



ORIGINAL

Concordancia en el diagnóstico radiológico de las fracturas del raquis toracolumbar



M. Hirschfeld^{a,*}, M. Rodríguez^a, A.M. Cerván^a, J.A. Ortega^a,
F. Rivas-Ruiz^b y E. Guerado^a

^a Departamento de Traumatología y Cirugía Ortopédica, Hospital Universitario Costa del Sol, Universidad de Málaga, Marbella, Málaga, España

^b Unidad de Investigación, Agencia Sanitaria Costa del Sol, Red de Investigación en Servicios de Salud y Enfermedades Crónicas REDISSEC, Marbella, Málaga, España

Recibido el 28 de mayo de 2014; aceptado el 28 de septiembre de 2014

Disponible en Internet el 13 de noviembre de 2014

PALABRAS CLAVE

Fracturas de raquis;
Diagnóstico;
Variabilidad
interobservador;
Variabilidad
intraobservador

Resumen

Introducción: Las fracturas del raquis toracolumbar son muy frecuentes y graves, siendo imprescindible su diagnóstico precoz y tratamiento adecuado para obtener buenos resultados clínicos. Para este propósito se han descrito numerosas clasificaciones e índices.

Objetivo: Estudiar la validez externa de las mediciones radiográficas y de la tomografía computarizada (TC) para las clasificaciones más usadas y decidir el tipo de tratamiento que precisan. La hipótesis operativa consiste en la existencia de validez externa de las mediciones radiográficas. **Material y método:** Se seleccionó una muestra de pacientes con fractura toracolumbar. Tres especialistas de raquis y un médico residente realizaron mediciones sobre imágenes radiográficas anteroposterior y lateral, así como sobre cortes coronales, sagitales y axiales de TC, clasificándose las fracturas como estables o inestables, evaluándose el grado de concordancia intra e interobservador, basados en un observador estándar. Se estudiaron las variables índice sagital de Farcy, acuñamiento lateral, índice de Beck, angulación regional traumática y ocupación del canal.

Resultados: Todos los indicadores estudiados, excepto el acuñamiento lateral, presentaron un alto grado de concordancia.

Conclusiones: Los determinantes de inestabilidad estudiados en radiografías simples y TC que han obtenido significación estadística son fiables y precisos para caracterizar las fracturas toracolumbares y, por tanto, para indicar un tratamiento adecuado.

© 2014 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: miguelhirschfeld@gmail.com (M. Hirschfeld).

KEYWORDS

Spine fractures;
Diagnosis;
Interobserver
variability;
Intraobserver
variability

Concordance in the radiological diagnosis of thoracolumbar spine fractures**Abstract**

Introduction: Thoracolumbar spine fractures are frequent and severe. Early diagnosis and appropriate treatment to obtain good clinical results is essential, with many classifications being proposed for this purpose.

Objective: To determine the external validity of radiographic and computed tomography (CT) measurements for the most used classifications, and decide on the type of treatment required. The working hypothesis is the existence of external validity of radiographic measurements.

Material and method: A sample of patients with thoracolumbar fracture was selected. Three spine specialists and a resident performed measurements on anteroposterior and lateral radiographic images as well as coronal, sagittal and axial CT slices. Fractures were classified as stable or unstable, evaluating the degree of intra- and interobserver agreement based on a standard observer. Sagittal index of Farcy, lateral wedging, Beck Index, traumatic regional angulation and channel occupancy were studied.

Results: All indicators studied, except the lateral wedging, showed a high degree of concordance.

Conclusions: Instability determinants studied with radiographs and CT, which had obtained statistical significance, are reliable and accurate for the classification of thoracolumbar fractures and, therefore, to indicate an appropriate treatment.

© 2014 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

Las fracturas de raquis presentan una alta frecuencia y morbilidad, con una incidencia de 64 casos, 4 con lesiones medulares, por cada 100.000 habitantes y año. La mortalidad global asciende a un 4-5%¹ siendo la prevalencia mayor en hombres de entre 15-25 años debido a accidentes de tráfico². La localización toracolumbar (TL) es la más frecuente.

El diagnóstico debe ser certero y precoz para poder aplicar el tratamiento adecuado. Con este objetivo existen diversas variables y clasificaciones de gravedad para las fracturas torácicas y TL basadas en imágenes radiológicas³⁻⁷, si bien, que los autores conozcamos, no existen estudios de concordancia que permitan conocer su validez externa.

Este trabajo tiene como objetivo conocer la validez externa de las variables descritas más frecuentes en mediciones sobre imágenes de radiología convencional y de tomografía computarizada (TC) con una hipótesis operativa de alto grado de concordancia inter e intraobservador.

Material y método**Datos**

Se realizó un estudio retrospectivo cuya variable principal fue el diagnóstico de fractura de raquis, según criterios clínicos de antecedente traumático y dolor y los radiológicos explicados más adelante. Las variables estudiadas incluyen sexo, edad, nivel de la fractura y tipo de tratamiento recibido (conservador o quirúrgico).

Se obtuvo una población de 147 pacientes, obtenidos mediante la explotación de una base de datos prospectiva sobre la aplicación informática HP Doctor v.2.22 (Hewlett Packard) entre los años 2009 y 2012, de los cuales se seleccionaron 79 pacientes cuyo nivel de fractura se localizaba

en el segmento TL (T11-L2). El manejo de los datos está amparado por la Ley Orgánica de Protección de Datos⁸.

Diseño

Uno de los investigadores realizó una recopilación que incluía las proyecciones anteroposterior y lateral de radiología simple, así como cortes sagitales, coronales y axiales de TC de cada uno de los pacientes de la muestra. Los observadores son 3 especialistas de la unidad de raquis de nuestro centro, y un residente de cirugía ortopédica y traumatología de cuarto año, todos ellos de nuestra institución. Sobre estas imágenes realizaron 2 mediciones con la herramienta de medición del programa Centricity (GE Healthcare), separadas entre sí por 6 meses de los marcadores de inestabilidad más adelante descritos (variables cuantitativas). Los observadores definieron cada una de las fracturas, en función de los resultados de estas mediciones, como estables o inestables (variable cualitativa dicotómica). De esta manera se evaluó la correlación inter e intraobservador respectivamente. Asimismo se tomaron como valor de referencia las mediciones realizadas por el observador de mayor experiencia con la intención de comparar la variable cualitativa «inestabilidad» con la del resto de observadores respecto de este estándar, determinándose así el grado de validez de las pruebas diagnósticas.

Marcadores de inestabilidad**Índice sagital de Farcy³**

Se mide en el plano sagital y determina el grado de acuñamiento en este plano. Es un ángulo constituido por 2 líneas que resultan de las proyecciones de los platillos inferiores de la vértebra craneal a la fracturada y de esta misma. Se considera inestable cuando el valor es superior a 16°,

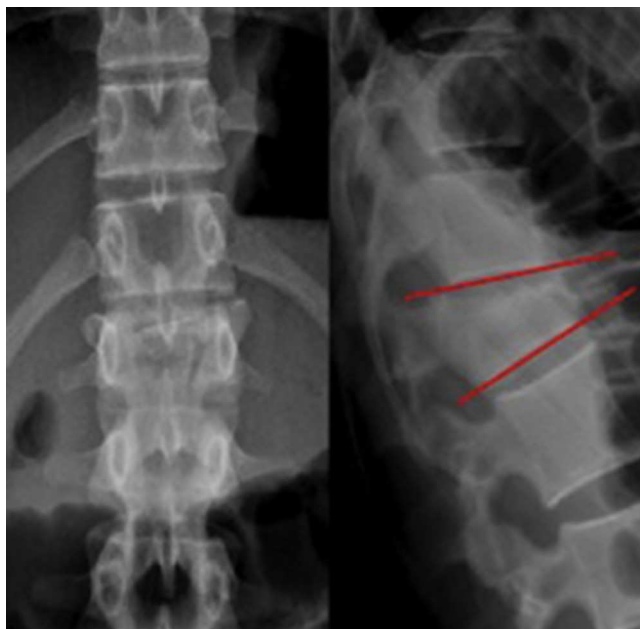


Figura 1 Índice sagital de Fracy.

corregido en función del nivel de la fractura. La corrección se realiza restando 5° a la medición en el caso de fracturas a nivel torácico y sumando 10° a nivel lumbar; las fracturas localizadas en la charnela no precisan corrección (fig. 1).

Acuñaamiento lateral⁴

Se mide en un plano coronal. Es un ángulo formado por las proyecciones de los platillos superior e inferior de la vértebra fracturada. Se considera inestable cuando el ángulo supera los 20° (fig. 2, izquierda)

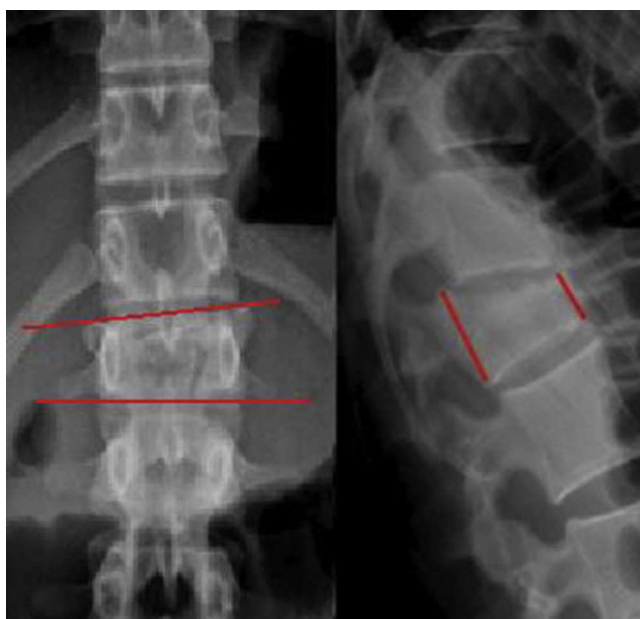


Figura 2 Acuñaamiento lateral (A). Índice de Berk (B).

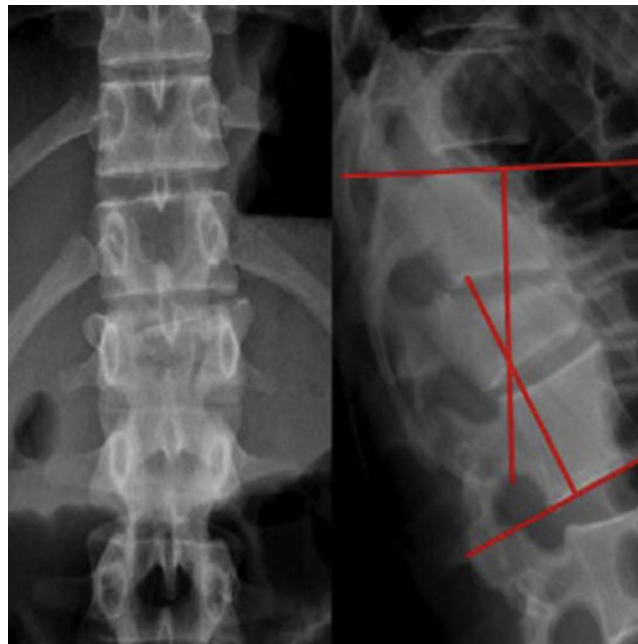


Figura 3 Angulación regional traumática.

Índice de Beck⁵

Se mide en plano sagital y define el acuñaamiento vertebral de forma porcentual midiendo la diferencia de altura en el muro anterior respecto del posterior en la vértebra fracturada. Determinan inestabilidad valores superiores al 50% (fig. 2, derecha)

Angulación regional traumática⁶

Estudia la deformidad que se produce en el segmento vertebral lesionado. Se obtiene en el plano sagital mediante la obtención de un ángulo cuyos vectores son las proyecciones del platillo superior de la vértebra craneal y el platillo inferior de la vértebra caudal a la vértebra fracturada. Se considera una fractura inestable cuando se obtiene una angulación regional traumática (ART) mayor de 20° , corregida en función del nivel de la fractura (fig. 3).

Ocupación del canal⁷

Definida por el grado de invasión del canal medular expresado de forma porcentual. Entre los criterios de inestabilidad de McAfee se encuentra el compromiso del canal medular por fragmento óseos libres demostrado por TC⁹. Para nuestro estudio consideramos como inestable un compromiso superior al 50% (fig. 4).

Análisis estadístico

Se realizó análisis descriptivo con medidas de tendencia central y dispersión para variables cuantitativas y distribución de frecuencias para las cualitativas. Para la valoración de la concordancia de las variables cuantitativas entre los 4 observadores se utilizó el coeficiente de correlación intraclass para medidas individuales y la matriz de correlaciones interelementos, y para la variable cualitativa de inestabilidad se utilizó kappa Jackknife¹⁰. En ambos test se incluyó el intervalo de confianza al 95%. Los niveles de concordancia

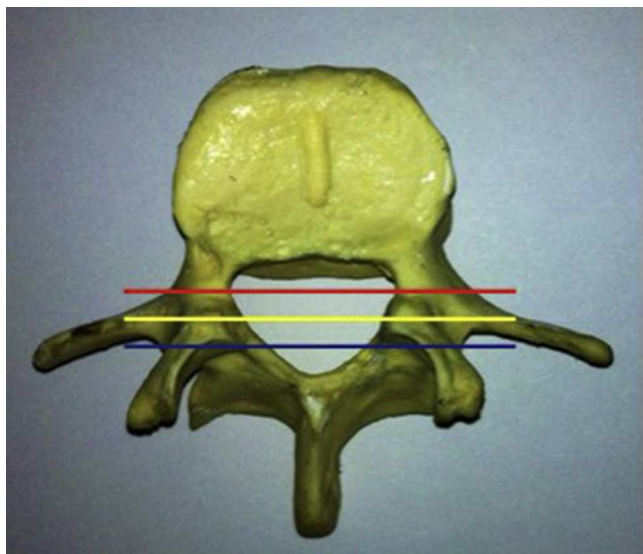


Figura 4 Ocupación del canal medular.

en función del valor de kappa fueron nula ($K=0$), insignificante ($K=0-0,20$), mediana ($K=0,21-0,40$), moderada ($K=0,41-0,60$), sustancial ($K=0,61-0,80$) y casi perfecta ($K=0,81-1,00$)¹¹.

En un segundo tiempo se ha realizado una regresión logística multivariante por cada uno de los evaluadores frente a la variable resultado «inestabilidad» (valorado por observador de mayor experiencia), incluyendo como variables independientes los test que fueron fiables en análisis interobservador (índice sagital de Farcy [IF], índice de Beck [IB], ART, ocupación del canal [OC]). Se incluyó la *odds ratio* (OR) junto con intervalos de confianza al 95% (IC 95%) y la tabla de valores observados frente a los pronosticados (la probabilidad predicha bascula entre 0 y 1). El nivel de significación estadística se estableció en $p < 0,05$.

Resultados

Análisis univariante

Edad: la edad media de los pacientes fue de 59,36 años, con una desviación típica de 17,66 años y unos valores mínimos y máximo de 16 y 87 años, respectivamente.

Sexo: entre los pacientes se incluían 25 hombres (31,6%) y 54 mujeres (68,4%).

Tipo de tratamiento: recibieron tratamiento conservador 40 pacientes (50,63%) y a los restantes 39 pacientes (49,37%) se les indicó tratamiento quirúrgico.

Nivel de la fractura: a nivel de T11 existen 5 casos (6,32%), en T12 20 casos (25,31%), a nivel de L1 42 casos (53,16%) y a nivel de L2 12 casos (15,18%) (fig. 5).

Grado de correlación interobservador

Variables cuantitativas

Todos los marcadores de inestabilidad (IF 0,794; IB 0,658; OC 0,916; ART 0,895) obtuvieron un grado de correlación

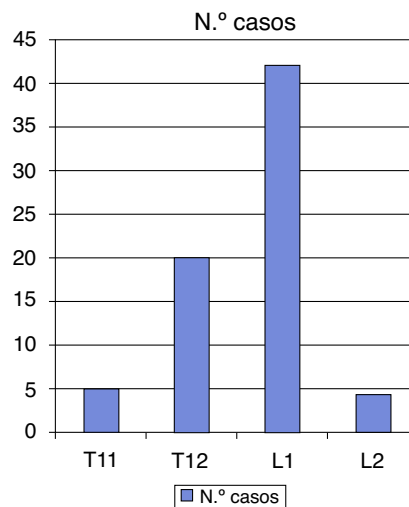


Figura 5 Descriptivo de frecuencia de nivel vertebral fracturado.

sustancial, salvo el acúñamiento lateral, con un valor de 0,393 (fig. 6).

Variable cualitativa

La variable «estabilidad/inestabilidad» obtuvo un valor de 0,17 (tabla 1).

Grado de correlación intraobservador

Variables cuantitativas

Comparando las mediciones de cada observador con las propias 6 meses atrás observamos que todos ellos, excepto uno, tienen un grado de concordancia sustancial, por lo que se descarta a este para los siguientes análisis por no ser estable en el tiempo.

Variable cualitativa

Con respecto a esta variable todos alcanzan un grado de concordancia notable: observador 1 (0,8361), observador 2 (0,6834), observador 3 (0,9071) y observador 4 (0,9738) (fig. 7).

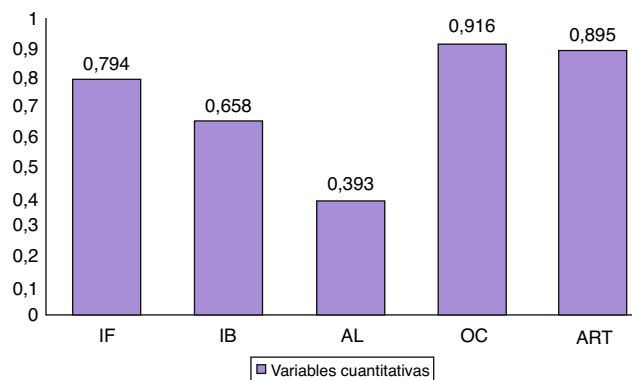


Figura 6 Marcadores de inestabilidad evaluados mediante coeficiente de correlación interclase para medidas individuales y la matriz de correlaciones interelementos.

Tabla 1 Frecuencia y proporción de acuerdo entre observadores al evaluar la variable «estabilidad/inestabilidad» (kappa-Jackknife = 0,17)

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos				
2	15	19,0	19,2	19,2
3	8	10,1	10,3	29,5
4	55	69,6	70,5	100,0
Total	78	98,7	100,0	
Perdidos				
Sistema	1	1,3		
Total	79	100,0		

Tabla 2 Grado de concordancia de observador 2 respecto del valor de referencia (regresión logística multivariante)

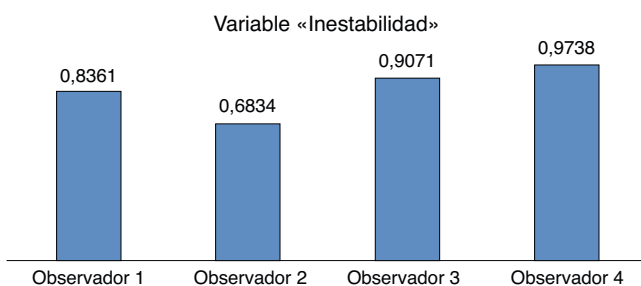
Observado	Pronosticado		
	¿Inestable? 1		Porcentaje correcto
	No	Sí	
Paso 1			
¿Inestable? 1			
No	39	5	88,6
Sí	8	18	69,2
Porcentaje global			81,4
Paso 2			
¿Inestable? 1			
No	40	4	90,9
Sí	7	19	73,1
Porcentaje global			84,3
Paso 3			
¿Inestable? 1			
No	40	4	90,9
Sí	5	21	80,8
Porcentaje global			87,1

Tabla 3 Grado de concordancia de observador 3 respecto del valor de referencia (regresión logística multivariante)

Observado	Pronosticado		
	¿Inestable? 1		Porcentaje correcto
	No	Sí	
Paso 1			
¿Inestable? 1			
No	41	6	87,2
Sí	7	23	76,7
Porcentaje global			83,1
Paso 2			
¿Inestable? 1			
No	40	7	85,1
Sí	8	22	73,3
Porcentaje global			80,5
Paso 3			
¿Inestable? 1			
No	42	5	89,4
Sí	6	24	80,0
Porcentaje global			85,7

Grado de concordancia vs. valor de referencia

La regresión logística multivariante arroja unos resultados de concordancia elevados (87,1% y 85,7%) (tablas 2 y 3). De las variables independientes estudiadas 3 se incluyen con

**Figura 7** Grado de correlación intraobservador para la variable cualitativa «estabilidad/inestabilidad» (índice kappa).

unos porcentajes de evaluación correcta elevados (IF, IB, OC), sobre todo en fracturas estables (tablas 4 y 5).

Discusión

Casi el 90% de las fracturas vertebrales se producen en la unión TL¹, siendo importante el poseer una clasificación universalmente aceptada que sirviera de orientación en cuanto a la gravedad de la fractura y su estabilidad, permitiendo indicar, supuestamente, el tipo de tratamiento más adecuado¹². A lo largo de la historia aparecen diversas clasificaciones para las fracturas del raquis con el objetivo de definir su grado de deformidad, estabilidad y riesgo neurológico¹³, según la morfología vertebral, la integridad de tejidos blandos, sobre todo del complejo ligamentoso posterior¹⁴, o el riesgo neurológico. La bibliografía es rica en artículos que evalúan dichas clasificaciones, a través de correlación, concordancia, o reproducibilidad¹⁵⁻¹⁸ y cuyas conclusiones suelen incidir en la necesidad de estudios

Tabla 4 Análisis de las variables independientes incluidas en la regresión logística (observador 2)

	B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp (B)	iC 95,0% para EXP (B)	
							Inferior	Superior
<i>Paso 1 (a)</i>								
Ocupación 2	0,144	0,033	18,860	1	0,000	1,155	1,082	1,233
<i>Paso 2 (b)</i>								
Constante	-2,102	0,481	19,101	1	0,000	0,122		
IndFarcy 2	0,251	0,081	9,646	1	0,002	1,286	1,097	1,507
Ocupación 2	0,142	0,042	11,654	1	0,001	1,153	1,062	1,251
Constante	-5,492	1,427	14,820	1	0,000	0,004		
<i>Paso 3 (c)</i>								
IndFarcy 2	0,199	0,077	6,658	1	0,010	1,221	1,049	1,420
IndBeck 2	0,059	0,026	5,038	1	0,025	1,061	1,008	1,117
Ocupación 2	0,147	0,044	11,048	1	0,001	1,158	1,062	1,263
Constante	-6,989	1,838	14,463	1	0,000	0,001		

Tabla 5 análisis de las variables independientes incluidas en la regresión logística (observador 3)

	B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp (B)	iC 95,0% para EXP (B)	
							Inferior	Superior
<i>Paso 1 (a)</i>								
IndFarcy 3	0,287	0,064	20,016	1	0,000	1,332	1,175	1,510
Constante	-4,045	0,892	20,539	1	0,000	0,018		
<i>Paso 2 (b)</i>								
IndFarcy 3	0,259	0,070	13,868	1	0,000	1,296	1,131	1,486
Ocupación 3	0,082	0,027	9,083	1	0,003	1,086	1,029	1,145
Constante	-4,564	1,051	18,850	1	0,000	0,010		
<i>Paso 3 (c)</i>								
IndFarcy 3	0,189	0,078	5,831	1	0,016	1,209	1,036	1,409
IndBeck 3	0,057	0,029	3,844	1	0,050	1,059	1,000	1,121
Ocupación 3	0,074	0,027	7,847	1	0,005	1,077	1,023	1,135
Constante	-5,376	1,284	17,538	1	0,000	0,005		

ulteriores que demuestren la superioridad de alguna de estas clasificaciones sobre las demás¹⁹⁻²¹.

Para el diagnóstico de pacientes con traumatismos de la columna vertebral con sospecha de gravedad, la TC es la modalidad de elección para evaluar el grado de colapso vertebral y para medir el diámetro del canal espinal óseo. Esta modalidad de imagen es superior a las demás en la detección de fracturas vertebrales y lesiones inestables. Sin embargo, la TC tiene un valor limitado para evaluar el grado de lesión de las partes blandas¹. La resonancia magnética (RM) es el método de elección para la evaluación de las lesiones de la médula espinal, edema de médula ósea vertebral y lesiones de ligamentos²², siendo esto último considerado también como criterio de inestabilidad.

En nuestro trabajo hemos evaluado diferentes marcadores de inestabilidad, estudiando su grado de correlación inter e intraobservador, con el fin de constatar la fiabilidad con objetivos diagnósticos y terapéuticos y, por extensión, su aplicación a las clasificaciones de mayor difusión.

En un primer tiempo evaluamos el grado de correlación inter e intraobservador de unos parámetros de inestabilidad en fracturas de raquis. De este primer análisis descartamos el AL por carecer de un grado de correlación aceptable y a un observador por no permanecer estable en el tiempo, por una concordancia mediana entre sus 2 mediciones. Asimismo evaluamos el grado de concordancia interobservador de una variable cualitativa dicotómica (estable/inestable), obteniendo un valor de Kappa bajo, lo cual podría interpretarse como un grado insignificante de acuerdo, si bien es achacable al número de observadores, ya que al estudiar los resultados con detalle advertimos que los 4 observadores coinciden en 55 pacientes (70,5%).

En un segundo tiempo analítico, mediante los resultados de una regresión logística multivariante, obtuvimos 2 conclusiones. La primera es que de los marcadores estudiados solo 3 (IF, IB, OC) tienen unos porcentajes de evaluación correcta elevados, sobre todo en fracturas estables. La segunda es que el grado de concordancia frente al valor de referencia era elevado, siendo superior al 85%.

A la luz de nuestros resultados podemos afirmar que las pruebas diagnósticas evaluadas, así como los determinantes de inestabilidad IF, IB y OC son fiables y precisos para caracterizar estas fracturas.

Las imágenes radiográficas mediante radiografía simple anteroposterior y lateral, junto con estudios de TC, poseen un alto grado de concordancia diagnóstica.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia IV.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Wood KB, Li W, Lebl DS, Ploumis A. Management of thoracolumbar spine fractures. *Spine J.* 2014;14:145–64.
- Hu R, Mustard CA, Burns C. Epidemiology of incident spinal fracture in a complete population. *Spine.* 1996;21:492–9.
- Farcy JP, Weidenbaum M, Glassman SD. Sagittal index in management of thoracolumbar burst fractures. *Spine.* 1990;5:958–65.
- Masharawi Y, Salame K, Mirovsky Y, Peleg S, Dar G, Steinberg N, et al. Vertebral body shape variation in the thoracic and lumbar spine: characterization of its asymmetry and wedging. *Clin Anat.* 2008;21:46–54.
- Diel P, Röder C, Perler G, Vordemvenne T, Scholz M, Kandziora F, et al. Radiographic and safety details of vertebral body stenting: results from a multicenter chart review. *BMC Musculoskelet Disord.* 2013;14:233.
- Stagnara P, De Mauroy JC, Dran G, Gonon GP, Costanzo G, Dimnet J, et al. Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis. *Spine.* 1982;7:335–42.
- Hashimoto T, Kaneda K, Abumi K. Relationship between traumatic spinal canal stenosis and neurologic deficits in thoracolumbar burst fractures. *Spine.* 1988;13:1268–72.
- Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de protección de datos de carácter personal. BOE n.º 298, de 14/12/1999 (BOE-A-1999-23750).
- McAfee PC, Yuan HA, Lasda NA. The unstable burst fracture. *Spine.* 1982;7:365–73.
- Cyr L, Francis K. Measures of clinical agreement for nominal and categorical data: The kappa coefficient. *Comput Biol Med.* 1992;22:239–46.
- Legendre P. Species associations: The Kendall coefficient of concordance revisited. *J Agric Biol Environ Stat.* 2005;10:226–45.
- Lenarz CJ, Place HM, Lenke LG, Alander DH, Oliver D. Comparative reliability of 3 thoracolumbar fracture classification systems. *J Spinal Disord Tech.* 2009;22:422–7.
- Sethi MK, Schoenfeld AJ, Bono CM, Harris MB. The evolution of thoracolumbar injury classification systems. *Spine J.* 2009;9:780–8.
- Vaccaro AR, Lehman RA Jr, Hurlbert RJ, Anderson PA, Harris M, Hedlund R, et al. A new classification of thoracolumbar injuries: The importance of injury morphology, the integrity of the posterior ligamentous complex and the neurologic status. *Spine.* 2005;30:2325–33.
- Vaccaro AR, Baron EM, Sanfilippo J, Jacoby S, Steuve J, Grossman E, et al. Reliability of a novel classification system for thoracolumbar injuries: The thoracolumbar injury severity score. *Spine.* 2006;31(11S):S62–9.
- Wood KB, Khanna G, Vaccaro AR, Arnold PM, Harris MB, Mehbod AA. Assessment of two column fracture classification systems used by multiple surgeons. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87A:1423–9.
- Lenarz CJ, Place HM, Lenke LG, Alander DH, Oliver D. Comparative reliability of 3 thoracolumbar fracture classification systems. *J Spinal Disord Tech.* 2009;22:422–7.
- Elzinga M, Segers M, Siebenga J, Heilbron E, de Lange-de Klerk ES, Bakker F. Inter- and intraobserver agreement on the Load sharing classification of thoracolumbar spine fractures. *Injury.* 2012;43:416–22.
- Oner FC, Ramos LM, Simmermacher RK, Kingma PT, Diekerhof CH, Dhert WJ, et al. Classification of thoracic and lumbar spine fractures: Problems of reproducibility A study of 53 patients using CT and MRI. *Eur Spine J.* 2002;11:235–45.
- Kuklo TR, Polly DW, Owens BD, Zeidman SM, Chang AS, Klemme WR. Measurement of thoracic and lumbar fracture kyphosis: evaluation of intraobserver, interobserver, and technique variability. *Spine.* 2001;26:61–5.
- Dai LY, Jin WJ. Interobserver and intraobserver reliability in the Load sharing classification of the assessment of thoracolumbar burst fractures. *Spine.* 2005;30:354–8.
- Parizel PM, van der Zijden T, Gaudino S, Spaepen M, Voormolen MH, Venstermans C, et al. Trauma of the spine and spinal cord: Imaging strategies. *Eur Spine J.* 2010;19 Suppl 1:S8–17.