martínez-Ferrer A, Macho J, San Roman L, Pomés J, Carrasco J, et al. Effect of vertebroplasty on pain relief, quality of life, and the incidence of new vertebral fractures: A 12-month randomized follow-up, controlled trial. *J Bone Miner Res*. 2012;27:1159–66.
4. Horton WC, Brown CW, Bridwell KH, Glassman SD, Suk S-I, Cha CW. Is there an optimal patient stance for obtaining a lateral 36° radiograph? A critical comparison of three techniques. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30:427–33.
5. Lafage V, Schwab F, Patel A, Hawkinson N, Farcy JP. Pelvic tilt and truncal inclination: Two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34:E599–606.
6. Vila-Casademunt A, Pellisé F, Acaroglu E, Pérez-Grueso FJS, Martín-Buitrago MP, Sanli T, et al. The reliability of sagittal pelvic parameters: The effect of lumbosacral instrumentation and measurement experience. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2015;40:E253–8.
7. Lafage R, Ferrero E, Henry JK, Challier V, Diebo B, Liabaud B, et al. Validation of a new computer-assisted tool to measure spino-pelvic parameters. *Spine J*. 2015;15:2493–502.
8. Álvarez L, Alcaraz M, Pérez-Higueras A, Granizo JJ, de Miguel I, Rossi RE, et al. Percutaneous vertebroplasty: functional improvement in patients with osteoporotic compression fractures. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31:1113–8.
9. 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;14:561–9.
10. Klazen CAH, Lohle PNM, De Vries J, Jansen FH, Tielbeek AV, Blonk MC, et al. Vertebroplasty versus conservative treatment in acute osteoporotic vertebral compression fractures (Vertos II): An open-label randomised trial. *Lancet*. 2010;376:1085–92.
11. Rousing R, Hansen KL, Andersen MO, Jespersen SM, Thomsen K, Lauritsen JM. Twelve-months follow-up in forty-nine patients with acute/semiacute osteoporotic vertebral fractures treated conservatively or with percutaneous vertebroplasty: A clinical randomized study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35:478–82.
12. Kallmes DF, Comstock BA, Heagerty PJ, Turner JA, Wilson DJ, Diamond TH, et al. A randomized trial of vertebroplasty for osteoporotic spinal fractures. *N Engl J Med*. 2009;361:569–79.
13. Buchbinder R, Osborne RH, Ebeling PR, Wark JD, Mitchell P, Wriedt C, et al. A randomized trial of vertebroplasty for painful osteoporotic vertebral fractures. *N Engl J Med*. 2009;361:557–68.

14. Voormolen MHJ, Mali WPTM, Lohle PNM, Fransen H, Lampmann LEH, van der Graaf Y, et al. Percutaneous vertebroplasty compared with optimal pain medication treatment: short-term clinical outcome of patients with subacute or chronic painful osteoporotic vertebral compression fractures. The VERTOS study. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2007;28:555–60.
15. Gu CN, Brinjikji W, Evans AJ, Murad MH, Kallmes DF. Outcomes of vertebroplasty compared with kyphoplasty: A systematic review and meta-analysis. *J Neurointerv Surg.* 2016;8:636–42.
16. Glassman SD, Berven S, Bridwell K, Horton W, Dimar JR. Correlation of radiographic parameters and clinical symptoms in adult scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005;30:682–8.
17. Kim Y-C, Bok DH, Chang H-G, Kim SW, Park MS, Oh JK, et al. Increased sagittal vertical axis is associated with less effective control of acute pain following vertebroplasty. *Bone Joint Res.* 2016;5:544–51.