

Recibido: 23 de diciembre de 2005
 Versión definitiva: 11 de abril de 2006
 Aceptado: 11 de abril de 2006

**Mauricio
 Gallardo-Guzmán,¹
 Rubén Ríos-Téllez,²
 Sergio Anaya-Vallejo²**

Correlación ecográfica-quirúrgica de las lesiones de los ligamentos supraespinosos e interespinosos

RESUMEN

Introducción: las fracturas vertebrales asociadas con lesión del complejo ligamentario posterior son altamente inestables y requieren estabilización quirúrgica. El ultrasonido es un método no invasivo que permite visualizar el complejo ligamentario posterior vertebral y distinguir fracturas vertebrales con o sin afección ligamentaria mejor que las radiografías o la tomografía axial.

Objetivos: correlacionar los hallazgos clínicos, radiográficos y por ultrasonido, con la observación transoperatoria directa del complejo ligamentario superior, clarificando la eficacia diagnóstica de las pruebas señaladas en relación con la detección de la lesión del complejo ligamentario posterior asociada con fractura vertebral toracolumbar.

Material y métodos: 14 pacientes con fractura vertebral toracolumbar fueron evaluados mediante palpación de la brecha interespínosa, radiografías simples y ultrasonido, antes de ser sometidos a cirugía por vía posterior. Durante la operación, la lesión del complejo ligamentario posterior fue examinada cuidadosamente.

Resultados: una brecha interespínosa amplia fue palpada en cuatro pacientes e identificada en cinco mediante radiografías simples. El ultrasonido evidenció ruptura ligamentaria en ocho e integridad en seis. Existió relación significativa entre la interpretación ecográfica y los hallazgos quirúrgicos.

Conclusiones: el ultrasonido es un método altamente sensible y específico para evaluar lesiones del complejo ligamentario posterior en pacientes con fractura toracolumbar, con precisión diagnóstica superior a la evaluación clínica y radiográfica.

SUMMARY

Introduction: the spinal fractures associated with posterior complex ligament injury are highly unstable, they require surgical stabilization and with frequency they can not do the diagnosis through imaging methods as radiography or computed tomography scan. Ultrasound is a no invasive imaging method that lets the visualization of the spinal posterior complex ligament and it also allows to see spinal fractures with or without ligament injury.

Objectives: to correlate preoperative physical, radiographic and ultrasound findings with direct visualization of the posterior complex ligament, showing the diagnostic accuracy of the tests above mentioned regarding to detection of posterior complex ligament injury associated with thoracolumbar spinal fractures.

Material and methods: fourteen patients with thoracolumbar fractures were evaluated by palpation of the interspinous gap, plain radiography and ultrasound before surgical treatment by a posterior approach. During the operation, posterior ligament complex injury was carefully examined.

Results: a wide interspinous gap was palpated in four patients and was found in 5 patients by radiography. Ultrasound examination showed ligament injury in 8 patients and integrity in 6. There was a significant relation between ultrasound findings and surgical results.

Conclusion: ultrasound is a highly sensitive and specific method to evaluate supraspinous and interspinous ligament injury in patients with thoracolumbar fractures, with superior diagnostic accuracy than physical exploration and radiographic evaluation.

¹Especialista
 en neurocirugía

²Especialista
 en Traumatología
 y Ortopedia

Servicio de Columna,
 Hospital
 de Traumatología
 "Víctorio
 de la Fuente Narváez",
 UMAE
 "Magdalena
 de las Salinas",
 Instituto Mexicano
 del Seguro Social,
 México, D. F.

Comunicación con:
 Mauricio
 Gallardo-Guzmán.
 Tel.: (01 449) 915 9210.
 Dirección electrónica:
 neurociranazo@hotmail.com

Palabras clave

- ✓ fracturas vertebrales
- ✓ ligamentos
- ✓ ultrasonografía
- ✓ imagenología
 diagnóstica

Key words

- ✓ spinal fractures
- ✓ ligaments
- ✓ ultrasonography
- ✓ diagnostic imaging

Introducción

Los tejidos blandos relacionados con la estabilidad de la columna vertebral incluyen los ligamentos supraespinales, interespinales, amarillos y las cápsulas de las facetas articulares (llamados colectivamente complejo ligamentoso posterior¹), así como el anillo fibroso y los ligamentos longitudinal posterior y longitudinal anterior. La estabilidad vertebral es mantenida por la integridad de las estructuras óseas y ligamentarias. La lesión aislada de una o ambas puede ocasionar inestabilidad vertebral y requerir estabilización conservadora o quirúrgica. La determinación de la estabilidad vertebral es crucial para la selección de las opciones terapéuticas para prevenir una deformidad progresiva, déficit nervioso progresivo y dolor crónico. El complejo ligamentario supraespinal/interespinal es el que más contribuye a la resistencia de la movilidad en flexión (35.9 %), seguido por el disco intervertebral (25.2 %) y el ligamento amarillo (24.7 %).²

La prevalencia de las fracturas vertebrales por mecanismo de compresión oscila entre 66 y 83 %, mientras que por flexión-distracción se reporta una variación de 1 a 15 % del total de las fracturas toracolumbares.³⁻⁵ Aun cuando después de la revisión radiográfica son identificadas las lesiones vertebrales toracolumbares, la magnitud de la severidad y la inestabilidad de las lesiones no siempre son evaluadas adecuadamente. En un estudio donde se comparaban los diagnósticos preoperatorios y posoperatorios, Lefrak y colaboradores encontraron que 30 % de las fracturas tipo *B* (con disrupción ligamentosa) fue mal diagnosticado como tipo *A* (por compresión), cuando las únicas herramientas diagnósticas preoperatorias consistieron en radiografías simples y rastreos tomográficos con reconstrucciones bidimensionales,⁶ motivo por el cual la prevalencia señalada puede incrementar la proporción de fracturas tipo *B*.

La importancia de la distinción del tipo de fractura consiste en que la tipo *A* frecuentemente es estable y puede ser tratada conservadoramente,⁷ pero la *B* requiere estabilización quirúrgica.^{3,8} Las radiografías simples y la tomografía pueden visualizar las lesiones de las estructuras óseas, pero no identificar directamente el daño a las estruc-

turas ligamentarias. La resonancia magnética ha sido una herramienta excelente para evaluar las enfermedades y traumas vertebrales.¹

Varios estudios revelaron escasa precisión diagnóstica mediante palpación y radiografías simples en comparación con la resonancia magnética, al llevar a cabo la correlación anatómica quirúrgica en pacientes con lesión del complejo ligamentario posterior.^{9,10} Debido a los hallazgos identificados por resonancia magnética, algunos investigadores concuerdan que los elementos posteriores están involucrados más frecuentemente de lo creído previamente,¹¹ sin embargo, los problemas de acceso de emergencia a la unidad de resonancia magnética retrasan el tiempo para la atención, y los costos y problemas del monitoreo limitan el valor potencial de este recurso.¹²

El ultrasonido está emergiendo como método para el diagnóstico de lesiones musculoesqueléticas.¹³ Las ventajas incluyen su disponibilidad, costo, capacidad para evaluar múltiples planos y confiabilidad diagnóstica. A diferencia de la resonancia magnética, el ultrasonido puede mostrar la microanatomía fibrilar de los tendones, ligamentos y músculos, incrementando su utilidad clínica. Además, los pacientes politraumatizados habitualmente requieren equipos de inmovilización externa o fijaciones internas con implantes metálicos, que contraíndican la obtención de imágenes de resonancia magnética.

Existen informes previos donde se evalúan las propiedades diagnósticas del ultrasonido comparadas con las de la resonancia magnética,¹ prueba que puede presentar falsos positivos y falsos negativos,¹³ por lo que contrastar los resultados del ultrasonido y los hallazgos transoperatorios aportaría datos más fidedignos sobre la utilidad de este recurso imagenológico.

Material y métodos

Fueron incluidos 14 pacientes con fractura toracolumbar, evaluados clínicamente, mediante radiografías simples, tomografía axial con reconstrucción sagital y ultrasonido. La cohorte comprendió nueve hombres y cinco mujeres, con edad promedio de 33.3 años, rango de 20 a 70. Las causas del trauma fueron

caídas en siete pacientes, accidentes automovilísticos por colisión en cinco y atropellamiento en dos. El nivel más frecuente de fractura fue la primera vértebra lumbar, en 10 pacientes, la segunda lumbar en dos y la decimosegunda torácica también en dos.

Los pacientes fueron evaluados mediante interrogatorio, exploración física con palpación de las apófisis espinosas, radiografías simples en proyecciones anteroposterior y lateral de columna vertebral, así como rastreo mediante ultrasonido. Un radiólogo no involucrado en el procedimiento quirúrgico interpretó los rastreos por ultrasonido antes de la cirugía. En los estudios radiográficos simples, una distancia interespinal con incremento mayor a 20 % respecto a las distancias interespinales en los segmentos adyacentes fue considerada amplia y sospechosa de lesión de los ligamentos supraespinales o interespinales. Los rastreos tomográficos determinaron si existía afección de elementos laterales, para excluir pacientes con lesiones por rotación, así como tipo de trazo a nivel del cuerpo vertebral. El rastreo por ultrasonido fue realizado con un equipo de 2 MHz,

con el paciente colocado en decúbito lateral, sin maniobras de flexión o extensión de la columna vertebral. La exploración ecográfica se realizó rutinariamente mediante barrido con el transductor en la línea media dorsal desde la décima vértebra torácica hasta la tercera vértebra lumbar, sin que el radiólogo encargado conociera el nivel afectado diagnosticado mediante radiografías; se obtuvieron imágenes en planos sagital y transversal en los niveles estudiados. El procedimiento quirúrgico fue llevado a cabo mediante abordaje posterior, cuidando no lesionar el complejo ligamentario durante la disección de la musculatura paravertebral. Los hallazgos clínicos y los radiográficos fueron comparados con los quirúrgicos (figuras 1 y 2). El análisis estadístico fue realizado mediante χ^2 y prueba exacta de Fisher.

**Mauricio
Gallardo-Guzmán et al.
Diagnóstico
ultrasonográfico
de lesión del complejo
ligamentario posterior**

Resultados

El procedimiento quirúrgico evidenció ruptura del complejo ligamentario posterior en ocho pacientes e integridad del mismo en seis.

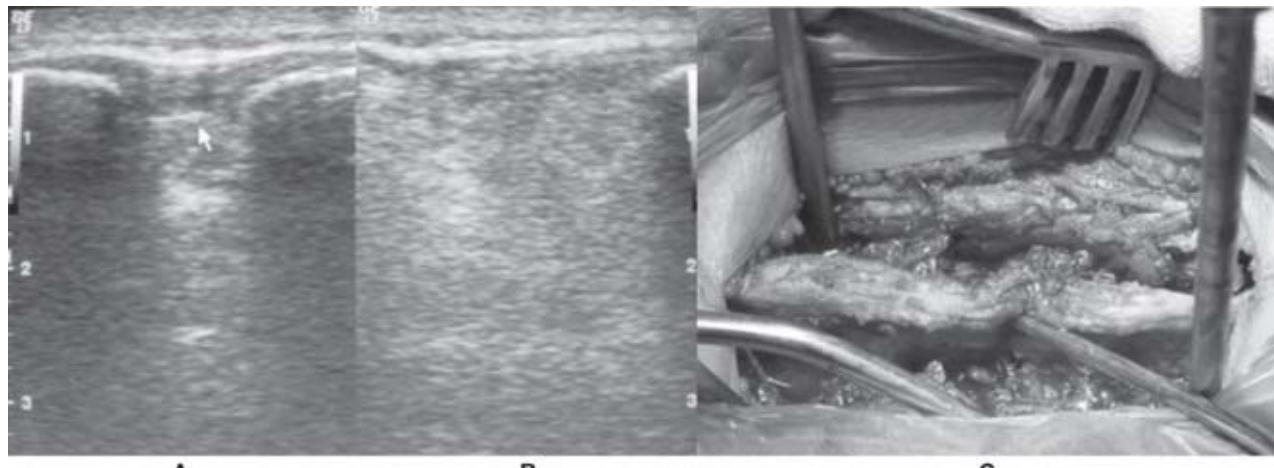


Figura 1. Ultrasonido en plano sagital en mujer de 29 años de edad con fractura de L1 por mecanismo de flexión-distracción.

A) Imagen ecoica homogénea en relación con integridad del complejo ligamentario posterior en segmento superior al nivel afectado.

B) Imagen hipoecoica lineal y central a nivel de los ligamentos supraespinoso e interespinoso en relación con sección del mismo.

C) Confirmación quirúrgica de lesión de los ligamentos supraespinoso e interespinoso

A la exploración física, mediante palpación se identificó brecha interespinal amplia, acompañada de disminución de la tensión interespinal comparada con los espacios interespinales adyacentes en cuatro pacientes; el procedimiento quirúrgico evidenció ruptura en tres y ligamento íntegro en uno. No existió relación estadística significativa entre la palpación y los hallazgos quirúrgicos ($\chi^2 = 3.15, p = 0.003$).

En la evaluación radiográfica se observó incremento en la distancia interespinal en cinco pacientes y brecha interespinal normal en nueve. De los pacientes con distancia interespinal amplia como hallazgo radiográfico, en tres se corroboró ruptura durante la cirugía y se observó integridad ligamentaria en dos, mientras que en los pacientes con diagnóstico negativo de lesión ligamentaria mediante radiografía se detectó ruptura en cinco e integridad en cuatro; no existió relación significativa entre los hallazgos de las radiografías simples (brecha interespinal amplia) y los quirúrgicos ($\chi^2 = 3.79, p = 0.002$).

El ultrasonido mostró ruptura ligamentaria en ocho pacientes e integridad en seis. En los pacientes con lesión ligamentaria diagnosticada por ultrasonido se corroboró ruptura del

complejo ligamentario en siete y un caso falso negativo. Por el contrario, existió relación significativa entre los hallazgos por ultrasonido y los hallazgos quirúrgicos ($\chi^2 = 0.125, p = 0.002$). En el cuadro I se cotejan las propiedades diagnósticas de cada prueba.

Discusión

Es indispensable reconocer una fractura vertebral inestable para decidir la conducta terapéutica adecuada. Diagnosticar una fractura tipo *B* en lugar de una *A* expone a un paciente a ser sometido a un procedimiento quirúrgico innecesario, debido a que las fracturas por compresión e incluso por estallido⁵ pueden ser manejadas con aparatos de movilización externa. Por el contrario, diagnosticar una fractura tipo *B* como *A* y elegir una opción terapéutica conservadora, expone a deformidad vertebral en xifosis, daño medular o radicular o dolor toracolumbar crónico.

El presente estudio fue realizado con una muestra compuesta por pacientes programados a cirugía mediante abordaje posterior con el propósito de tratar la inestabilidad de la columna vertebral.



Figura 2. Ultrasonido en plano sagital en hombre de 32 años de edad con fractura de T12 por mecanismo de flexión-distracción.

A) Señal lineal hipoeocoica en relación con disrupción del mismo.

B) Evidencia quirúrgica de ruptura de los ligamentos supraespino e interespinoso en el segmento afectado

En concordancia con los sitios de las lesiones vertebrales reportadas en otras series en las que los niveles de lesión más frecuentemente afectados fueron cerca de la unión toracolumbar, esta cohorte presentó afección únicamente en los niveles T11 a L2.⁴ Las razones de la alta incidencia de lesión en la unión toracolumbar incluyen:

- La orientación de las facetas articulares cambia de la configuración coronal a nivel torácico, a la configuración sagital a nivel lumbar.
- La zona de transición de la columna torácica rígida a lumbar móvil es vulnerable a una concentración de carga.
- El cambio de una configuración xifótica a nivel torácico a una configuración lordótica a nivel lumbar.

Puesto que la columna torácica es menos móvil que la lumbar, la unión toracolumbar es más susceptible de ser lesionada.⁴

La palpación de una brecha interespinal amplia puede detectar indirectamente una lesión de los ligamentos supraespinales e interespinales. Previamente se ha indicado la precisión diagnóstica de esta maniobra clínica, con porcentajes de sensibilidad de 52 % y especificidad de 66.7 %,⁹ valores similares a los obtenidos en el presente estudio clínico. Esta baja precisión diagnóstica de la prueba clínica puede deberse a que en pacientes obesos las apófisis espinales no son palpables, además, el edema de

los tejidos blandos en la espalda es frecuente en los pacientes con fractura vertebral, lo que también dificulta la detección de la lesión durante las maniobras. En este estudio, los hallazgos mediante la palpación no se correlacionaron con los quirúrgicos.

La pérdida de la integridad ósea es fácilmente observada en los estudios radiográficos simples, no así la pérdida de la integridad ligamentaria. Los estudios radiográficos pueden detectar indirectamente una lesión de los ligamentos supraespinales e interespinales mediante la medición de un espacio interespinal amplio. Los criterios radiográficos que sugieren inestabilidad en lesiones por mecanismos de flexión-extensión incluyen incremento relativo en la distancia interespinal igual o mayor de 20 mm (inestabilidad inminente), o distancia igual o mayor de 33 mm (inestabilidad total) en radiografías anteroposteriores.¹⁴ Sin embargo, esta distancia disminuye cuando los estudios son obtenidos con el paciente en decúbito, lo que provoca que la columna vertebral dañada no presente carga axial, con lo cual podría pasarse inadvertidamente una lesión ligamentaria. Al considerar esta posibilidad como falla diagnóstica, se puede someter al paciente a maniobras de flexión o extensión de columna, medidas que, sin embargo, implican riesgo de daño medular o radicular. Se reporta 66.7 % de sensibilidad y especificidad⁹ para los estudios radiográficos simples, con resultados prácticamente similares a los obtenidos en este estudio.

**Mauricio
Gallardo-Guzmán et al.**
**Diagnóstico
ultrasonográfico
de lesión del complejo
ligamentario posterior**

Cuadro I
Eficacia de la palpación, radiografías simples y ultrasonido para diagnóstico de lesiones del complejo ligamentario posterior

	Palpación %	Radiografías %	Ultrasonido %
Sensibilidad	37.5	37.5	87.5
Especificidad	83.33	66.67	100.0
Valor predictivo positivo	75.0	60.0	100.0
Valor predictivo negativo	50.0	44.0	85.7
Tasa de probabilidad cuando el resultado de la prueba es positivo	6.25	3.1	0.0
Tasa de probabilidad cuando el resultado de la prueba es negativo	2.0	0.2	2.0

Desde la primera descripción por Mc Ardle y colaboradores, en 1987, varios autores han señalado la utilidad de la resonancia magnética en la detección de lesiones del complejo ligamentario posterior asociadas con fracturas vertebrales. En 1989, Kliewer y colaboradores indicaron que tanto la sensibilidad como especificidad de la imagen por resonancia magnética para diagnosticar lesiones del ligamento interespinal experimentalmente inducidas en cadáveres era de 100 %. Sin embargo, en este estudio sería imposible determinar si existen cambios en la resonancia magnética como resultado de la hemorragia o formación de cicatrices en el estudio con cadáveres. Haba y colaboradores determinaron una eficacia diagnóstica de 90.5 % para detectar lesiones del ligamento supraespinal y 94.3 % para ligamento interespinal; la especificidad de las imágenes T1 para identificar lesiones del ligamento supraespinal fueron significativamente mayores que las imágenes ponderadas T2 ($p < 0.05$).¹⁰ Los avances en la tecnología de la resonancia magnética, especialmente los magnetos abiertos, permiten un monitoreo más fácil del paciente con lesión raquímedular. Sin embargo, el campo magnético de baja señal en los magnetos abiertos produce una señal reducida con ruido y pobre resolución espacial, comparada con la obtenida con unidades cerradas de campo de alta señal magnética.¹⁵

La resonancia magnética tiene un papel positivo en el tratamiento inicial del paciente con traumatismo vertebral. Sin embargo, los problemas de acceso de emergencia a la unidad de resonancia magnética, retraso en el tiempo, costos y problemas del monitoreo limitan su valor potencial. Además, los pacientes politraumatizados habitualmente requieren equipos de inmovilización externa o ser sometidos a fijaciones internas con implantes metálicos que contraindican la obtención de imágenes por resonancia magnética.¹²

Existe un estudio previo diseñado con el propósito de determinar la factibilidad de utilizar el ultrasonido en la evaluación de la lesión del complejo ligamentario posterior. Este trabajo incluyó dos pacientes sanos como controles y 12 pacientes con fracturas vertebrales en quienes se empleó resonancia magnética. De estos 14 pa-

cientes, sólo cinco fueron sometidos a intervención quirúrgica,¹ por lo que los resultados obtenidos de los otros nueve pacientes son cotejados contra los resultados de la resonancia magnética, y no con los hallazgos transoperatorios, considerados la prueba de oro en la determinación de la lesión ligamentaria, por lo que puede existir fallas hasta de 10 % en la precisión diagnóstica de ambas. Por ese motivo, se realizó el presente estudio en el que toda la cohorte fue sometida a exploración ecográfica e intervención quirúrgica para correlacionar los hallazgos.

El ultrasonido parece ser un método por imagen satisfactorio en términos de seguridad, costo-efectividad, disponibilidad y confiabilidad. Los resultados de este estudio muestran la utilidad aceptable del ultrasonido para identificar una lesión ligamentaria al correlacionar dicho estudio con los hallazgos transoperatorios, con una precisión diagnóstica similar a la reportada para la resonancia magnética. A pesar de su incapacidad inherente para penetrar estructuras óseas, el ultrasonido puede visualizar los tejidos blandos y las estructuras ligamentarias. Las ventajas del ultrasonido para el diagnóstico de la lesión ligamentaria posterior parecen ser su disponibilidad, costo-efectividad, así como su sensibilidad y especificidad, superiores a las de la exploración por palpación y a los estudios radiográficos convencionales.

Referencias

1. Moon SH, Park MS, Suk KS, Suh JS, Lee SH, Kim NH, et al. Feasibility of ultrasound examination in posterior ligament complex injury of thoracolumbar spine fracture. Spine 2002;27(19):2154-2158.
2. Gillespie KA, Dickey JP. Biomechanical role of lumbar spine ligaments in flexion and extension: determination using a parallel linkage robot and a porcine model. Spine 2004;29(11):1208-1216.
3. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. Eur Spine J 1994; 3:184-201.
4. Liu YJ, Chang MC, Wang ST, YU WK, Liu CL, Chen TH. Flexion-distraction injury of the thoracolumbar spine. Injury 2003 Dec;34:920-923.
5. Verlaaa JJ, Diekerhof CH, Buskens E, van der Tweel I, Verbout AJ, Dhert WJ, Oner FC. Surgical

- treatment of traumatic fractures to the thoracic and lumbar spine. Spine 2004;29(7):03-814.
- 6. Leferink VJ, Veldhuis EF, Zimmerman KW, ten Vergert EM, ten Duis HJ. Classificational problems in ligamentary distraction type vertebral fractures: 30 % of all B-type fractures are initially unrecognized. Eur Spine J 2002;11:246-250.
 - 7. Alanay A, Yazici M, Acaroglu E, Turhan E, Cila A, Surat A. Course of nonsurgical management of burst fractures with intact posterior ligamentous complex: an MRI study. Spine 2004;29(21): 2425-2431.
 - 8. Sengupta DK. Neglected Spinal Injuries. Clin Orthop Relat Res 2005;431:93-103.
 - 9. Lee HM, Kim HS, Kim DJ, Suk KS, Park JO, Kim NH. Reliability of magnetic resonance imaging in detecting posterior ligament complex injury in thoracolumbar spinal fractures. Spine 2000;25(16):2079-2084.
 - 10. Haba H, Taneichi H, Kotani Y, et al. Diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging for detecting posterior ligamentous complex injury associated with thoracic and lumbar fractures. J Neurosurg (Spine 1) 2003;99:20-26.
 - 11. Terk MR, Hume-Neal M, Fraipont M, Ahmadi J, Colletti PM. Injury of the posterior ligament complex in patients with acute spinal trauma: evaluation by MR imaging. AJR 1997;168:1481-1486.
 - 12. Corr P, Govender S. The role of magnetic resonance imaging on spinal trauma. Clinic Radiol 1999; 54:629-635.
 - 13. Robert CS, Beck DJ, Heisen J, Seligson D. Diagnostic ultrasonography: applications in orthopaedic surgery. Clin Orthop Relat Res 2002; 401:248-264.
 - 14. Neumann P, Nordwall A, Osvalder AL. Traumatic instability of the lumbar spine. A dynamic in vitro study of flexion-distraction injury. Spine 1995; 20(10):1111-1121.
 - 15. Oner FC, van Gils AP, Dhert WJ, Verbout AJ. MRI finding of thoracolumbar spine fractures: a categorization based on MRI examinations of 100 fractures. Skeletal Radiol 1999;28:433-443.  

**Mauricio
Gallardo-Guzmán et al.
Diagnóstico
ultrasonográfico
de lesión del complejo
ligamentario posterior**