

Vertebroplastia con injerto óseo compuesto de calcio combinado con fijación de tornillos pediculares en fracturas toracolumbares

MOHAMMED A. MOUSSA, M.Sc.*; MOHAMED M. MAROUF, M.Sc.**; MOHAMED FOUAD, M.Sc.**;
HOSAM S. TAHA, MD **; KAMAL S. ABD EL-MAGUID, MD ** y MOHAMMED A. KADDAH, MD *

El Departamento de Cirugía Ortopédica, Facultad de Medicina, Universidades de Fayoum * y El Cairo **

Resumen

Introducción: La reducción posterior probablemente reduce solo la periferia de la placa terminal con sus fuertes inserciones anulares, mientras que el área central permanece deprimida, lo que permite una realineación eficaz de la columna vertebral y una descompresión directa e indirecta. Con la fuerza de distracción, se puede lograr la restauración de la altura del cuerpo vertebral y la eliminación parcial del hueso o fragmentos discales del canal espinal mediante ligamentotaxis; la cifosis reaparece gradualmente en la fase de rehabilitación.

Objetivo del Trabajo: Evaluar el efecto terapéutico de la vertebroplastia con injerto óseo compuesto de calcio (GeneX) R combinado con fijación de tornillos pediculares en fracturas toracolumbar.

Pacientes y métodos: El estudio se realizó en 29 vértebras en 24 pacientes con fracturas por estallido a quienes se les realizó injerto óseo compuesto de calcio transpedicular (GeneX) y fijación espinal posterior.

Resultados: Mediante el uso de injerto óseo compuesto de calcio transpedicular (GeneX) y la fijación espinal posterior se detectó el éxito mediante el ángulo de Cobb inmediato y de seguimiento.

Conclusión: La restauración transpedicular de la integridad de la placa terminal y el soporte de la columna anterior mediante un injerto óseo compuesto de calcio (GeneX) y la fijación espinal posterior es un método efectivo y seguro para prevenir el colapso posterior.

Palabras clave: GeneX - Burst - Fracturas toracolumbar - Vertebroplastia.

Introducción

QUIRÚRGICO El manejo de las lesiones toracolumbar intenta maximizar la función; facilitar los cuidados de enfermería; y prevenir la deformidad, la inestabilidad o el dolor [1,2]. Los objetivos óptimos del manejo incluyen el establecimiento de un estado de salud indoloro, equilibrado y estable.

* Empresa de Biocomposites.

Correspondencia a: Dr. Mohamed A. Moussa,
El Departamento de Cirugía Ortopédica, Facultad de Medicina, Universidad Fayoum

columna vertebral con fusión del menor número de vértebras. Existen diferentes criterios para la elección del tratamiento según la gravedad de la deformidad cifótica, el compromiso del canal, la pérdida de altura vertebral y el estado neurológico.[3].

Los abordajes espinales posteriores permiten una realineación eficiente de la columna, descompresión directa e indirecta. Con la fuerza de distracción, se puede lograr la restauración de la altura del cuerpo vertebral y la eliminación parcial del hueso o fragmentos discales del interior del canal espinal mediante ligamentotaxis, la cifosis reaparece gradualmente en la fase de rehabilitación.[4]. Se ha comunicado un aumento de la deformidad de hasta 12° tras la cirugía por métodos posteriores. McNamara et al., revisaron 13 pacientes tratados quirúrgicamente e informaron una progresión de la cifosis posoperatoria de 8,7° con solo un 69% de retorno a la actividad previa a la lesión. En estudios similares Stephens et al., y Kramer et al., reportaron una progresión postoperatoria de 11,9° y 12,9°, respectivamente[5,6]. Farcy et al.[7] sugirió que la razón principal de la pérdida de la corrección es que las estructuras óseas trabeculares dentro de las vértebras no pueden restaurarse adecuadamente después de la reducción posterior. Por lo tanto, las vértebras fracturadas, llamadas vértebras en "cáscara de huevo", todavía carecen de un soporte estable [2].

Cuando hay una interrupción significativa de la columna anterior que comparte la carga, la fijación simple de un nivel por encima y un nivel por debajo del segmento corto no garantiza una estabilidad adecuada, lo que da como resultado una reducción deficiente de la deformidad cifótica y la aparición de fallas del instrumento.[8]. Esto requiere enfoques más extensos, como la reconstrucción anterior a través de un enfoque anterior.[9]. Este enfoque puede ser técnicamente más exigente, con un mayor potencial de complicaciones intraoperatorias en comparación con los enfoques posteriores.[10].

Después de una lesión tipo estallido, tanto la parte central como la periférica de la placa terminal suelen fracturarse, aunque la lesión en la parte central suele ser más prominente debido a la presión hidrostática en el núcleo que se acumula durante el impacto traumático.[11]. La reducción indirecta de un platillo vertebral fracturado por tracción sobre las fibras anulares restaurará fácilmente la periferia cortical, dando la impresión de una buena restauración del cuerpo vertebral en las radiografías anteroposterior y lateral.[12]. Sin embargo, la parte central de la placa terminal no se puede reducir de esta manera, lo que lleva a una morfología distorsionada del espacio discal. Posteriormente, el núcleo puede herniarse a través del platillo vertebral fracturado y causar insuficiencia de la columna anterior.[13].

Recientemente se ha investigado el aumento del cuerpo vertebral mediante la introducción transpedicular de cemento biológico. Se han informado técnicas que utilizan un abordaje posterior único para la estabilización posterior de un segmento corto y la introducción transpedicular de cemento biológico o hueso. Esta parece ser una técnica segura que permite la estabilización circunferencial mediante un único abordaje posterior. Se observaron mejores resultados cuando el aumento se realizó de forma bilateral.

[14].

GeneX es un compuesto de calcio bifásico. Contiene dos sales de calcio diferentes; Poroso 0-fosfato tricálcico. Sulfato de calcio de grado de implante, estos componentes se reabsorben en diferentes marcos de tiempo[15].

Pacientes y métodos

El estudio se realizó en 24 pacientes, 10 mujeres y 14 hombres. La edad media fue de 30 años (rango de 15 a 57 años). El estudio se realizó entre julio de 2012 y octubre de 2014.

Criterios de inclusión:

- adultos
- Cualquier paciente que presente una fractura dorsolumbar reciente e inestable por estallido.

Criterio de exclusión:

- Fracturas aisladas de apófisis espinosa y apófisis transversa.
- Fracturas con etiologías neoplásicas asociadas.
- Fracturas osteoporóticas de columna vertebral sin trauma asociado.
- Fracturas antiguas-fracturas pediátricas.

Los niveles de fracturas dorso-lumbares fueron los siguientes; un paciente D9, un paciente D11, 3 pacientes

D12, 14 pacientes L 1, 2 pacientes L2, 3 pacientes L3, 4 pacientes L4 fractura y un paciente L5. Hubo 5 pacientes con fracturas vertebrales de doble nivel.

En la presentación, se obtuvo la historia. Se realizó examen clínico de los pacientes traumatizados. El mecanismo de lesión fue caída desde altura en 19 pacientes y accidente automovilístico en 5 pacientes. Se realizó evaluación neurológica de todos los pacientes y 21 pacientes estaban neurológicamente libres (Frankel E y escala de deterioro ASIA E), dos pacientes Frankel D y un paciente Frankel C.

A todos los pacientes se les realizó radiografía simple (AP-lateral) con evaluación del ángulo de Cobb y TC dorsolumbar. El ángulo de Cobb varió de 4 a 30 grados antes de la operación, el ángulo de Cobb preoperatorio medio fue de 15,8 grados.

Según la clasificación de Dennis todos los pacientes eran tipo ráfaga. Según la clasificación AO Fig. (13), 12 vértebras se clasificaron como A3.1 (fractura por estallido incompleta), 5 vértebras A3.2 (fractura por estallido dividida), 5 vértebras A3.3 (fractura por estallido completa), 2 vértebras B1.2 (rotura del ligamento posterior más fractura por compresión tipo A), 2 vértebras B2.3 (disrupción ósea posterior más fractura por compresión tipo A) y 3 vértebras A1.1 (impactación del platillo terminal). Las fracturas tipo A1.1 se asociaron con otras fracturas vertebrales y se trataron de forma conservadora.

Según la clasificación de Load Sharing; cinco pacientes tenían un punto de clasificación de distribución de carga de 7, once pacientes tenían un punto de clasificación de distribución de carga de 7, cuatro pacientes tenían un punto de clasificación de distribución de carga de 8, cuatro pacientes tenían un punto de clasificación de distribución de carga de 9.

Datos operacionales:

El abordaje posterior de la columna dorsolumbar se realizó en todos los pacientes, la primera etapa quirúrgica consistió en realizar la fijación de la fractura dorsolumbar mediante tornillos transpediculares un nivel por encima y un nivel por debajo de la vértebra fracturada con distracción realizada en 22 pacientes.

Inclusión de nivel fracturado por tornillos pediculares en 2 pacientes de la siguiente manera; un paciente con fractura L3 y L4 hicimos fijación L3 a L4. A un paciente con fractura D 12 y L 1 le hicimos fijación D 11 y D12 a L2 con distracción de la vértebra L1 e inyección de material GeneX a L1.

En todos los pacientes se realizó vertebroplastia mediante injerto óseo compuesto de calcio (GeneX) a través de cánulas transpediculares. Vertebroplastia realizada en 24 vértebras. Cinco fracturas vertebrales no fueron inyectadas

por **GeneX**, dos vértebras fueron incluidas en el nivel de fijación y tres fueron tratadas conservadoramente.

Manejo y seguimiento postoperatorio:

Durante el período de seguimiento, todos los pacientes fueron sometidos a evaluaciones clínicas. El control radiográfico incluyó sistemáticamente radiografías postoperatorias de la columna dorsolumbar incluyendo antroposterior y lateral postoperatorio inmediato. Los pacientes fueron seguidos de forma ambulatoria en la sala de hospitalización: se evaluó el dolor residual y se analizaron los resultados de las radiografías realizadas a los 3 meses, 6 meses y 1 año del postoperatorio.

La intensidad del dolor se midió mediante la Escala Analógica Visual (VAS) en el seguimiento y se calculó la deformidad del plano sagital (ángulo cifótico) en todas las radiografías utilizando el método de Cobb, ángulo cifótico local. Los resultados funcionales se evaluaron en todos los pacientes mediante el índice de discapacidad de Oswestry.

Resultados

Las puntuaciones generales de función y dolor mostraron buenos resultados clínicos para todos los pacientes. La evaluación neural de los pacientes reveló que no hubo deterioro neurológico de todos los pacientes y hay una mejoría del estado neurológico de los tres pacientes con lesión neurológica incompleta, dos casos quedaron neurológicamente libres y un paciente tenía incontinencia urinaria residual.

El nivel medio de intensidad del dolor preoperatorio fue de 6,8 en la EVA (rango 4-8). Los niveles de dolor de los pacientes mejoraron significativamente tras la operación, ya que la EVA media descendió a 1,1 (rango 0-2) el día del alta y al final del seguimiento.

La puntuación media del índice de discapacidad de Oswestry (ODI) en los cuestionarios de salud fue del 8,3 % (rango del 2 % al 24 %). Un total de 21 de 24 pacientes (87,5 %) obtuvieron una puntuación del 0 % al 20 % que representa una "discapacidad mínima". Tres pacientes (12,5 %) obtuvieron una puntuación del 21 % al 40 % que representa una "discapacidad moderada". Ningún paciente obtuvo una puntuación superior al 40%.

No ocurrieron fallas de instrumentación en ninguno de los pacientes, y ningún paciente requirió cirugía de revisión por pérdida de corrección o falla de instrumentación.

La cantidad media de **GeneX** inyectada fue de 4,3 ml (rango 3,8-5 ml). Inyección uniportal en 6 casos (25%) y biportal en 18 casos (75%). Hemos notado que la evidencia de **GeneX** desaparece en los primeros 3 meses en 18 casos (75%), 6 meses en 4 casos (16,7%) y 1 año en 2 casos (8,3%).

Fuga de **GeneX**, definida como cualquier cantidad de cemento fuera de los límites del cuerpo vertebral Fig. (1). Se produjo fuga de cemento en 4 casos (16,6% de los casos), no se había producido fuga de cemento en el canal espinal y se diagnosticaron dos casos de fuga lateral y dos casos de fuga dentro del disco sin consecuencias clínicas.

El ángulo de Cobb se midió antes de la operación con una media de 15,8 grados (rango de 1 a 30 grados) y mejoró después de la operación a 1,3 grados (rango de 10 grados de lordosis a 13 grados de cifosis) con una mejora del 91,8 % en promedio del ángulo cifótico y al final del seguimiento. -up 2.7 (rango 9 grados lordosis-14 grados cifosis) con mejoría del 83% promedio del ángulo cifótico.

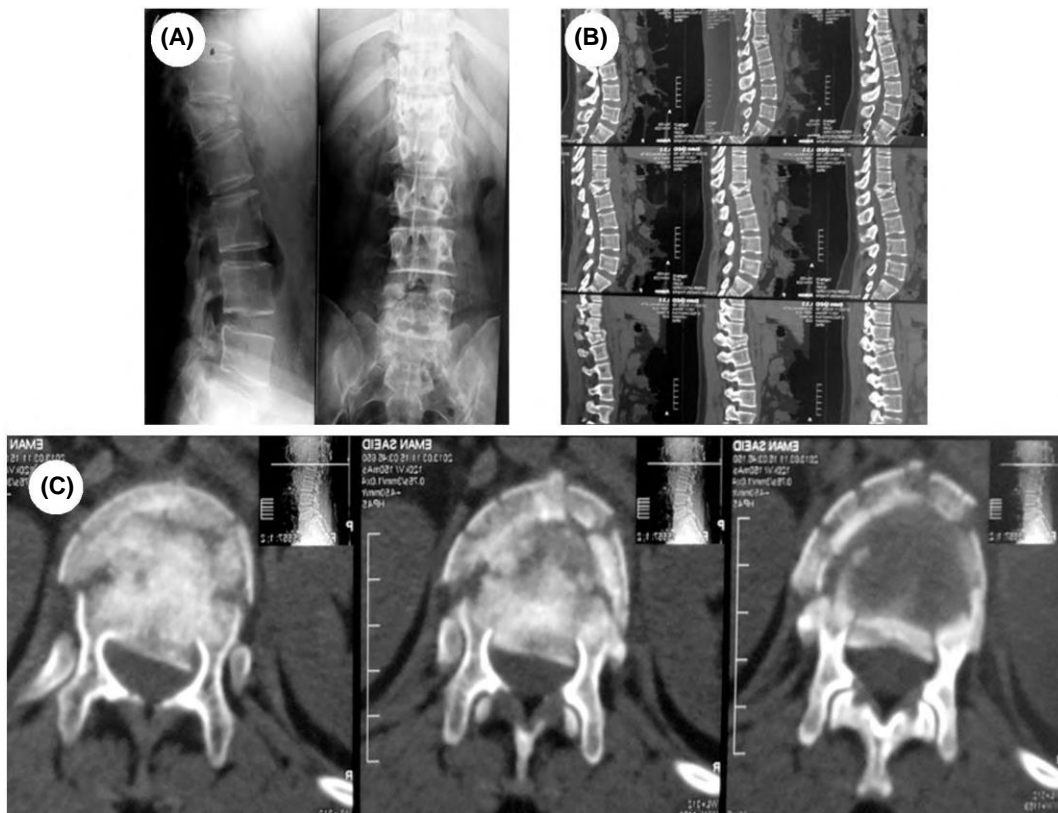
La pérdida media de la corrección del ángulo de Cobb fue 1.4 (rango 0-4 grados) con una pérdida promedio del 8% de la corrección del ángulo cifótico y principalmente durante los primeros 3 meses postoperatorios.

El ángulo de cuña vertebral se midió antes de la operación con una media de 19,3 grados (rango de 8 a 32 grados) y mejoró después de la operación a 2,4 grados (rango de lordosis de 2 grados a cifosis de 8 grados) con una mejora del 87,5 % en promedio del ángulo de cuña vertebral y al final. -up 3,2 (rango 1 grado lordosis-10 grados cifosis) con una mejora del 83,4% de media del ángulo de cuña vertebral. La pérdida media de la corrección del ángulo de cuña vertebral fue de 0,8 (rango 0-2 grados) con una pérdida media del 4,1 % de la corrección del ángulo de cuña vertebral.

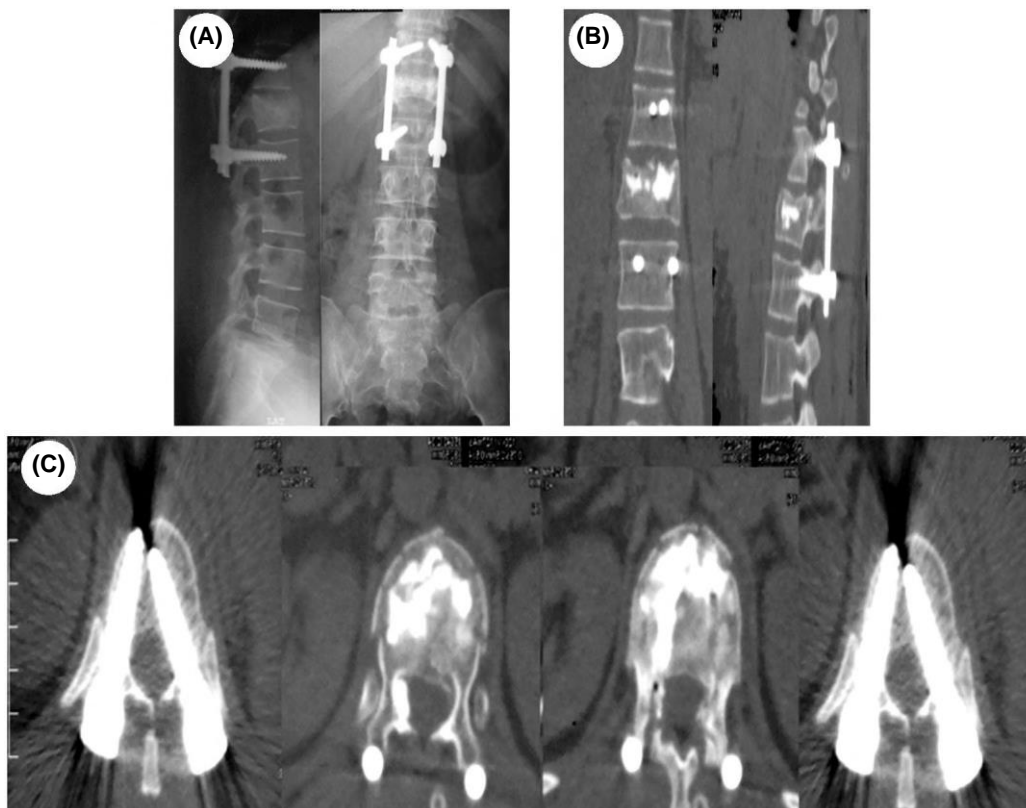
Cinco pacientes tuvieron un punto de clasificación de carga compartida de 6 para aquellos pacientes con una pérdida de corrección promedio de 1,23 grados. Once pacientes tuvieron un punto de clasificación de carga compartida de 7 para esos pacientes, la pérdida promedio de corrección fue de 1,72 grados. Cuatro pacientes tuvieron un punto de clasificación de carga compartida de 8 para aquellos pacientes con una pérdida de corrección promedio de 1,75 grados. Cuatro pacientes tenían un punto de clasificación de carga compartida de 9 para aquellos pacientes con una pérdida de corrección de 2 grados en promedio.



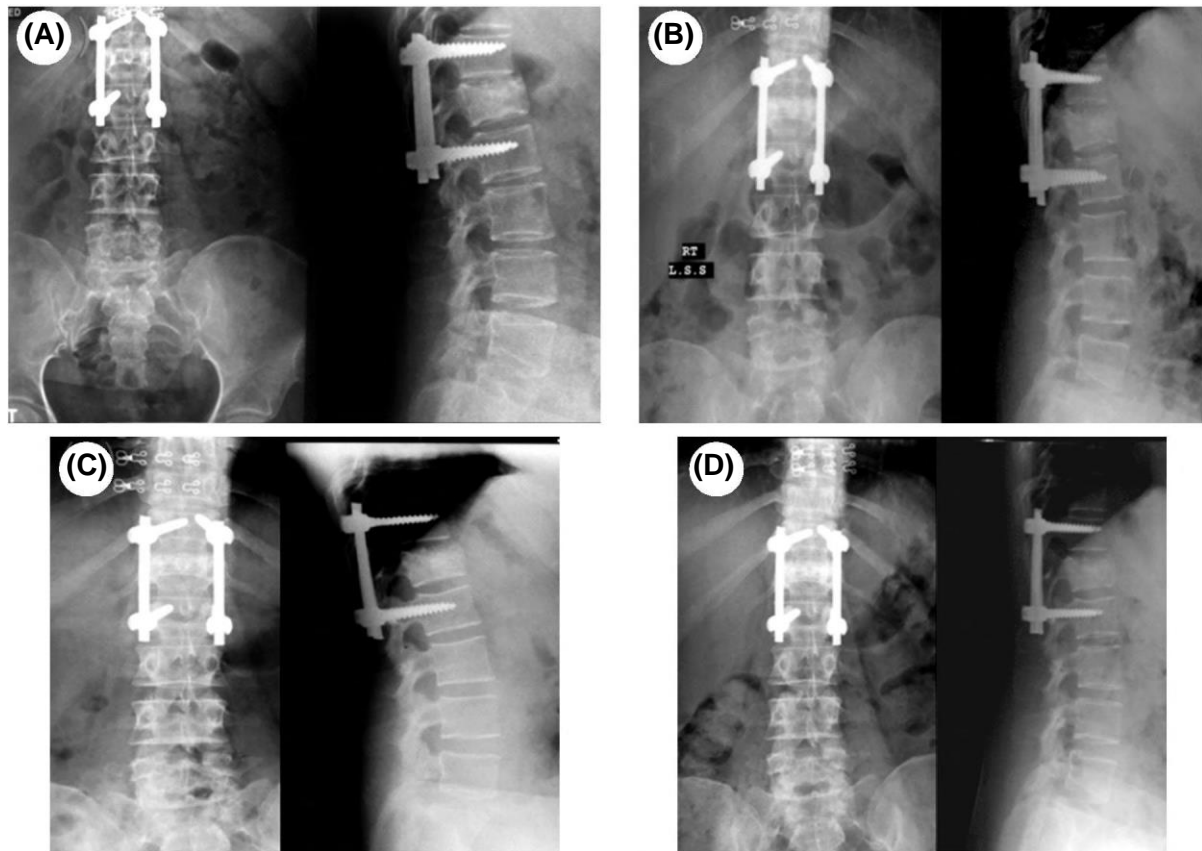
HIGO. (1): Lakage en el disco.



HIGO. (2): (A) Radiografía preoperatoria, (B) Tomografía computarizada sagital preoperatoria y (C) Tomografía computarizada axial preoperatoria indicativa de conminución severa de L1 y ángulo de Cobb 30 grados.



HIGO. (3): (A) Radiografía posoperatoria, (B) Tomografía computarizada coronal, sagital posoperatoria y (C) Tomografía computarizada axial posoperatoria mostrando reducción del ángulo cifótico a 3 grados y apariencia de GeneX radiopaco con limpieza del canal espinal. Los tornillos pediculares derechos penetran en la cortical pedicular medial sin problemas neurológicos.



HIGO. (4): (A) Radiografías de seguimiento posoperatorio 1 mes, (B) 3 meses, (C) 6 meses y (D) 1 año que revelan el mantenimiento de la reducción del ángulo cifótico y reabsorción completa de GeneX. Hay pérdida de solo un grado del ángulo de Cobb para estar en el seguimiento final de 4 grados.

Discusión

Varios investigadores han informado tasas de falla inaceptablemente altas con la fijación de segmento corto posterior, con una incidencia de 20% a 50% de falla del tornillo pedicular y 50% a 90% de pérdida de reducción de la cifosis con esta técnica.[dieciséis]. La vertebroplastia podría proporcionar potencialmente el soporte de la columna anterior y el cemento aumenta la resistencia, la rigidez y la capacidad de carga del cuerpo vertebral fracturado. Esto da como resultado un cambio de las fuerzas de carga a la columna anterior recién fortalecida.[17].

En nuestra serie la pérdida media de la corrección del ángulo de Cobb fue de 1,4 (rango 0-4°) con una pérdida media del 8% de la corrección del ángulo cifótico y principalmente durante los 3 primeros meses del postoperatorio y no se observó fracaso del implante en ninguno de nuestros casos.

Encontramos en nuestra serie que el ángulo de Cobb se midió preoperatorio con una media de 15,8° (rango 1-30°) y mejoró en el postoperatorio a 1,3° (rango 10° lordosis-13° cifosis) con una mejora de media del 91,8% del ángulo cifótico y en el seguimiento final 2,7 (rango 9° lordosis-14° cifosis) con mejoría media del 83% del ángulo cifótico. Jorrit-Jan Verlaan et al., (2014) en una serie de

cifoplastia y fijación de segmentos cortos encontraron que el ángulo de Cobb promedio cambió de 11,0° preoperatorio a 4,5° y en el seguimiento fue de 5,8°. El ángulo de Cobb no cambió significativamente después de retirar la instrumentación del tornillo pedicular.[18].

El objetivo de Genex es "sellar" el disco intervertebral alineando y levantando las placas terminales fracturadas a una posición (casi) anatómica, evitando así que el material del disco entre en el cuerpo vertebral y dando como resultado una alineación espinal fisiológica y cuando aumentamos la columna vertebral cuerpo con Genex logramos la reducción de la placa terminal central en la mayoría de los pacientes, previniendo la insuficiencia de la columna anterior y disminuyendo la degeneración del espacio discal con la consiguiente minimización de la discapacidad resultante de la fractura.

Los cementos de fosfato de calcio son materiales biocompatibles sin calentamiento local ni efectos tóxicos sobre el tejido óseo circundante. Además, el fosfato de calcio es una sustancia bioactiva que se degrada con el tiempo por sustitución lenta y puede estimular la formación de nueva sustancia ósea en la interfaz hueso-cemento (osteoconductividad) con absorción parcial de fosfato de calcio por actividad osteoclástica después de 6 meses.[19].

Los resultados indican que no hay discrepancia entre el ángulo de Cobb y el ángulo de cuña vertebral en el seguimiento final y esto indica una buena cicatrización y soporte del cuerpo central con un colapso mínimo de las vértebras fracturadas en el período de seguimiento.

Sin embargo, cuando hay una interrupción significativa de la columna anterior que comparte la carga, la fijación simple de un nivel por encima y un nivel por debajo del segmento corto no garantiza una estabilidad adecuada, lo que resulta en una reducción deficiente de la deformidad cifótica y la ocurrencia de fallas del instrumento.[20]. En nuestra serie 19 casos con disrupción severa de la columna anterior de carga compartida (clasificación de cizallamiento de carga 7 o más) e hicimos fijación de segmento corto más aumento vertebral sin falla de instrumentación en el seguimiento final.

Once pacientes tuvieron un punto de clasificación de carga compartida de 7 para esos pacientes, la pérdida promedio de corrección fue de 1,72 grados. Cuatro pacientes tuvieron un punto de clasificación de carga compartida de 8 para aquellos pacientes con una pérdida de corrección promedio de 1,75 grados. Cuatro pacientes tenían un punto de clasificación de carga compartida de 9 para aquellos pacientes con una pérdida de corrección de 2 grados en promedio.

Aunque carecía de un grupo de control y se basaba en un pequeño número de pacientes, los resultados del presente estudio de seguimiento a corto plazo mostraron que *GeneX*, como un complemento seguro y poco exigente para la fijación con tornillos pediculares para el tratamiento de fracturas toracolumbar por estallido traumáticas, puede conducir a una deformidad residual mínima y reducir el número de procedimientos secundarios (anteriores). Los resultados informados por los pacientes estuvieron directamente relacionados con estos hallazgos positivos, ya que una mejor corrección del ángulo de Cobb conduce a una menor incomodidad y discapacidad. Se necesita más investigación con un grupo de control y un seguimiento a largo plazo para estudiar la degeneración del disco después de retirar la instrumentación o no usar tornillos pediculares desde el principio mediante reducción y aumento mínimamente invasivos.

Ejemplo de caso:

Mujer de 25 años de edad que acude a nuestro hospital tras caída de altura con fractura L 1 reventada y estado neurológico intacto, el ángulo de Cobb preoperatorio era de 30 grados corregido a 3 grados postoperatorio y 4 grados al final del seguimiento.

Conclusión:

- La vertebroplastia con cemento compuesto de calcio es un complemento seguro y poco exigente de la fijación con tornillos pediculares para el tratamiento de las fracturas toracolumbar por estallido traumáticas.

- La vertebroplastia con cemento compuesto de calcio genera una deformidad residual mínima y reduce el número de procedimientos secundarios (anteriores).

Los resultados informados por los pacientes estuvieron directamente relacionados con estos hallazgos positivos, ya que una mejor corrección del ángulo de Cobb conduce a una menor incomodidad y discapacidad.

- Se necesita más investigación con un grupo de control y un seguimiento a largo plazo para estudiar la degeneración del disco después de retirar la instrumentación o no usar tornillos pediculares desde el principio mediante reducción y aumento mínimamente invasivos.

Conflicto de intereses:

Sin conflicto de intereses y sin beneficios tomados de la empresa productora.

Referencias

- 1- GUVEN O., KOCAOGLU B., BEZER M., AYDIN N. y NALBANTOGLU U.: The Use of Screw at the Fracture Level in the Treatment of Thoracolumbar Burst Fractures. *J. Espinal. Desorden. Tech.*, 22: 417-21, 2009.
- 2- KOROVISSIS P., REPANTIS T., PETSINIS G., IL-IOPOULOS P. y HADJIPAVLOU A.: Reducción directa de fracturas por estallido toracolumbar mediante cifoplastia con balón con fosfato de calcio y estabilización con instrumentación con tornillo pedicular y fusión SPINE, volumen 33, Número 4, págs. E100-E108, 2008.
- 3- ALVINE GF, SWAIN JM, ASHER MA y BURTON DC: Tratamiento de fracturas por estallido toracolumbar con colocación variable de tornillos o instrumentación y artrodesis Isola: serie de casos y revisión de la literatura. *J. Espinal. Disord.*, 12: 406-9, 2004.
- 4- WOOD K., BUTTERMANN G., MEHBOOD A., GARVEY T., JHANJEE R. y SECHRIEST V.: Tratamiento quirúrgico en comparación con tratamiento no quirúrgico de una fractura por estallido toracolumbar sin déficit neurológico. Un estudio prospectivo, aleatorizado. *J. Articulación ósea. Surg.*, 85-A (5): 773-81, 2003.
- 5- RESCH H., RABL M., KLAMPFER H., RITTER E. y POVACZ P.: Tratamiento quirúrgico versus conservador de las fracturas de la transición toracolumbar. *Cirujano de Accidentes.*, 103 (4): 281-8, 2000.
- 6- KRAMER DL, RODGERS WB y MANSFIELD FL: Instrumentación transpedicular y fusión de segmento corto de fracturas toracolumbares: un estudio prospectivo que utiliza un solo sistema de instrumentación. *J. Orthop. Trauma.*, 9: 499-506, 2005.
- 7- LIN B., CHEN Z., GUO Z., LIU H. y ZHONG-KAI YI: abordaje anterior versus abordaje posterior con corpectomía subtotal, descompresión y reconstrucción de la columna vertebral en el tratamiento de las fracturas por estallido toracolumbares. *J. Espinal. Desorden. Tec.*, 2011.
- 8- McLAIN RF: La biomecánica de la fijación larga frente a la corta para las fracturas de la columna toracolumbar. *Lomo*, (11 suplementos): S70-S9, 2006.
- 9- MARCO RAW y KUSHWAHA VP: Fracturas por estallido toracolumbares tratadas con descompresión posterior y

- instrumentación con tornillos pediculares complementada con vertebroplastia asistida por balón y reconstrucción con fosfato de calcio. *J. Articulación ósea. Cirugía Am.*, 91 (1): 20-8, 2009.
- 10- TOFUKU K., KOGA H., KOSEI I., ISHIDOU Y., YAMAMOTO T., ZENMYO M., YONE K. y KOMIYA S.: Fusión de segmento corto anterior miniabierto anterior combinada posterior y retardada para fracturas por estallido toracolumbares *JJ Spinal. Desorden. Tech.*, 25: 38-46, 2012.
- 11- OCHIA RS y CHING RP: Medición de presión internamente durante la formación de fracturas por estallido en vértebras lumbares humanas. *Columna*, 27: 1160-7, 2002.
- 12- ONER FC, VERLAAN JJ, VERBOUT AJ, et al.: Técnicas de aumento con cemento en fracturas traumáticas de columna toracolumbar. *Lomo*, 31: S89-S95, 2006.
- 13- VERLAAN JJ, ONER FC y WOUTER JA: Dhert. Técnicas de aumento con cemento en fracturas traumáticas de la columna toracolumbar, *Spine*, 31: S89-S95, 2006.
- 14- FUENTES S., BLONDEL B., METELLUS P., et al.: Cifoplastia percutánea y fijación con tornillos pediculares para el tratamiento de las fracturas por estallido toraco-lumbares. *EUR. Spine J.*, 19: 1281-7, 2010.
- 15- BLATTER TR, JESTAEDT L. y WECKBACH A.: Idoneidad de un cemento de fosfato de calcio en el aumento de fracturas de cuerpos vertebrales osteoporóticos: ensayo clínico domizado de cifoplastia con balón que compara fosfato de calcio versus polimetilmetacrilato. *Columna*, 34: 108-14, 2009.
- 16- TOFUKU K., KOGA H., IJIRI K., ISHIDOU Y., et al.: Fusión combinada de segmento corto anterior miniabierto en etapas posterior y tardía para fracturas por estallido toracolumbares. *J. Espinal. Desorden. Tech.*, 25: 38-46, 2012.
- 17- BOSWELL S., SATHER M., KEBRIAEI M., LYDIATT K., et al.: Combinación de laminectomía abierta descompresiva y vertebroplastia para el tratamiento de fracturas toracolumbares revisión retrospectiva de 41 casos *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 114: 902-6, 2012.
- 18- VERLAAN JJ, WOUTER DHERT JA y ONER CF: Estudio clínico Viabilidad del disco intervertebral después de fracturas por estallido de la columna torácica y lumbar tratadas con fijación con tornillos pediculares y restauración directa de la placa terminal *The Spine Journal*, 13, 217-21, 2013.
- 19- HARTMANN F., GERCEK E., LEINER L. y ROMMENS PM: La cifoplastia como tratamiento alternativo de las fracturas toracolumbar por estallido traumáticas *Magerl tipo A3 Injury, Int. J. Care Injured*, 43: 409-15, 2012.
- 20- McLAIN RF: La biomecánica de largo versus corto Fijación para fracturas de columna toracolumbar. *Lomo*, 31 (11 Supl.): S70-S9, 2006.