

## Fracturas por estrés en el atleta: epidemiología y manejo

Luis Arturo Gómez Carlín,\* Jaime Isaías Ortiz Garza,\*\*  
César Alfonso Gutiérrez Parada\*\*\*

### RESUMEN

El manejo de las fracturas por estrés es un tema polémico en la actualidad. Se debe siempre contemplar la causa y los factores que acompañan a las mismas, entre los cuales se incluyen la vascularidad ósea, el tipo de entrenamiento y el equipamiento que el paciente usa al momento de desempeñar sus actividades físicas; asimismo, es importante considerar el estado metabólico y hormonal del individuo. La personalidad de la fractura determinará si es de alto o bajo riesgo, lo cual nos guiará para la adecuada elección terapéutica en cada caso.

**Palabras clave:** Fractura, estrés, atleta, lesiones, tratamiento.

### SUMMARY

*Managing stress fractures is a controversial issue today. We must always consider the cause and the factors around it, including bone vascularity and the type of training and equipment the patient uses when performing his/her physical activities. It is also important to consider the metabolic and hormonal status of the individual. Each case determines whether it is a high or a low risk fracture, which will lead us to the appropriate therapeutic choice in each case.*

**Key words:** Fracture, stress, athlete, injuries, treatment.

### INTRODUCCIÓN

Las fracturas por estrés son lesiones secundarias como resultado de carga repetitiva sobre un mismo segmento óseo, a diferencia de las fracturas por un evento traumático o fracturas por insuficiencia. Esto es porque las fracturas por estrés suceden en un hueso normal sometido a una carga anormal, mientras que las

\* Jefe de la Clínica de Pie y Tobillo Medyarthros.

\*\* Cirujano de Pie y Tobillo con práctica privada en Monterrey, Grupo Christus Muguerza.

\*\*\* *Fellow* del programa de Artroscopia y Medicina Deportiva en el Antiguo Hospital Civil de Guadalajara.

Dirección para correspondencia:  
Dr. Luis Arturo Gómez Carlín  
Av. Vallarta No. 3060,  
Col. Ladrón de Guevara, C.P. 44600,  
Guadalajara, Jalisco, México.  
Tel: (33)3615-0760, (33) 3615-0761  
Correo electrónico: luiscarlín@medyarthros.com

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/orthotips>

fracturas por insuficiencia suceden en un hueso anormal sometido a una carga normal.

Brockwell sugiere que existen factores intrínsecos y extrínsecos que pueden precipitar una fractura por estrés en el pie y tobillo. Algunos de los factores intrínsecos del pie incluyen un alto arco longitudinal interno, discrepancia en la longitud de los miembros pélvicos y un exceso de varo en el retropié. Los factores extrínsecos incluyen la actividad física con calzado o equipamiento inadecuado y, más importantemente, el incorrecto o excesivo entrenamiento físico.<sup>1</sup>

La incidencia de las fracturas por estrés es sumamente variable, de menos de 1% hasta incluso 20%; sin embargo, representan una causa importante de las lesiones en la población que realiza algún deporte, particularmente de élite. Matheson, en 370 casos de atletas con fracturas por estrés, encontró a la tibia como el hueso más frecuentemente involucrado (49.1%), seguido de los huesos del tarso (25.3%) y metatarsianos (8.8%).<sup>2</sup> Todos los huesos son susceptibles de sufrir fracturas por estrés; éstas, sin embargo, son mucho más comunes en los huesos de las extremidades de carga.

En general, las fracturas por estrés son el resultado de sobrecarga en los huesos, afectando la relación entre la formación y resorción ósea. Aumentos repentinos de actividad física sin adecuados periodos de descanso pueden provocar mayor actividad osteoclástica, lo cual aumenta la posibilidad de que se generen condiciones excesivas de carga, microtraumas y microfracturas hasta formar en conjunto una fractura por estrés.

## ETIOLOGÍA

Entre los factores intrínsecos se encuentran el estado metabólico, la estructura ósea microscópica y la vascularidad ósea, en el caso del pie y tobillo, existen áreas de particular interés, como el astrágalo, el escafoides, la base del quinto metatarsiano, la cara anterior de la tibia e incluso, el maléolo medial. Adicionalmente, la alineación anatómica es de suma importancia; como ejemplo, el varo de retropié aumenta la incidencia de fracturas de la base del quinto metatarsiano.

Entre los factores extrínsecos más comunes se encuentran el régimen de entrenamiento, el nivel de actividad física, hábitos de la dieta (en especial, la ingesta de calcio y vitamina D)<sup>3</sup> y el equipamiento e infraestructura deportiva, como el uso de calzado y las superficies de práctica respectivamente.

## DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN CLÍNICA

Este tipo de fracturas presentan a menudo un retraso diagnóstico debido al curso insidioso de días o semanas de dolor e incapacidad. Con frecuencia, el dolor es progresivo en intensidad y en ocasiones no se encuentra acompañado de un mecanismo de lesión específico, los síntomas son agravados por la actividad física y se alivian con el reposo. Es necesario buscar específicamente aumentos en el nivel de frecuencia o intensidad de la actividad física y relacionar el tipo de ejercicio con el sitio del dolor.

Hay una importante incidencia de fracturas por estrés en las mujeres. Existe en la atleta una tríada conocida predisponente para este tipo de lesiones que comprende la combinación de desórdenes alimenticios, amenorrea y osteoporosis.<sup>4</sup> Las mujeres que participan en patinaje artístico, gimnasia y las corredoras presentan con cierta frecuencia estos signos, la amenorrea y oligomenorrea son hallazgos comunes en hasta 50% de las atletas. La resultante deficiencia de los niveles de estrógeno condiciona una disminución de la densidad mineral ósea y un aumento de las fracturas por estrés. Los varones participantes en deportes de resistencia están predispuestos a fracturas por estrés debido a valores anormalmente bajos de hormonas sexuales masculinas, pudiendo disminuir hasta 25% los valores de testosterona después de dos días de actividad vigorosa, la testosterona inhibe la interleucina 6, una citocina responsable en la actividad osteoclástica; los niveles bajos de testosterona resultan en un aumento de la actividad osteoclástica y resorción ósea.<sup>5</sup>

En un estudio realizado en reclutas de la armada de EUA en el Fort Dix, Pester encontró una diferencia significativa sobre los sitios de fractura entre reclutas hombres y mujeres. Encontraron que los reclutas varones tuvieron una predominancia sobre las fracturas en metatarso (66%) y de calcáneo (20%), mientras que las reclutas mujeres tuvieron una mucho mayor incidencia en las fracturas de calcáneo y tibia (39 y 27%, respectivamente). No encontraron datos significativos que indicaran una correlación entre el peso, estatura, edad o tipo de pie con la predisposición de fractura; sin embargo, concluyeron que existe el doble de probabilidad de que una recluta mujer sufra una fractura por estrés durante la primera semana de entrenamiento que un recluta varón.<sup>6,7</sup>

Al examen físico, dos de los hallazgos más evidentes son edema y dolor al tacto en el área circundante, los cuales, en el pie y tobillo son subcutáneos; también se puede presentar dolor en los arcos de movimiento, especialmente en fracturas por estrés de zonas articulares (maléolo medial, escafoides).

Es importante evaluar la alineación en todos los planos, así como restricciones de movimiento, contracturas de tríceps sural y/o tendón de Aquiles pueden predisponer a fracturas por estrés de metatarsianos menores especialmente; un retropié en varo se asocia con lesiones de la columna lateral, como el caso de fracturas de cuboides y base del quinto metatarsiano;<sup>8</sup> valgos severos pueden afectar el peroné en su porción más distal y ocasionar fracturas trans- o infra-sindesmales, también es importante la revisión de arcos de movimiento y su asociación con dolor. Existen reportes de fracturas de maléolo medial asociadas con pinzamientos anteriores de tobillo,<sup>9,10</sup> mismas que pueden estar asociadas o no con inestabilidad, especialmente lateral.

Para establecer el diagnóstico de una fractura por estrés es imprescindible la sospecha clínica, la falta de sospecha es quizá una de las causas principales de retraso en su diagnóstico, de acuerdo con la historia clínica y los datos del examen físico. Las radiografías suelen ser normales durante las primeras semanas después del inicio de los síntomas e incluso, permanecer así por varios meses. Es frecuente pasar por alto ciertos hallazgos radiográficos e interpretarlos como normales; debe prestarse especial atención a la presencia de reacción

perióstica, esclerosis de las corticales y/o del canal medular o líneas sutiles que sugieran una fractura, especialmente en proyecciones laterales. Además, poner especial atención a factores de riesgo como malalineaciones del pie, que deben valorarse en las radiografías iniciales además del examen físico.

La gammagrafía se considera un examen de alta sensibilidad para confirmar el diagnóstico antes que la radiografía, mostrando hipercaptación en gammagrafía de tres fases con tecnecio 99.<sup>11</sup> La intensidad de la captación disminuye con el paso del tiempo y el paciente puede presentar aún síntomas; es, por tanto, efectiva en estadios iniciales; aunque no es recomendable utilizarla como método de seguimiento exclusivamente. La resonancia magnética es un método útil y más accesible en muchos medios, a diferencia de la medicina nuclear; además, tiene mayor especificidad que la gammagrafía, ayuda a distinguir entre tejidos blandos y hueso, es posible estadificar en algunos casos la lesión y, por tanto, tener mayor valor predictivo en relación con el tiempo de recuperación.<sup>12</sup>

## TRATAMIENTO

Es importante contemplar varios factores para determinar el tratamiento de una fractura por estrés, gran parte de dichas fracturas se pueden tratar mediante inmovilización y reposo, ya que son consideradas «fracturas de bajo riesgo». Debemos descartar patologías metabólicas o inclusive psicológicas en los sujetos. Young sugiere realizar un paneo metabólico que incluya calcio sérico, albúmina, fosfatasa alcalina, vitamina D sérica, así como índice de filtración glomerular para todos los pacientes. En mujeres, intencionadamente debemos descartar la tríada de la atleta femenina (anorexia, amenorrea y osteoporosis). En caso de estar presente, deberemos realizar un tratamiento multidisciplinario.<sup>13</sup>

El tratamiento no quirúrgico tiene algunas desventajas, entre ellas, mayor riesgo de retraso en la consolidación, consolidación viciosa o no unión. El tipo de pacientes que sufren estas fracturas, como ya lo hemos comentado, suelen ser deportistas de alto rendimiento o con requerimientos físicos exigentes, por lo que el tiempo de inmovilización y terapia física disminuye su rendimiento y ritmo, por lo tanto, nuestro tratamiento deberá contemplar múltiples herramientas para aumentar el índice de éxito y curación en los individuos.

## TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO

### Suplemento vitamínico

En caso de que en la batería de laboratorios encontremos algún déficit vitamínico, se sugiere iniciar un adecuado régimen alimenticio agregando calcio y vitamina D como suplementos a dosis de 1,000 mg y de 800 a 1,000 UI respectivamente. Sin embargo, en atletas de élite con requerimientos más altos, se indican de 1,200 a 1,500 mg de calcio y de 1,000 hasta 3,000 UI de vitamina D.

## Bifosfonatos

El tratamiento con bifosfonatos continúa generando polémica, Stewart estudió a cinco atletas a nivel colegial a los cuales administró pamidronato endovenoso semanal durante cinco semanas. Concluyó que cuatro de los cinco pacientes pudieron continuar entrenando dentro de una semana de terapia, mientras que el restante perdió tres semanas de entrenamiento, lo cual sugiere que el tratamiento con pamidronato podría ser de utilidad como medicamento adyuvante.<sup>14</sup>

Sin embargo, Milgrom realizó un estudio experimental con militares sometidos a entrenamiento con alto riesgo de fracturas por estrés, donde al grupo A se le administró risedronato profiláctico, mientras que al grupo B se le administró placebo. No se encontró diferencia significativa en la incidencia de fracturas por estrés en el grupo A contra el B.<sup>15</sup> Debemos también tomar en cuenta los riesgos que implica la administración de bifosfonatos, sobre todo en sujetos con fisis de crecimiento aún abiertas.

## Análogos de la hormona paratiroidea

El teriparatide (Forteo, Eli Lilly, Indianápolis), tiene un efecto similar a la molécula de la hormona paratiroidea; actúa de manera anabólica sobre la estructura ósea, lo que resulta en una mayor producción de células osteoblásticas en la médula ósea, acelera la formación de callo y, así, promueve la recuperación ósea, como se ha demostrado en múltiples estudios clínicos. Inicialmente, el teriparatide fue aprobado por la FDA como tratamiento adyuvante en fracturas patológicas y en mujeres con alto riesgo de fractura (osteoporosis o uso crónico de glucocorticoides); sin embargo, se ha encontrado relación entre el uso de teriparatide y la aparición de osteosarcoma en estudios experimentales con modelos de ratas. Se requieren más investigaciones con valor clínico de mayor contundencia para sopesar los beneficios y riesgos que estos medicamentos nos ofrecen en este tipo de fracturas.<sup>16,17</sup>

## TRATAMIENTO ALTERNATIVO

### Ultrasonido pulsado de baja intensidad

Heckman y colaboradores han propuesto el tratamiento de las fracturas por estrés (principalmente en tibia) mediante ultrasonido pulsado de baja intensidad, a través del cual suponen la estimulación de proteoglicanos y agreganos por parte del condrocito, lo cual promueve la osificación endocondral y así, la resolución de la fractura. Rue y Armstrong realizaron en 2004 un estudio en 43 pacientes con fracturas por estrés en la tibia, donde mediante doble ciego, se trataron con placebos versus ultrasonido pulsado de baja intensidad. No existió diferencia significativa en los resultados entre ambos grupos.<sup>18,19</sup>

### Ondas de choque extracorpóreo

Esta terapia se basa en la teoría de que mediante las ondas de choque, se logra un desprendimiento parcial del periostio y estimulación de las trabéculas

óseas al crear microfracturas; éstos enriquecen la vasculatura perifractoria y aumentan el índice de curación. Esto se ha demostrado en modelos animales.<sup>20</sup> Tanto Taki como Moretti y colaboradores encontraron que en las fracturas por estrés recalcitrantes de tibia tratadas mediante ondas de choque extracorpóreo, se logró una mejoría absoluta tras el fallo mediante tratamiento con inmovilización.<sup>21,22</sup>

A pesar de existir múltiples terapias para las fracturas por estrés, debemos principalmente enfocarnos al sitio anatómico y, por lo tanto, a los requerimientos de cada segmento para ofrecer un tratamiento individualizado.

#### FRACTURAS POR ESTRÉS DEL MALÉOLO TIBIAL

Fueron inicialmente descritas por Devas en 1975,<sup>23</sup> estas fracturas conforman 9% de las fracturas por estrés del pie y tobillo, clínicamente se refieren como dolor sordo y constante en la cara medial y distal de la tibia (comúnmente asociada con inflamación) y están relacionadas con la actividad física. Radiográficamente, se aprecia una pérdida de la continuidad con trazo vertical desde el maléolo tibial hasta el plafón tibial. Algunos casos suelen persistir inclusive sin manifestaciones radiográficamente francas (*Figura 1*). Dicho trazo asemeja a aquel producido por el mecanismo de supinación-aducción descrito por Lauge Hansen. Shabat y Mann realizaron una revisión literaria y presentación del caso de una joven gimnasta de élite de 15 años de edad, en donde determinaron que el tratamiento no quirúrgico ofrece buenos resultados; sin embargo, con un tiempo de curación y retorno a actividades de 6.7 meses en promedio, mientras que con tratamiento quirúrgico varía desde los dos a los ocho meses, con 4.2 meses en promedio.<sup>9</sup> Teniendo en cuenta la posibilidad de restauración anatómica y, por lo tanto, menos callo óseo, así como el fácil manejo quirúrgico, se prefiere este último como tratamiento de elección.<sup>3</sup>

#### FRACTURAS POR ESTRÉS DE PERONÉ

Detelfsen y Burrows fueron quienes describieron inicialmente este extraño tipo de fractura por estrés. Pester lo ha identificado



**Figura 1.** Fractura por estrés del maléolo medial del tobillo derecho.



**Figura 2.**

*Radiografía que demuestra el ensanchamiento cortical y esclerosis a nivel transindesmal del peroné.*

como 1% de las fracturas por estrés en miembros inferiores de reclutas estadounidenses (*Figura 2*).<sup>6</sup> Se manifiesta clínicamente con dolor abrupto en la cara lateral del tobillo, el cual usualmente inicia a los primeros 10 días del incremento de actividad física (primeras semanas de entrenamiento en reclutas).

La información bibliográfica y el reporte de casos son muy escasos para este tipo de fracturas; sin embargo, contamos con el caso de una paciente de 29 años de edad, quien cursa con diagnóstico de dismorfia; sin competir a nivel profesional, entrena aproximadamente seis horas al día, siete días a la semana, levantamiento de pesas y trote especialmente. Es traída a la consulta por su cónyuge, quien refiere que a pesar del dolor y edema del tobillo derecho, la mujer no deja de entrenar. Después de la evidencia clínica y radiográfica, la enferma se niega a recibir tratamiento, quirúrgico o conservador, ya que esto implicaría reposo, el cual no está dispuesta a llevar a cabo. Como tratamiento de elección se sugiere el uso de una férula neumática para pierna o férula walker por seis a ocho semanas, con reporte de excelentes resultados.<sup>24</sup>

#### FRACTURA POR ESTRÉS DE ESCAFOIDES TARSAL

El escafoides es muy susceptible a fracturas por estrés a causa de sus propiedades biomecánicas y peculiar vascularidad, siendo el tercio proximal la zona que recibe mayor sollicitación y cizallamiento. Es difícil diagnosticar dicha fractura por estrés; sin embargo, es importante tener siempre la sospecha de este diagnóstico en atletas con dolor crónico en el denominado «punto N», descrito por Khan (en el tercio medio del navicular o escafoides).<sup>25</sup> El tratamiento dependerá del trazo de fractura y del desplazamiento del mismo. El manejo no quirúrgico se limita a las fracturas no desplazadas y consiste en inmovilización, estricta restricción de apoyo por seis a ocho semanas y descarga paulatina del peso, lo cual en un atleta profesional

costaría mucho tiempo y pérdida de condición física. Existe el manejo quirúrgico con resultados excelentes, el cual puede realizarse mediante la fijación percutánea en fracturas no desplazadas. Son necesarias, en fracturas desplazadas o con bordes esclerosos, la reducción y fijación abierta más el aporte de injerto óseo (Figura 3).

#### FRACTURAS POR ESTRÉS DEL CALCÁNEO

Son las fracturas por estrés más frecuentes del tarso (Figura 4). Son descritas en hasta 21% de todas las fracturas por estrés, dicha fractura ha sido descrita

en múltiples ocasiones, principalmente en reclutas durante sus primeras semanas de entrenamiento. Laughlin reportó que 77% de las fracturas por estrés del calcáneo son en hueso esponjoso, mientras que 23% son en hueso cortical.

Esto concuerda con la progresión natural de la lesión, inicialmente con microfracturas por el choque de talón intenso y repetitivo en la marcha de los reclutas, el cual continúa hasta completarse en el hueso cortical. Como ha sido antes mencionado, existen factores físicos predisponentes para sufrir esta lesión, entre los que se encuen-



**Figura 3.** Fijación abierta de fractura por estrés en escafoides tarsal.



**Figura 4.**

Fractura por estrés de calcáneo. Radiografía con dudosos datos de fractura, que se confirma francamente con RMN.

tran el pie cavo, segundo metatarso prominente (pie de Morton) y en pies con metatarso aducto.

Estas fracturas, en su gran mayoría, no suelen desplazarse, por lo que su tratamiento es conservador. La mejor guía de manejo es la sintomatología, ya que con la inmovilización y reposo, el paciente suele mejorar importantemente. La inflamación suele ceder a las dos semanas y el individuo se reincorpora a sus actividades aproximadamente ocho semanas después de iniciado el tratamiento.

Los atletas de alto rendimiento podrán continuar con actividades de mantenimiento físico sin carga axial, como natación o bicicleta fija después de las tres semanas iniciales.



"Morris Dance"

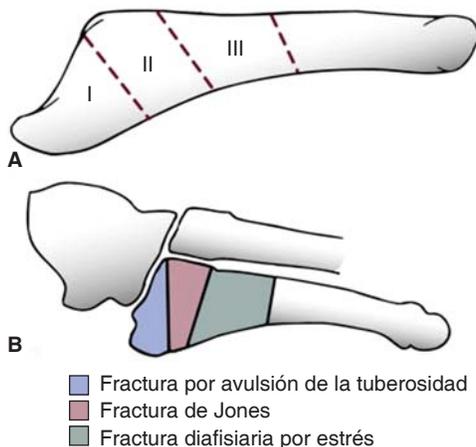
Sir Robert Jones

**Figura 5.** Representación de la Danza de Morris (Morris Dance) y en recuadro inferior de la derecha Sir Robert Jones

#### FRACTURA POR ESTRÉS DEL QUINTO METATARSO

Históricamente, la fractura de la base del quinto metatarso fue descrita por el cirujano Sir Robert Jones, el cual sufrió dicha fractura mientras ejecutaba el «Morris Dance», danza típica inglesa que implica alto impacto (*Figura 5*). Él y tres sujetos más llevaron tratamiento no quirúrgico con buen resultado. Sin embargo, en la actualidad sabemos que dependerá de la zona de fractura y la evolución de la misma el tipo de tratamiento que podamos ofrecer a nuestro paciente.

En 1993, Lawrence y Botte presentaron una clasificación morfológica en la cual se describen tres diferentes zonas (*Figura 6*), bajo la atinada premisa de que cada una de las zonas presenta diferente función y, por lo tanto, características distintas.<sup>26</sup> La zona I comprende la tuberosidad proximal, la cual está ricamente vascularizada y en su mayoría compuesta por hueso esponjoso; la fractura en esta zona es dada



**Figura 6.** Esquema de la clasificación de Botte de las tres zonas del quinto metatarso.

por avulsión de la banda lateral de la fascia plantar y no por la inserción del peroneus brevis, como antes se suponía. La zona II comprende la unión metafisio-diafisaria, la cual es la zona de articulación con el cuarto metatarso. Ésta es la verdadera fractura de Jones. Finalmente, la zona III, la cual es distal a los ligamentos intermetatarsales del cuarto y quinto; a este nivel, la estructura ósea es en su mayoría cortical y es la zona que comúnmente sufre fractura por estrés.

El tratamiento podrá ser conservador, como lo exponen Torg y colaboradores en su estudio, en el cual se incluyeron 15 casos de fractura aguda, no desplazada, en la diáfisis y en la región metafisiodiafisaria (actualmente zona II y III), que fueron tratados con bota de yeso por seis a ocho semanas. Concluyeron que 14 pacientes consolidaron adecuadamente a las 6.5 semanas, mientras que un individuo presentó datos de no unión, por lo que se trató quirúrgicamente. Sin embargo, en sujetos con alta demanda física, en zona I, con fractura con leve desplazamiento o esclerosis en sus márgenes, deberá ser tratada quirúrgicamente. El tratamiento no quirúrgico con inmovilización prolongada podría ser catastrófico en un atleta, quien aún corre riesgo de no unión y mayor tiempo de inmovilización tras su manejo quirúrgico.

Se han propuesto múltiples implantes en el tratamiento quirúrgico; sin embargo, Porter reportó un estudio con casos consecutivos de 23 atletas tratados con fijación interna utilizando tornillos canulados de 4.5 mm; concluyó que 100% de los pacientes regresaron a sus actividades deportivas en un promedio de 7.5 semanas.<sup>27</sup>

## BIBLIOGRAFÍA

1. Brockwell J, Yeung Y, Griffith JF. Stress fractures of the foot and ankle. *Sports Med Arthrosc.* 2009; 17 (3): 149-159.
2. Matheson GO, Clement DB, McKenzie DC, Taunton JE, Lloyd-Smith DR, MacIntyre JG. Stress fractures in athletes. A study of 320 cases. *Am J Sports Med.* 1987; 15: 46-58.
3. McCabe MP, Smyth MP, Richardson DR. Current concept review: vitamin D and stress fractures. *Foot Ankle Int.* 2012; 33 (6): 526-533.
4. Barrow GW, Saha S. Menstrual irregularity and stress fractures in collegiate female distance runners. *Am J Sports Med.* 1988; 16: 209-216.
5. Voss LA, Fadale PD, Hulstyn MJ. Exercise-induced loss of bone density in athletes. *J Am Acad Orthop Surg.* 1998; 6: 349-357.
6. Pester S, Smith P. Stress fractures in the lower extremities of soldiers in basic training. *Orthop Rev.* 1995; 21: 297-303.
7. Greaney RB, Gerber FH, Laughlin RL, Kmet JP, Metz CD, Kilcheski TS, et al. Distribution and natural history of stress fractures in US Marine recruits. *Radiology.* 1983; 146: 339-346.
8. Lee KT, Kim KC, Park YU, Kim TW, Lee YK. Radiographic evaluation of foot structure following fifth metatarsal stress fracture. *Foot Ankle Int.* 2011; 32 (8): 796-801.
9. Shabat S, Sampson KB, Mann G, Gepstein R, Eliakim A, Shenkman Z, et al. Stress fractures of the medial malleolus —review of the literature and report of a 15-year-old elite gymnast. *Foot Ankle Int.* 2002; 23 (7): 647-650.
10. Shelbourne KD, Fisher DA, Rettig AC, McCarroll JR. Stress fractures of the medial malleolus. *Am J Sports Med.* 1988; 16 (1): 60-63.
11. Prather JL, Nusynowitz ML, Snowdy HA, Hughes AD, McCartney WH, Bagg RJ. Scintigraphic findings in stress fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 1977; 59: 869-874.
12. Shin AY, Gillingham BL. Fatigue fractures of the femoral neck in athletes. *J Am Acad Orthop Surg.* 1997; 5: 293-302.
13. Young AJ, McAllister DR. Evaluation and treatment of tibial stress fractures. *Clin Sports Med.* 2006; 25 (1): 117-128.

14. Stewart GW, Brunet ME, Manning MR, Davis FA. Treatment of stress fractures in athletes with intravenous pamidronate. *Clin J Sport Med.* 2005; 15 (2): 92-94.
15. Milgrom C, Finestone A, Novack V, Pereg D, Goldich Y, Kreiss Y, et al. The effect of prophylactic treatment with risedronate on stress fracture incidence among infantry recruits. *Bone.* 2004; 35 (2): 418-424.
16. Andreassen TT, Ejersted C, Oxlund H. Intermittent parathyroid hormone (1-34) treatment increases callus formation and mechanical strength of healing rat fractures. *J Bone Miner Res.* 1999; 14 (6): 960-968.
17. Holzer G, Majeska RJ, Lundy MW, Hartke JR, Einhorn TA. Parathyroid hormone enhances fracture healing: A preliminary report. *Clin Orthop Relat Res.* 1999; 366 (366): 258-263.
18. Rue JP, Armstrong DW III, Frassica FJ, Deafenbaugh M, Wilckens JH. The effect of pulsed ultrasound in the treatment of tibial stress fractures. *Orthopedics.* 2004; 27 (11): 1192-1195.
19. Heckman JD, Ryaby JP, McCabe J, Frey JJ, Kilcoyne RF. Acceleration of tibial fracture healing by non-invasive low intensity pulsed ultrasound. *J Bone Joint Surg Am.* 1994; 76 (1): 26-34.
20. Johannes EJ, Kaulesar-Sukul DM, Matura E. High-energy shock waves for the treatment of nonunions: an experiment on dogs. *J Surg Res.* 1994; 57 (2): 246-252.
21. Moretti B, Notarnicola A, Garofalo R. Shock waves in the treatment of stress fractures. *Ultrasound Med Biol.* 2009; 35: 1042-1049.
22. Taki M, Iwata O, Shiono M, Kimura M, Takagishi K. Extracorporeal shock wave therapy for resistant stress fracture in athletes: a report of 5 cases. *Am J Sports Med.* 2007; 35: 1188-1192.
23. Devas M. Stress fractures of the tibia in athletes or "shin soreness". *J Bone Joint Surg Br.* 1958; 40: 227-239.
24. Whitelaw GP, Wetzler MJ, Levy AS, Segal D, Bissonnette K. A pneumatic leg brace for the treatment of tibial stress fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1991; (270): 301-305.
25. Khan KM, Fuller PJ, Brukner PD, Kearney C, Burry HC. Outcome of conservative and surgical management of navicular stress fracture in athletes: 86 cases proven with computerized tomography. *Am J Sports Med.* 1992; 20: 657-666.
26. Lawrence S, Botte M. Jones' fractures and related fractures of the proximal fifth metatarsal. *Foot Ankle.* 1993; 14: 358-365.
27. Porter DA, Duncan M, Meyer SJ. Fifth metatarsal Jones fracture fixation with a 4.5-mm cannulated stainless steel screw in the competitive and recreational athlete: a clinical and radiographic evaluation. *Am J Sports Med.* 2005; 33 (5): 726-733.