

## FRACTURAS POR ESTRÉS EN DEPORTISTAS

## VALOR DE LA RESONANCIA MAGNETICA EN LA PREDICCIÓN DE LA MORBILIDAD

JAVIER MAQUIRRIAIN<sup>1</sup>, JUAN PABLO GHISI<sup>2</sup><sup>1</sup>Centro Nacional de Alto Rendimiento Deportivo, <sup>2</sup>Hospital Fernández, Buenos Aires

**Resumen** La resonancia magnética ha mostrado ser una herramienta eficaz para el diagnóstico precoz de las fracturas por estrés y para la determinación de la gravedad de estas lesiones. El objetivo de este estudio fue determinar la relación entre la gravedad de las fracturas por estrés en deportistas, determinada por resonancia magnética y la morbilidad, estimada por el tiempo de retorno al deporte. Se estudiaron 34 casos de fracturas por estrés, correspondientes a 29 deportistas (12 mujeres; 17 varones; edad 26.3 ± 12.5 años), mediante radiografías y resonancia magnética. Las lesiones fueron clasificadas en cuatro grados según la escala de Arendt. Se determinaron la localización anatómica, el nivel de actividad, el tiempo de diagnóstico y el tiempo de retorno a la actividad deportiva. Los huesos más afectados fueron la tibia (n=12; 35.2%), el escafoides tarsiano (n=5; 14.7%) y los metatarsianos (n=4; 11.7). La gravedad de las lesiones fue: grado 1: 14.7%; grado 2: 14.7%; grado 3: 38.2%; grado 4: 32.4%. La correlación entre la gravedad de la lesión y el tiempo de recuperación fue de r=0.66 (p=0.0002). Como conclusión, existe una correlación positiva significativa entre la gravedad de la fractura por estrés, determinada por resonancia magnética, y el tiempo de recuperación. La utilización sistemática de esta clasificación puede ayudar a definir con mayor precisión el cuadro clínico, controlar la rehabilitación y estimar el retorno a la actividad deportiva.

**Palabras clave:** fractura, estrés, resonancia magnética, deporte

**Abstract** *Stress fractures in athletes. Role of magnetic resonance imaging in predicting injury morbidity.* Magnetic resonance imaging is a useful tool for stress fractures (SF) diagnosis, allowing the estimation of injury severity. The aim of this study was to determine the relation between the severity of SF in athletes determined by magnetic resonance imaging and the morbidity estimated as the time to return to sport. Thirty-four cases of stress fractures, (29 athletes; 12 female, 17 male; age 26.3 ± 12.5), were studied by radiographs and magnetic resonance imaging. Injuries were classified according to Arendt's scale and they were analyzed according to site, activity level, delay in diagnosis and time needed to return to sports. The tibia was the most affected bone (n=12; 35.2%), followed by the tarsal navicular (n=5; 14.7%), and the metatarsals (n=4; 11.7%). Injury severity according to magnetic resonance imaging appearance was: grade 1=14.7%; grade 2=14.7%; grade 3=38.2%; grade 4=32.4%. The main finding was the positive significant correlation between injury severity and recovery time (r=0.66, p=0.0002). In conclusion, significant correlation exists between stress fracture injury severity determined by magnetic resonance image and recovery time in athletes. The use of a systematic graded magnetic resonance image evaluation may assist the physician to define clinical management, supervise the rehabilitation program and estimate the return to sport activity.

**Key words:** fracture, stress, magnetic resonance image, sport

Las fracturas por estrés fueron descritas por primera vez en 1855, por Breihaupt, médico del ejército prusiano, afectando los metatarsianos de los soldados que realizaban largas marchas<sup>1</sup>. Desde entonces, ha existido un creciente interés en las fracturas por estrés en los soldados y en los deportistas. Ambos grupos poblacionales tienen elevadas demandas físicas expo-

niéndose, en consecuencia, a elevado riesgo de este tipo de lesiones.

Se ha estimado que aproximadamente el 5-10% de todas las lesiones deportivas corresponden a fracturas por estrés (FE)<sup>2-4</sup> y su incidencia parece estar aumentando<sup>5</sup>. Ello se debería a que mayor cantidad de individuos, incluyendo mujeres y adolescentes, están participando en actividades deportivas y, además, se ha elevado la sospecha diagnóstica de esta entidad. Las mujeres han mostrado una mayor incidencia de lesiones óseas por estrés que los varones<sup>6,7</sup>.

El hueso es un tejido dinámico que reacciona de manera continua a la tensión recibida, según la ley de Wolf<sup>8,9</sup>.

Recibido: 11-X-2006

Aceptado: 27-XII-2006

**Dirección Postal:** Dr. Javier Maquirriain, Chubut 415, Mayling Club de Campo, Pilar, 1631 Buenos Aires, Argentina  
 Fax: (54-11) 4742-7117 e-mail: jmaquirriain@yahoo.com

A diferencia de las fracturas agudas, que habitualmente ocurren por un evento único suprafisiológico, la FE es el resultado de un proceso dinámico a lo largo del tiempo<sup>5</sup>. Las FE ocurren debido a que la respuesta tisular ósea es incapaz de compensar o reparar el daño causado por la tensión repetitiva, cíclica y fisiológicamente anormal<sup>5</sup>. Este estrés induce una resorción osteoclástica que prevalece sobre la respuesta osteoblástica, lo cual debilita el hueso cortical o esponjoso, dependiendo de la localización de las fuerzas<sup>5</sup>.

Los estudios biológicos y, en especial, el avance de los métodos de diagnóstico por imágenes de estas lesiones por sobreuso, apoyan el concepto de que las enfermedades óseas por estrés ocurren en un espectro o *continuum*, que incluye desde la remodelación ósea normal hasta la fractura cortical franca<sup>10</sup>. Actualmente se utilizan términos como "lesión ósea por estrés"<sup>11</sup> o "estrés óseo"<sup>12</sup> para referirse a aquella progresión hasta la fractura evidente. Existen diversas definiciones de fractura por estrés. Mc Bryde<sup>10</sup> la define como aquella fractura parcial o completa provocada por la incapacidad de soportar la carga sub-máxima no violenta que se aplica en forma rítmica y repetida. Iwamoto y col<sup>13</sup> consideran una FE ante un área de dolor focal y/o dolor palpatorio asociado a evidencia de fractura en las radiografías simples, RM o centellograma. Por razones prácticas, en el presente trabajo, se utiliza el término "fractura por estrés" (FE) para referirnos a todo el espectro de lesiones óseas por sobreuso.

La sospecha clínica de una FE requiere necesariamente la realización de estudios de imágenes para la confirmación diagnóstica. El problema radica en que las radiografías simples son inicialmente negativas en más de las dos terceras partes de los casos<sup>14</sup>. Radiográficamente, una FE no se identifica hasta que progresa a una lesión intracortical con extensión al periostio, provocando la reacción perióstica, la ruptura cortical franca o ambas<sup>15</sup>. La disponibilidad de herramientas diagnósticas como la centellografía y la resonancia magnética (RM) han sido de gran utilidad debido a que permiten el diagnóstico de la FE antes que progrese al estadio avanzado en el cual la respuesta ósea puede verse en las radiografías. La morbilidad de las FE es habitualmente elevada y, en muchas ocasiones, una lesión de este tipo significa la pérdida de la temporada competitiva. Los factores que más influyen en la morbilidad parecen ser la localización anatómica de la lesión y la gravedad de la misma<sup>5</sup>. La demora en el diagnóstico también ha sido mencionada como un factor que eleva la morbilidad<sup>16</sup>.

El objetivo de este estudio fue determinar la relación entre la gravedad de las fracturas por estrés en deportistas, determinada por resonancia magnética y la morbilidad, estimada por el tiempo de retorno al deporte.

## Materiales y métodos

El diseño de la investigación corresponde a un estudio de correlación retrospectivo, nivel de evidencia II<sup>17</sup>.

Se revisaron retrospectivamente todos los casos de FE en deportistas en el período comprendido entre enero 1999 y diciembre 2004 asistidos por los autores en el Servicio de Traumatología del Centro Nacional de Alto Rendimiento Deportivo y en el Sanatorio San Lucas.

Los criterios de inclusión fueron: deportistas mayores de 14 años; presencia de FE en cualquier localización determinada por el cuadro clínico y estudios de imágenes (radiografías y RM); ausencia de trauma; ausencia de otras enfermedades o condiciones significativas al momento de la lesión original; ausencia de enfermedad basal relacionada con osteopenia; tratamiento supervisado y seguimiento mínimo de 6 meses luego del retorno a la actividad.

Se consideró clínicamente una FE ante la presencia de dolor de tipo mecánico relacionado con la actividad deportiva repetitiva, dolor palpatorio o provocado y presencia de imágenes patológicas en las radiografías y RM.

De la serie completa, dos pacientes con FE fueron descartados por seguimiento incompleto y un caso de lesión bilateral de quinto metatarsiano fue descartado debido al tratamiento inmunosupresor que recibía el paciente trasplantado, considerándose a este tipo de lesión como "fractura por insuficiencia"<sup>18</sup>. Se incluyeron 29 deportistas (12 mujeres; 17 varones; edad promedio 26.34 ± 12.57 años) con diagnóstico clínico y por imágenes de FE. Cinco pacientes (5 mujeres) presentaron lesiones bilaterales simultáneas; en consecuencia, la presente serie incluye 34 casos de FE.

Se determinaron la edad, el sexo, la localización anatómica, el deporte, el nivel de actividad y el "tiempo de diagnóstico". Los niveles de actividad se determinaron del siguiente modo<sup>13</sup>: "recreativo", aquel sujeto que realiza actividad 1-2 veces por semana; "recreativo-alto", aquel que realiza actividad 3-4 veces por semana; "competitivo", aquellos deportistas de alta competencia o profesionales. El tiempo de diagnóstico se definió como el período entre el inicio de los síntomas y el diagnóstico, que incluye la obtención de imágenes.

Las radiografías simples fueron clasificadas como "positivas" ante la presencia de esclerosis medular, discontinuidad cortical, reacción perióstica o formación de callo<sup>5</sup>.

Los pacientes fueron estudiados con equipos de intensidad de campo magnético que varió desde 0.23 a 1.5 Tesla, todos los cuales han mostrado eficacia para el estudio de FE<sup>19</sup>. Se obtuvieron imágenes utilizando secuencias ponderadas en T1 *spin echo* (TR 380-600 y TE 10-20), T2 *fast spin echo* (TR 2340-9300 y TE 80-99) y STIR (*short tau inversion recovery*) (TR 2100-4000 TE 33-42 TI 75-150) en todos los casos. En los pacientes estudiados en equipos de alto campo (1,5 Tesla) se obtuvieron, además, imágenes ponderadas en densidad protónica (DP) (TR 1900-9300 y TE 10-47) y/o T2 *fast spin echo* con supresión de grasa (*Fat-Sat*), empleando los mismos parámetros que la DP/T2 convencional. Se obtuvieron imágenes en los tres planos del espacio. En casos seleccionados, especialmente en el estudio de huesos pequeños como el escafoides tarsiano y semilunar, se utilizaron bobinas de superficie que permiten obtener imágenes con espesores delgados, pequeños campos de visión y alta resolución espacial. No utilizamos rutinariamente contraste endovenoso. Todos los estudios de RM fueron evaluados por un especialista en imágenes del sistema musculoesquelético.

Las lesiones fueron clasificadas en cuatro grados de acuerdo a la apariencia de las imágenes según la escala de Arendt y col<sup>20</sup> (Tabla 1). Asimismo, se clasificaron las lesiones de

TABLA 1.- Clasificación radiológica de las fracturas por estrés según Arendt y col<sup>6</sup>

	Radiografías	Centellografía	Resonancia magnética
Normal	normal	normal	normal
Grado 1	normal	área mal definida de aumento de actividad	STIR +
Grado 2	normal	más intensa pero aún mal definida	STIR +, T2+
Grado 3	línea discreta, discreta reacción perióstica	área marginal de aumento de actividad focal o fusiforme	T1 +, T2 +, sin ruptura cortical
Grado 4	Fractura o reacción perióstica	Captación localizada transcortical intensa	T1 +, T2+ y línea de fractura

STIR: Short Tau Inversion Recovery

acuerdo a la escala simplificada de los mismos autores, en "FE bajo grado", correspondientes a las fracturas grado 1 y 2, y "FE de alto grado", correspondientes a las lesiones de grado 3 y 4. Por último, se clasificaron los casos de acuerdo al riesgo de pseudoartrosis o retardo de consolidación, en FE de "bajo riesgo" y FE de "alto riesgo"<sup>21</sup>. Las primeras tienen un pronóstico favorable con la restricción de la actividad e incluyen a fracturas en la clavícula, escápula, húmero, olécranon, cúbito, radio, escafoides, metacarpianos, costillas, *pars interarticularis*, sacro, rama pubiana, diáfisis femoral, diáfisis tibial, peroné, calcáneo y diáfisis de metatarsianos. Las FE de alto riesgo pueden requerir tratamiento quirúrgico primario e incluyen a aquellas que afectan al cuello femoral, la rótula, la corteza tibial anterior, el maléolo tibial, el astrágalo, el escafoides tarsiano, el quinto metatarsiano, la base del segundo metatarsiano y los sesamoideos del hallux<sup>21</sup>.

Todos los pacientes fueron estudiados con radiografías simples y RM. Cinco casos fueron estudiados, además, con centellografía ósea corporal, con Tc99 de 3 fases y 8 casos fueron evaluados con tomografía computada.

Se determinó el tiempo transcurrido hasta el regreso a la actividad deportiva, estableciéndose dos categorías<sup>15</sup>: "retorno completo" y "retorno con modificación de la actividad". El primero corresponde al deportista capaz de practicar y competir sin restricción de tiempo y sin recidiva. La segunda categoría corresponde al retorno a una variedad de deportes con participación limitada (reducción del tiempo de práctica, selección de ejercicios). El tratamiento fue controlado periódicamente por el grupo de kinesiólogos tratantes y el médico de cabecera.

Para determinar la relación entre el grado de la FE y el tiempo de retorno a la actividad completa se realizó el análisis de Pearson, estableciéndose en 0.05 el nivel de significación. Para comparar el tiempo de retorno a la actividad en diferentes subgrupos (FE de alto grado vs. FE de bajo grado; FE de alto riesgo vs. FE de bajo riesgo) se utilizó la prueba de t. Se utilizó el software estadístico *Statistica for Windows* (Statsoft, EE.UU. 1993) y el *VCC Stat* ([www.instituto.demetodologia.com.ar](http://www.instituto.demetodologia.com.ar)).

## Resultados

En la presente serie de 34 casos de lesiones óseas por estrés, los huesos afectados fueron la tibia (n=12; 35.2%, IC95% 20.3-53.5), el escafoides tarsiano (n=5; 14.7%, IC95% 5-31), los metatarsianos (n=4; 11.7%, IC95%

3.3-27.5), *pars interarticularis* de la quinta vértebra lumbar (n=3; 8.8%, IC95% 1.9-23.7), el peroné (n=2; 5.8%, IC95% 0.7-19.7), el semilunar (n=2; 5.8%, IC95% 0.7-19.7), la tercera cuña (n=1; 2.9%, IC95% 0.1-15.3), el cuello femoral (n=1; 2.9%, IC95% 0.1-15.3), el cúbito (n=1; 2.9%, IC95% 0.1-15.3), el ganchoso (n=1; 2.9%, IC95% 0.1-15.3), las costillas (n=1; 2.9%, IC95% 0.1-15.3) y el pubis (n=1; 2.9%, IC95% 0.1-15.3), (Tabla 2).

Las radiografías iniciales fueron negativas en 29 pacientes (85.3%, IC95% 65.5-93.2); en 5 pacientes (14.7%, IC95% 6.8-34) mostraron engrosamientos corticales en tibia (n=2) y espondilolisis (n=3). En RM, 5 fueron grado 1 (14.7%), 5 fueron grado 2 (14.7%), 13 fueron grado 3 (38.2%) y 11 fueron grado 4 (32.4%). De acuerdo a la clasificación simplificada, 10 lesiones fueron de "bajo grado" (29.4%) y 24 de "alto grado" (70.6%). De acuerdo al pronóstico de consolidación, 28 lesiones se localizaron en huesos de "bajo riesgo" (82.4%, IC95% 65.5-93.2) y 6 lesiones afectaron huesos considerados de "alto riesgo" (17.6%, IC95% 6.8-34.5) (Tabla 3). Estas últimas incluyeron las lesiones en escafoides tarsiano (n=5) y en cuello femoral (n=1). Las lesiones en cuña tarsiana, ganchoso y semilunar de la muñeca fueron consideradas de "bajo riesgo".

Todos los pacientes recibieron el tratamiento convencional para cada localización anatómica. No se realizaron biopsias óseas y ningún paciente fue tratado quirúrgicamente.

Veintinueve casos (85.3%, IC95% 68.9-95) retornaron a su actividad en forma completa; cinco casos (14.7%, IC95% 5-31) presentaron dolor de menor intensidad con la actividad o la modificaron, sin volver al nivel previo a la lesión.

El tiempo de diagnóstico promedio fue de  $16.3 \pm 19.4$  semanas (rango 1-72). Su relación con la gravedad de la FE mostró una correlación negativa sin significación estadística ( $r = -0.0043$ ,  $p = 0.80$ ).

La correlación entre la gravedad de la FE y el tiempo de retorno a la actividad fue estadísticamente significati-

TABLA 2.– Principales resultados de la población estudiada

Caso	Sexo/edad	Deporte	Localización	Grado	T.Diag	Retorno
1	F-27	Tenis C	Escafoides tarsiano D	4	4 sem	MA-32 sem
2	F-27	Tenis C	Escafoides tarsiano I	4	4 sem	MA-32 sem
3	M-25	Tenis C	Escafoides tarsiano D	4	6 sem	RC-20 sem
4	F-14	Tenis C	Escafoides tarsiano D	3	18 sem	RC-15 sem
5	F-14	Tenis C	Escafoides tarsiano I	3	18 sem	RC-15 sem
6	F-46	Carrera R2	3era cuña I	3	1 sem	RC-9 sem
7	M-19	Tenis C	4to metatarsiano D	3	3 sem	RC-9 sem
8	M-17	Tenis C	2do metatarsiano D	4	2 sem	RC-7 sem
9	M-32	Golf R1	2do metatarsiano I	3	3 sem	RC-10 sem
10	F-15	Tenis C	1er metatarsiano I	4	4 sem	RC-9 sem
11	M-33	Triatlón R2	Tibia I	2	6 sem	RC-10 sem
12	M-44	Triatlón R2	Tibia I	3	6 sem	MA-12 sem
13	F-42	Triatlón R2	Tibia I	2	8 sem	RC-16 sem
14	F-42	Triatlón R2	Tibia D	2	8 sem	RC-16 sem
15	F-43	Carrera R2	Tibia I	3	40 sem	RC-18 sem
16	F-20	Tenis C	Tibia D	3	5 sem	RC-12 sem
17	F-20	Tenis C	Tibia I	3	5 sem	RC-12 sem
18	F-21	Carrera R2	Tibia D	1	40 sem	MA-5 sem
19	F-21	Carrera R2	Tibia I	2	40 sem	MA-5 sem
20	M-27	Carrera R2	Tibia I	2	50 sem	RC-9 sem
21	M-27	Rugby R2	Tibia D	1	4 sem	MA-5 sem
22	F-20	Gimnasia R2	Tibia D	1	40 sem	RC-8 sem
23	F-18	Gimnasia R2	Peroné I	1	4 sem	RC-6 sem
24	F-44	Carrera R2	Peroné D	4	6 sem	RC-14 sem
25	M-62	Carrera R2	Cuello femoral I	4	6 sem	MA-25 sem
26	M-16	Tenis C	Semilunar D	3	3 sem	RC-10 sem
27	M-15	Tenis C	Semilunar D	3	4 sem	RC-9 sem
28	M-16	Golf R1	Ganchoso D	4	6 sem	MA-14 sem
29	M-16	Tenis C	Cúbito I	1	8 sem	RC-2 sem
30	M-16	Tenis C	Pars interarticularis L5 D+I	4	68 sem	RC-20 sem
31	M-18	Rugby R1	Pars interarticularis L5 I	4	72 sem	MA-24 sem
32	M-13	Tenis C	Pars Interarticularis L5 D+I	4	32 sem	RC-23 sem
33	M-37	Golf R1	Costillas	3	21 sem	RC-16 sem
34	M-21	Tenis C	Pubis I	3	10 sem	RC-10 sem

M: masculino; F: femenino; R1: nivel recreativo bajo; R2: nivel recreativo alto; C: nivel competitivo-profesional; RC: retorno completo; MA: retorno con modificación de la actividad; D: derecho; I: izquierdo; T. Diag: tiempo de diagnóstico

va (Fig. 1):  $r=0.66$ ,  $r^2=0.43$ ,  $p=0.0002$ . Cuanto más grave resultó la FE según la clasificación radiográfica, mayor fue el tiempo de retorno a la actividad completa.

Las "FE de bajo grado" mostraron un retorno más rápido a la actividad que las "FE de alto grado" ( $p=0.0047$ ; prueba de  $t$  de 1 cola para muestras pequeñas independientes). Asimismo, las fracturas de "bajo riesgo" mostraron un retorno más rápido que aquellas de "alto riesgo" ( $p=0.000097$ ; prueba de  $t$  de 1 cola para muestras independientes pequeñas) (Tabla 3).

La presente serie no incluye casos de recurrencia de FE. Un paciente (caso 29, Tabla 2) presentó espondilolisis

lumbar 12 meses después de sufrir la FE de grado 1 en cúbito no dominante.

## Discusión

La importancia del diagnóstico temprano en la prevención de secuelas y disminución de la morbilidad en las FE ha sido señalada por diversos autores<sup>15,19-26</sup>.

En la presente serie, los pacientes mostraron evidencias de lesión ósea en la evaluación radiográfica inicial, sólo en el 14% de los casos. Ello significa que la mayoría

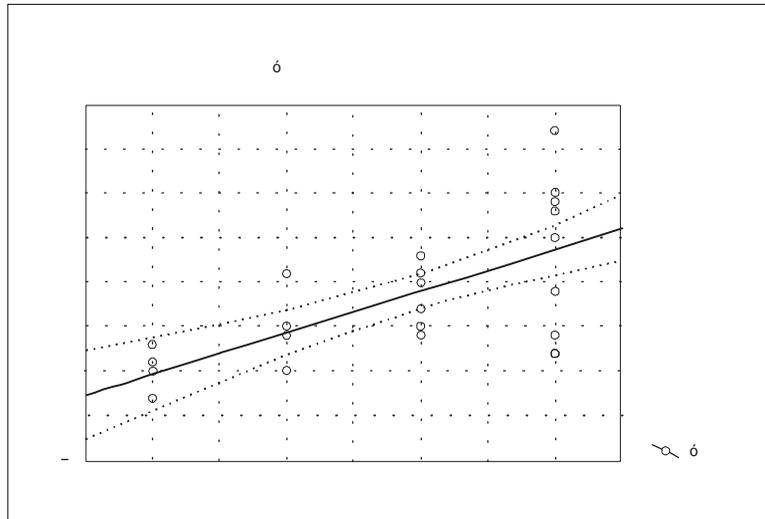


Fig. 1.- Correlación entre la gravedad de la lesión según la escala de Arendt y la morbilidad estimada por el tiempo de retorno al deporte en semanas.

TABLA 3.- Morbilidad de las fracturas por estrés según la gravedad en resonancia magnética (grados 1, 2, 3, 4 y escala simplificada: bajo grado y alto grado) y según el pronóstico de consolidación de acuerdo a la localización anatómica (bajo riesgo, alto riesgo)

Grado lesión			Tiempo de Retorno (sem)			
	n	%	media/ds	IC±95%	mediana	rango
Total	34	100.0	13.5 ± 7.3	10.9-16.1	12	2-32
1	5	14.7	5.6 ± 2.9	2.0-9.2	5	2-10
2	5	14.7	11.2 ± 4.8	5.3-17.1	10	5-16
3	13	38.2	11.9 ± 3.2	10.0-13.8	12	8-18
4	11	32.4	19.0 ± 8.6	13.3-24.7	20	9-32
Bajo grado (1+2)	10	29.4	8.4 ± 4.7 <sup>a</sup>	5.0-11.7	7.5	2-16
Alto grado (3+4)	24	70.6	15.2 ± 7.1 <sup>a</sup>	12.2-18.2	13	8-32
Bajo riesgo	28	82.4	11.4 ± 5.4 <sup>b</sup>	9.3-13.5	10	2-24
Alto riesgo	6	17.6	23.2 ± 7.8 <sup>b</sup>	14.99-31.3	22.5	15-32

ds: desvío estándar

<sup>a</sup>diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.0047$ )

<sup>b</sup>diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.00009$ )

de los pacientes con FE no puede ser diagnosticada mediante estudios radiográficos, a pesar de la elevada sospecha clínica del médico especialista. La actividad persistente en presencia de síntomas de una FE no reconocida puede provocar fracturas completas o desplazadas. La incapacidad prolongada y permanente puede, en consecuencia, evitarse con el uso de métodos de diagnóstico más sensibles en el abordaje clínico de los pacientes con este tipo de síntomas. A pesar de que la radiología no es un método sensible en la etapa inicial y, por lo tanto, con bajo grado de confianza, es el primer estudio sugerido en el algoritmo diagnóstico<sup>27</sup>.

El centellograma fue el primer estudio capaz de detectar precozmente las FE y, durante un largo tiempo,

fue considerado el "estándar de oro" para estas lesiones<sup>5, 19, 22, 28, 29</sup>. Con la utilización de tecnecio-99, suelen obtenerse imágenes positivas a los 2-3 días de iniciados los síntomas<sup>5</sup>. Las tres fases del estudio (angiograma, pool vascular e imágenes tardías) muestran captación elevada<sup>9</sup>; otras enfermedades que suelen considerarse en el diagnóstico diferencial, rara vez son positivas en las tres fases o muestran un patrón distinto al observado en las FE<sup>5</sup>. En nuestra experiencia, el centellograma y el SPECT tienen aún un lugar en el diagnóstico de las FE en algunas localizaciones como la columna lumbar y la parrilla costal<sup>30</sup>.

La utilidad de la RM en la detección temprana de la patología ósea es bien reconocida<sup>31-33</sup>. La RM es alta-

mente sensible y específica para la detección precoz de las FE<sup>19</sup>. Su resolución espacial es superior a la centellografía y está considerada actualmente como el “estándar de oro” para estas lesiones<sup>15, 19, 20, 22, 34</sup>. La RM es capaz de poner en evidencia todo el espectro de lesiones óseas por estrés. La información detallada provista por la resonancia magnética facilita el diagnóstico y permite, con frecuencia, el tratamiento con reposo relativo, evitando la inmovilización con sus potenciales efectos deletéreos o la cirugía<sup>15, 20</sup>. En consecuencia, el deportista sufrirá menos el desentrenamiento físico. El hallazgo más común es la presencia de edema en la médula ósea, que representa la fractura microscópica de las trabéculas óseas<sup>19</sup>. Esta lesión se reconoce por la disminución de la señal en secuencias ponderadas en T1 e incremento de la señal en T2 y STIR (Fig. 2). Las técni-

cas de saturación grasa son especialmente útiles. El edema perióstico puede representar la hemorragia temprana o reacción perióstica y se observa frecuentemente (Fig. 3). Cuando se observa edema perióstico en la RM, la reacción cortical suele aparecer en la radiografía convencional<sup>35</sup>. La presencia de una línea fracturaria “en banda” es el signo típico en resonancia magnética de la FE propiamente dicha, diferenciándola de otros grados del espectro lesional<sup>19, 36</sup>. Las regiones diafisarias y metafisarias son las que se comprometen con mayor frecuencia.

El principal hallazgo de este estudio es la correlación estadísticamente significativa entre la gravedad de la FE y el tiempo necesario para retornar a la actividad. Escasos estudios han abordado este aspecto de las FE. Chisin y col<sup>37</sup> utilizaron una estadificación centellográfica y su-



Fig. 2.— Caso 34: A- Coronal DP Supresión grasa (TR9230/TE44) y B- Coronal T1 (TR500/TE10). El edema en RM se reconoce fácilmente combinando secuencias con técnica de saturación de grasas ponderadas en DP o T2 (hiperintensidad) y T1 (hipointensidad). En este caso se observa una alteración en la rama pubiana izquierda (flechas blancas).

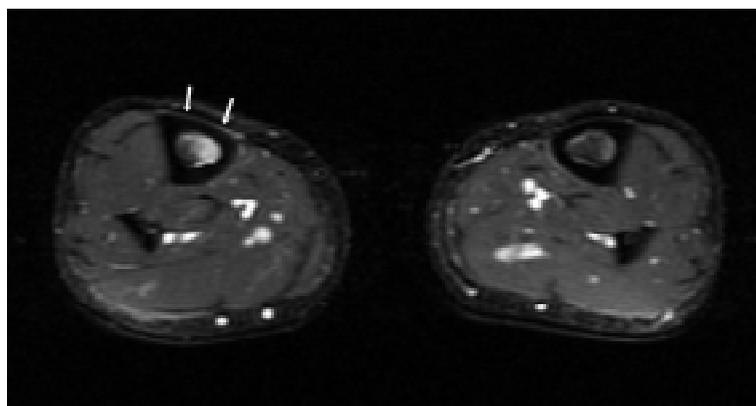


Fig. 3.— Caso 16-17: Axial STIR (TR2000/TE40/TI150). Además de observarse edema en el canal medular de la tibia derecha, se advierte una delgada línea hiperintensa adyacente a la cara anteromedial que representa edema perióstico (flechas blancas).

girieron que las lesiones leves podrían curar sin detener por completo la actividad física. Fredericson y col<sup>24</sup> presentaron datos de recuperación en pacientes con FE de tibia en distintos grados según las imágenes de RM, pero no realizaron el análisis estadístico correspondiente. El estudio de Yao y col<sup>38</sup> mostró que la presencia de una línea de fractura o señal anormal cortical tiene valor pronóstico en el retorno al deporte. Arendt y col<sup>15</sup> estudiaron retrospectivamente 68 deportistas con FE y hallaron una correlación significativa entre la gravedad de la lesión, evaluada por RM, y el tiempo de retorno a la actividad.

El edema óseo es el hallazgo más precoz de las FE en RM<sup>20</sup>. El diagnóstico diferencial del aumento de intensidad de señal en la médula ósea debe incluir a la infección temprana, los tumores (especialmente aquellos que involucran a la médula como el linfoma, la leucemia y el mieloma) y los traumatismos directos, entre otros<sup>20</sup>. Las secuencias ponderadas en T1 son particularmente útiles para detectar fracturas patológicas<sup>39</sup>. En esta serie no fue necesario realizar biopsias óseas. Este recurso debe contemplarse cuando los hallazgos de los estudios de imágenes continúan sugiriendo la posibilidad de una infección o un tumor<sup>22</sup>.

La mayoría de los estudios han expresado la morbilidad de las FE respecto al tiempo transcurrido hasta la recuperación completa<sup>6</sup>. Existe una marcada variabilidad en el retorno deportivo debido, especialmente, a la localización anatómica de la lesión. En nuestro estudio el promedio de retorno fue de 13.5 semanas lo cual resulta similar al publicado por los trabajos de Benazzo y col<sup>16</sup> (4.4 meses) y Matheson y col<sup>11</sup> (12.8 semanas). Hulkko y Orava<sup>40</sup> publicaron una extensa serie de FE y estimaron el porcentaje de pacientes que alcanzaron la curación a determinadas semanas en diferentes localizaciones anatómicas. Arendt y Griffiths<sup>20</sup> sostienen que las FE de bajo grado (grados 1 y 2) pueden tratarse sin detener por completo la actividad. Otros estudios en animales<sup>41</sup> y clínicos<sup>29</sup> podrían avalar esta conducta. Nuestro estudio no logró hallar una correlación entre el tiempo de inicio de los síntomas y la inactividad.

No existen muchos estudios sobre la recurrencia de las FE. Un grupo de atletas fue controlado durante un año y el 60% de los que sufrieron FE habían padecido lesiones similares con anterioridad<sup>42</sup>. La tasa de recurrencia se acerca al 10%, lo cual estaría relacionado con la persistencia de los factores de riesgo<sup>6</sup>. En nuestro estudio, los 29 pacientes con lesiones fueron seguidos hasta la fecha, habiéndose presentado un sólo caso de recurrencia.

Muchos trabajos han estudiado la distribución anatómica de las FE. En coincidencia con las publicaciones previas, la tibia y los metatarsianos fueron las localizaciones más frecuentes en nuestra serie. Se mencionan algunas características salientes de las lesiones en escafoides tarsiano, espondilolisis y semilunar.

Las lesiones del escafoides tarsiano merecen una consideración especial debido al desafío diagnóstico y terapéutico<sup>23</sup>. Estas lesiones son difíciles de visualizar radiográficamente. En nuestra serie, los cinco casos presentaron radiografías iniciales sin manifestaciones lesionales. La tomografía computada es más sensible que la resonancia para la detección de fracturas y ésta detecta mejor la extensión medular<sup>23</sup> (Fig. 4). Consideramos que el diagnóstico de FE de escafoides puede beneficiarse con la combinación de ambas modalidades. Uno de los casos de nuestra serie (Tabla 2, caso 1) con lesión bilateral alcanzó el mejor rendimiento de su dilatada carrera como tenista profesional luego de la lesión, pero aún presenta dolor con la actividad intensa que la restringe parcialmente.

La espondilolisis es la causa identificable más frecuente de dolor lumbar en adolescentes activos<sup>43</sup>. En deportistas, la mayoría corresponde al tipo ístmico de la enfermedad y la quinta vértebra lumbar es la más afectada<sup>44</sup>. En muchos casos, como en los tres pacientes del presente estudio, se produce una excesiva demora en el diagnóstico. Ante la sospecha de esta lesión debe realizarse un intensivo programa de estudios diagnósticos que incluyan radiografías, RM, SPECT y tomografía computada<sup>43</sup>. Debe recordarse que la espondilolisis tiene una incidencia del 5% aproximadamente en la población general<sup>45</sup>. La RM es tan útil en esta localización como en la generalidad de las FE<sup>46</sup>. Sin embargo, la dificultad que encontramos en la práctica clínica es la frecuente dirección del estudio hacia la patología de los discos intervertebrales, pudiendo existir falsos negativos para el

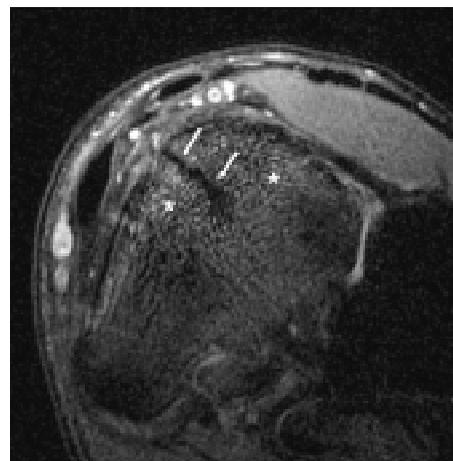


Fig. 4.— Caso 1: Coronal DP Supresión grasa (TR1900/TE47). El edema en la médula ósea del escafoides tarsiano se manifiesta como aumento difuso de la señal (\*). La imagen lineal hipointensa representa el trazo de fractura (flechas blancas) que se orienta en sentido sagital a través de los dos tercios superiores del hueso y compromete la cortical dorsal.

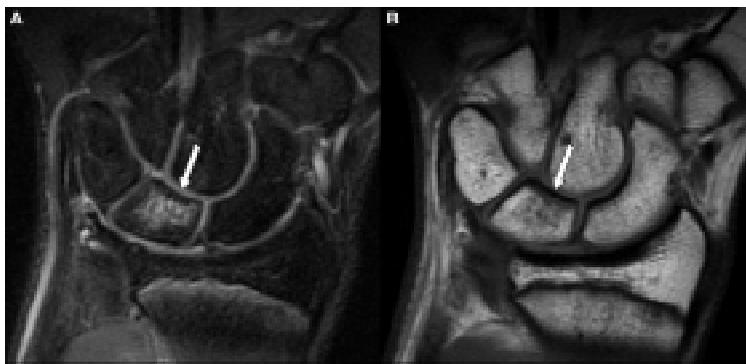


Fig. 5.– Caso 27: A- Coronal DP Supresión grasa (TR1900/TE47). Se observa edema en la médula ósea del hueso semilunar como aumento difuso de la señal. B- Coronal T1 (TR519/TE14). Este mismo hallazgo se observa como disminución de la señal (flechas blancas) permitiendo clasificar a la lesión como grado 3. Obsérvese ausencia de línea fracturaria cortical.

segmento vertebral a estudiar (*pars interarticularis*). Se añade que en los estudios por RM no siempre están incluidas en el protocolo de estudio secuencias sensibles al edema (T2 con supresión grasa o STIR) o, cuando están presentes, no incluyen el estudio de los istmos. Sólo el 30-40% de los casos de espondilolisis mostrarán signos radiográficos de curación<sup>47-49</sup>.

Nuestra serie incluye dos casos de FE del semilunar, ambos en la muñeca dominante de tenistas adolescentes competitivos<sup>50</sup> (Tabla 2, casos 26-27), siendo estos los primeros casos publicados en la literatura médica. Los pacientes presentaron dolor de tipo mecánico en la muñeca dominante, sobre el dorso del semilunar, de pocas semanas de duración, sin antecedentes de trauma. Las radiografías mostraron una varianza cubital minus leve y los estudios de RM pusieron de manifiesto el edema óseo, sin línea de fractura (Fig. 5). Schmitt y col<sup>51</sup> establecieron que la enfermedad de Kienböck (25%) es la causa más frecuente de lesión en casos que presentan alteración de la señal del semilunar RM; le siguen el impingement cúbito-semilunar-piramidal (23%) y el ganglión intraóseo (21%), entre otras. Consideramos que la FE del semilunar es una entidad diferente de la osteonecrosis y debe ser considerada en el diagnóstico diferencial del dolor dorsal de muñeca.

En resumen, las fracturas por estrés son lesiones cada vez más frecuentes en deportistas cuyo diagnóstico requiere un detallado interrogatorio para detectar el sobreuso y un completo estudio por imágenes. La RM ha mostrado ser una herramienta eficaz para el diagnóstico precoz de las fracturas por estrés permitiendo, además, establecer la gravedad de la misma. Los resultados de este estudio demuestran que existe una correlación positiva estadísticamente significativa entre la gravedad de la FE determinada por resonancia magnética y el tiempo de recuperación del deportista. La utilización sistemática de esta clasificación puede ayudar a definir

con mayor precisión el cuadro clínico, controlar la rehabilitación y estimar el retorno a la actividad deportiva.

## Bibliografía

1. Mandelbaum BR, Knapp TP. Stress fractures. *Clin Sports Med* 1997; 16: 2, xi.
2. Meyer SA, Saltzman CL, Albright JP. Stress fractures in the foot and leg. *Clin Sports Med* 1993; 12: 395-413.
3. Monteleone GP. Stress fractures in the athlete. *Orthop Clin North Am* 1995; 26: 423-32.
4. Sterling JC, Edelstein DW, Calvo RD, et al. Stress fractures in the athlete: diagnosis and management. *Sports Med* 1992; 14: 336-46.
5. Maitra RS, Johnson DL. Stress fractures: clinical history and physical examination. *Clin Sports Med* 1997; 16: 259-74.
6. Bennel KL, Brukner PD. Epidemiology and site specificity of stress fractures. *Clin Sports Med* 1997; 16: 179-96.
7. Nattiv A, Armsey TD Jr. Stress injury to bone in the female athlete. *Clin Sports Med* 1997; 16: 197-224.
8. Eisele SA, Sammarco GJ. Fatigue fractures of the foot and ankle in the athlete. *Instr Course Lect* 1993; 42: 175-83.
9. Hershman EB, Mailly T. Stress fractures. *Clin Sports Med* 1990; 9: 183-214.
10. McBryde AM. Stress fractures in athletes. *Am J Sports Med* 1976; 5: 212-6.
11. Matheson GO, Clement DB, McKenzie DC, et al. Stress fractures in athletes: a study of 320 cases. *Am J Sports Med* 1987; 15: 46-58.
12. Jones BH, Harris JM, Vihn TN, et al. Exercise-induced stress fractures and stress reaction of bone: epidemiology, etiology and classification. *Exerc Sport Sci Rev* 1989; 17: 379-422.
13. Iwamoto J, Takeda T. Stress fractures in athletes: a review of 196 cases. *J Orthop Sci* 2003; 8: 273-8.
14. Frowlich JW. Imaging of fractures: stress and occult. *J Rheumatol* 1991; 18: 4-9.
15. Arendt EA, Agel J, Heikes C, et al. Stress injuries to bone in collegiate athletes: a retrospective review of experience at a single institution. *Am J Sports Med* 2003; 31: 959-68.
16. Benazzo F, Bernabei G, Ferrario A, et al. Stress fractu-

- res in track and field athletes. *J Sports Traumatol Rel Res* 1992; 14: 51-65.
17. Wright JG, Swiontkowski ME, Heckman JD. Introducing levels of evidence to the journal. *J Bone Joint Surg* 2003; 85A; 1: 1-3.
  18. Maquirriain J. Fractures in active patients with transplanted organs: treatment and exercise recommendations. *Phys Sportsmed* 2001; 29: 37-40.
  19. Deutsch AL, Coel MN, Mink JH. Imaging of stress injuries to bone: radiography, scintigraphy and MR imaging. *Clin Sports Med* 1997; 16: 275-90.
  20. Arendt EA, Griffiths HJ. The use of MR imaging in the assessment and clinical management of stress reaction of bone in high-performance athletes. *Clin Sports Med* 1997; 16: 291-306.
  21. Boden PB, Osbahr DC, Jimenez C. Low-risk stress fractures. *Am J Sports Med* 2001; 29: 100-11.
  22. Anderson MW, Greenspan A. Stress fracture. *Radiology* 1996; 199: 1-12.
  23. Burne SG, Mahoney CM, Forster BB, et al. Tarsal navicular stress injuries: long term outcome and clinicoradiological correlation using both computed tomography and magnetic resonance imaging. *Am J Sports Med* 2005; 33: 1875-81.
  24. Fredericson M, Bergman AG, Hoffman KL, et al. Tibial stress reaction in runners: correlation of clinical symptoms and scintigraphy with a new magnetic resonance imaging grading system. *Am J Sports Med* 1995; 23: 472-81.
  25. Markey K. Stress fractures. *Clin Sports Med* 1987; 6: 405-25.
  26. Savoca CJ. Stress fractures. A classification of the earliest radiographic signs. *Radiology* 1971; 100: 519-24.
  27. American College of Radiology. Stress/insufficiency fracture (excluding vertebral) *ACR appropriateness criteria*. 2000; 215 Suppl: 265-72.
  28. Ammann W, Matheson GO. Radionucleid bone imaging in the detection of stress fractures. *Clin J Sports Med* 1991; 1: 115-22.
  29. Kiuru MJ, Niva M, Reponen A. Bone stress injuries in asymptomatic elite recruits. *Am J Sports Med* 2005; 33: 272-76.
  30. Connolly LP, Connolly SA. Rib stress fractures. *Clinical Nuclear Med* 2004; 29: 614-6.
  31. Negendank W, Soulen RL. Magnetic resonance imaging in patients with bone marrow disorders. *Leuk Lymphoma* 1993; 10: 287-98.
  32. Oka M, Monu JU. Prevalence and patterns of occult hip fractures and mimics revealed by MRI. *Am J Roentgenol* 2004; 182: 283-8.
  33. Rosenberg ZS, Beltran J, Bencardino JT. MR Imaging of the Ankle and Foot. *Radiographics* 2000; 20:S153-79.
  34. Steinbronn DJ, Bennet GL, Kay DB. The use of magnetic resonance imaging in the diagnosis of stress fractures of the foot and ankle: four case reports. *Foot Ankle Int* 1994; 15: 80-3.
  35. Ishibashi Y, Okamura Y, Otsuka H, et al. Comparison of scintigraphy and magnetic resonance imaging for stress injuries of bone. *Clin J Sport Med* 2002; 12: 79-84.
  36. Mink JH, Deutsch AL. Occult cartilage and bone injuries of the knee: detection, classification and assessment with MRI. *Radiology* 1989; 170: 823-9.
  37. Chisin R, Milgrom C, Giladi M, et al. Clinical significance of nonfocal scintigraphic findings in suspected tibial stress fractures. *Clin Orthop* 1987; 220: 200-5.
  38. Yao L, Johnson C, Gentili A, et al. Stress Injuries of bone: analysis of MR imaging staging criteria. *Acad Radiol* 1998; 5: 34-40.
  39. Fayad LM, Kamel IR, Kawamoto S, et al. Distinguishing stress fractures from pathologic fractures: a multimodality approach. *Skeletal Radiol* 2005; 34: 245-59.
  40. Hulkko A, Orava S. Stress fractures in athletes. *Int J Sports Med* 1987; 8: 221-6.
  41. Burr DB, Burr DB, Milgrom C, et al. Experimental stress fractures of the tibia. *J Bone Joint Surg* 1990; 72B: 370-5.
  42. Bennel KL, Malcolm SA, Thomas SA, et al. The incidence and distribution of stress fractures in competitive track and field athletes. *Am J Sports Med* 1996; 24: 211-7.
  43. Moeller JL, Rifat SF. Spondylolysis in active adolescents: expediting return to play. *Phys Sportsmed* 2001; 29: 12, 37-40.
  44. Wiltse LL, Jackson DW. Treatment of spondylolisthesis and spondilolysis in children. *Clin Orthop* 1976; 117: 92-100.
  45. Wiltse LL, Widell EH Jr, Jackson DW. Fatigue fracture: the bone lesion in isthmic spondilolisthesis. *J Bone Joint Surg* 1975; 57A: 17-22.
  46. Udeshi UL, Reeves D. Routine thin slice MRI effectively demonstrates the lumbar pars interarticularis. *Clin Radiol* 1999; 54: 615-9.
  47. Morita T, Ikata T, Katoh S, et al. Lumbar spondylolysis in children and adolescents. *J Bone Joint Surg* 1995; 77B: 620-5.
  48. Micheli LJ. Back injuries in gymnastics. *Clin Sports Med* 1985; 4: 85-93.
  49. Micheli LJ, Hall JE, Miller ME. Use of modified Boston brace for back injuries in athletes. *Am J Sports Med* 1985; 8: 351-6.
  50. Maquirriain J, Ghisi JP. The incidence and distribution of stress fractures in elite tennis players. *Br J Sports Med* 2006; 40: 454-9.
  51. Schmitt R, Christopoulos G, Kalb K, et al. Differential diagnosis of the signal-compromised lunate in MRI. (German) Abstract. *Rofo* 2005; 177: 358-66.

-----

*Forbear to ask what tomorrow may bring. If you spend your whole life waiting for the storm, you'll never enjoy the sunshine.*

Hay que abstenerse de preguntar que traerá el mañana. Si se pasa la vida entera esperando la tormenta, no se llegará a disfrutar del sol.

Morris West (1916-1999)

*The clowns of God.* New York: William Morrow, 1981, p 44