

Fracturas por fatiga durante el adiestramiento básico militar en cadetes de las escuelas militares de México

Mayor M.C. Fernando Gpe. García Jasso,* Tte. Cor. M.C. Rafael Martínez Pérez,** Mayor M.C. José L. González Peña,***
Cor. M.C. Enrique Turrubiates Cruz****

Heróico Colegio Militar; 2do Batallón de Infantería. Hospital Central Militar. Ciudad de México

RESUMEN. Las fracturas por fatiga se describieron hace 137 años, en el Ejército Prusiano. Su diagnóstico es en base a una adecuada anamnesis clínica y su comprobación con gammagrama óseo. Se presentaron 34 reclutas del adiestramiento básico de Infantería. Los huesos más afectados, en orden decreciente fueron la tibia, el fémur, el peroné, el calcáneo y los metatarsianos. Se consideraron en este estudio la edad, el peso, la talla, la longitud de la extremidad inferior dominante, la longitud tibial y la distancia intercondílea tibial. Esta última fue significativa, ($p < 0.05$). La extremidad inferior derecha fue la dominante, no existiendo relación clara de ésta con la incidencia por extremidad afectada. Además se utilizó un sistema de clasificación para el gammagrama óseo, por grados, por la captación del fármaco en la zona lesionada; y permite sugerir el periodo de reposo, que es el tratamiento de elección. Algunos aspectos de la biomecánica implícita en el desarrollo de las fracturas por fatiga se discuten en este trabajo.

Palabras clave: fractura, fatiga, gammagrama, adiestramiento militar.

Las fracturas por fatiga fueron descritas por primera vez en 1855, en soldados prusianos;^{5,19} y fueron confirmadas radiológicamente por Stechow en 1897. Durante el ejercicio y en el entrenamiento militar el hueso es sujeto a grandes fuerzas mecánicas.^{16,17} Si estas fuerzas de tensión son continuas, repetidas y de gran magnitud, la consecuencia es una sobrecarga clínica del sistema trabecular de la cortical de un hueso normal. Estas sobrecargas producirán una fractura por fatiga (FF) cuyos sinónimos son: por tensión, o marcha, uso excesivo, enfermedad del soldado. Y ocurre bajo condi-

SUMMARY. Stress fractures were first described 137 years ago in the Prussian Army. Diagnosis is made by accurate clinical analysis and bone scintigraphy. A group of 34 military recruits were evaluated during their first basic-training course. The most common bone involved was the tibia, followed by femur, fibula, calcaneous and metatarsal bones. We studied age, height, weight, dominant leg, length, tibial length and medial tibial intercondylar distance which was identified with a statistically significant relationship ($p < 0.05$). Dominant leg was right, without relationship of incidence for leg lesions. Moreover, a system for classification of bone scintigraphic findings for severity of stress fractures was complete. Treatment included rest. Response was assessed by scintigraphy. Some biomechanic aspects for the development of stress fractures are discussed in this work.

Key words: stress, fracture, gammagraphy, military training

ciones de actividad física progresiva y acelerada, en individuos no adaptados a jornadas diarias intensas de trabajo y ejercicio físico, en las fuerzas armadas y en deportistas de alto rendimiento.^{6,27}

Está bien definido que esta fractura no es una solución de continuidad, como se observa en las lesiones traumáticas del hueso. Su desarrollo es gradual en un periodo de días a semanas. Una vez que se ha lesionado la cortical ósea y el hueso está en reposo, responde con una formación osteoblástica. Si se continúa con la actividad física intensa, ésta conducirá a continuas tensiones y reabsorción ósea, cuya evolución natural es a microfracturas de la cortical y fracturas completas.^{12,13,15,16,25,28}

Muchos factores se han relacionado con la morbilidad de las FF, éstas incluyen: la raza, sexo, diámetro mayor de la tibia, rotación externa de la cadera, talla y peso, hábito corporal. El ejército de Israel ha reportado su experiencia y éstas han sido aceptadas por Organos Internacionales de Medicina Militar.^{2,6,8-10,21}

A causa de la presencia y en algunos casos por la falta de su reconocimiento como entidad clínica, en los reclutas del Heroico Colegio Militar de México y de las Escuelas Militares durante el Curso de Adiestramiento Básico Individual, se consideraron algunas variables relacionadas con este padecimiento.

* Médico Adscrito Enf. Hco. Col. Militar. México, D.F.

** Jefe de Traumatología y Ortopedia. Enf. Hco. Col. Militar. México, D.F.

*** Cmte. Ptn. Sand. 2/o. Btn. Inf. México, D.F.

**** Jefe de Medicina Nuclear. Hospital Central Militar. México, D.F.

Correspondencia:

Mayor M.C. Fernando Gpe. García Jasso
Hospital Central Militar. Departamento de Pediatría
Apdo. Postal 35-510 Lomas de Sotelo México, D.F.
Tel. 557-31-00

Material y métodos

De septiembre a diciembre de 1993, fueron evaluados 31 reclutas masculinos y 3 femeninos que acudieron a consulta por dolor de una o dos, de las extremidades inferiores, que apareció en general, a partir de la tercera semana de entrenamiento. El sitio, bien localizado, y doloroso a la palpación digital y manual; con un área de hipertrofia sobre la superficie ósea (no muscular), las más de las veces visible en la piel, acompañado de impotencia funcional para la marcha mínima, moderada o total determinado por dolor.

Los grupos de entrenamiento estaban constituidos por personal entre 14 y 23 años, integrados por reclutas de ambos sexos. Todos se entrenaron en la misma área; el plan de entrenamiento fue igual para todos.

Los grupos control para la relación estadística lo constituyen reclutas de estos grupos de entrenamiento sin evidencia clínica de lesiones o fracturas traumáticas.

En este estudio prospectivo, transversal y de observación, se relacionaron las variables numéricas mediante la prueba *t* de Student. La población control se seleccionó por el método de muestreo aleatorio simple, para que los elementos de la muestra fueran independientes entre sí. Para la relación de variables nominales se aplicó la prueba de *Xi* cuadrada.

Se evaluaron y relacionaron los siguientes datos:

a) Edad.

b) Peso: se realizó con el individuo en traje de baño alrededor de las 13:00 horas, con una báscula para personas con capacidad de 140 kg y exactitud de 100 g., marca Torino.

c) Talla: con un estadímetro de pared de 2,000 mm con exactitud de 10 mm.

d) Longitud de la extremidad inferior dominante (L.E.I.D.): con el recluta en decúbito dorsal se midió desde la espina iliaca anterosuperior hasta el maléolo medial.

e) Longitud tibial (L.T.): es hecha de la línea media de la rodilla al borde de la superficie articular inferior de las tibia sobre la línea media de la pierna.

f) Distancia entre los cóndilos tibiales mediales (D.I.T.): con el recluta en la posición de firmes se consideró la distancia entre los cóndilos tibiales, con un compás, asignándo-

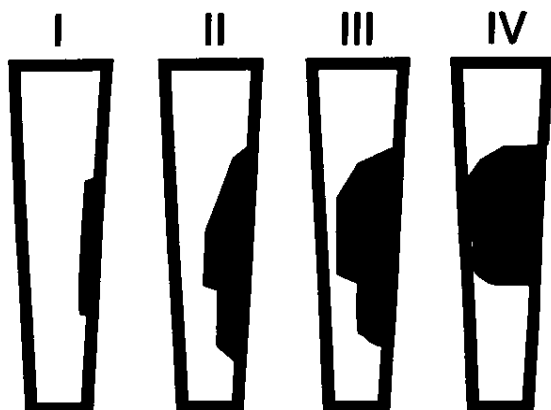


Figura 1. Esquema utilizado para la clasificación de las FF según la dimensión de la lesión, extensión y acumulación del isótopo Tec 99.

Cuadro 1. Características físicas de los individuos con FF y los controles (C)

	Edad (años)		Peso (kg)		Talla (cm)	
	FF	C	FF	C	FF	C
n	34	30	34	30	34	30
Media	16.67	17.3	61.43	61.7	170	167.93
D.S.	1.90	1.83	6.79	5.82	6.66	12.60
Máximo	21	21	74	81	181	188
Mínimo	14	15	49	45	155	154

$p > 0.05$

les un valor positivo cuando las rodillas se encontraban separadas; valor de cero cuando se tocaban; y negativo cuando se transponían o cabalgaban midiendo la distancia entre los maléolos mediales.

g) Extremidad inferior dominante: se preguntó con qué pie patea una pelota de fútbol.

h) Gammagrama óseo: mediante la aplicación endovenosa de pirofosfatos marcados con Tecnecio 99 (Tc^{99}) se realizó rastreo óseo. La interpretación y clasificación se desarrolló y dividió en cuatro grados de acuerdo a la dimensión de la lesión, por su extensión en el hueso y la acumulación del isótopo empleado:¹⁶

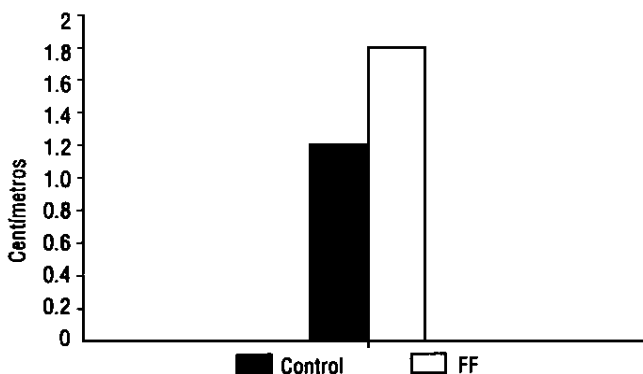


Figura 2. Distancia entre los cóndilos tibiales (DIT). $p < 0.05$

Cuadro 2. Longitud de la extremidad inferior dominante, longitud tibial y distancia intercondilea tibial (L.E.D., L.T., D.I.T.)

	L.E.D. (cm)		L.T. (cm)		*D.I.T. (cm)	
	FF	C	FF	C	FF	C
Media	89.44	88	39.19	39.2	1.84	1.18
D.S.	4.8	7.96	2.22	4.8	1.31	1.25
Máximo	99	103	42.5	45.5	3.07	3.7
Mínimo	81	78	34	34	-1.4	-1

$p > 0.05$

* $p < 0.05$

Fracturas por fatiga durante el adiestramiento básico militar

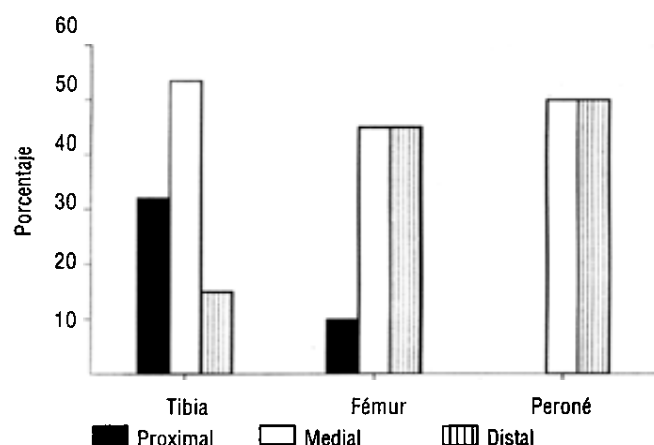


Figura 3. Distribución de frecuencia de FF según hueso largo y localización clínica.

Cuadro 3. Distribución de frecuencia de FF según localización clínica

Hueso	Región	Derecha	Izquierda	Total	%
Tibia	Proximal	7	4	11	32.35
	Medial	8	10	18	52.94
	Distal	2	3	5	14.71
	Total	17 (50%)	17 (50%)	34	
Fémur	Proximal	—	1	1	9.1
	Medial	4	1	5	45.45
	Distal	4	1	5	45.45
	Total	8 (62.5%)	3 (37.5%)	11	
Peroné	Proximal	—	—	—	—
	Medial	1	—	1	—
	Distal	1	—	1	—
	Total	2	—	2	—
Calcáneo		3	—	3	—
Metatarsiano		1	—	1	—
Total por extremidad		31 (60.79%)	20 (39.21%)	51	

Grado I: lesión poco definida, pequeña, con leve actividad en la región cortical.

Grado II: lesión bien definida, más grande que I, moderada y actividad cortical incrementada.

Grado III: lesión amplia fusiforme con alta actividad de la región cortical y medular.

Grado IV: lesión extensa, con intensa actividad de la región transcórtico-medular (*Figura 1*).

Resultados

El total de reclutas en entrenamiento era de 1,505 masculinos y 272 femeninos. La incidencia de FF en pacientes sintomáticos que acudieron a consulta correspondió a 2.05% y 1.9% respectivamente.

La población masculina en este estudio fue de 31 (91.17%) y la femenina de 3 (8.82%).

Los valores promedio que se relacionaron, de las características de los individuos se anotan en el *cuadro 1*. La media

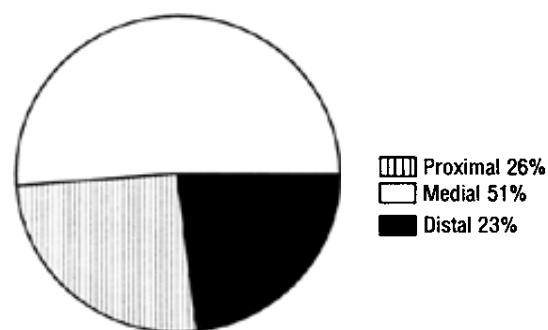


Figura 4. Distribución de frecuencia de FF según segmento de hueso.

Cuadro 4. Distribución de frecuencia de la topografía clínica de los huesos largo con FF

Segmento	No.	%
Proximal	12	25.53
Medial	24	51.06
Distal	11	23.41
Total	47	100

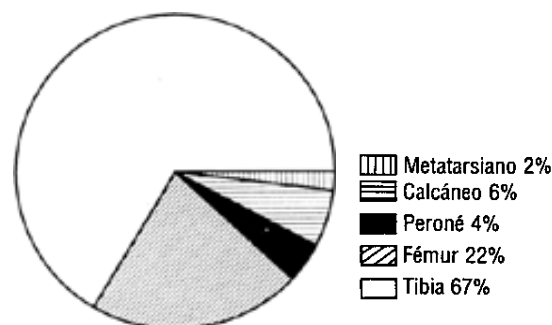


Figura 5. Distribución de frecuencia de FF según segmento de hueso.

Cuadro 5. Distribución porcentual según hueso afectado.

Hueso	No.	%
Tibia	34	66.66
Fémur	11	21.56
Peroné	2	3.92
Calcáneo	3	5.85
Metatarsiano	1	1.96
Total	51	100

para la edad fue de 16.67 ± 1.90 años de edad; el peso de 61.43 ± 6.79 kilogramos; la talla de 1.70 ± 6.66 cm; la longitud de las extremidades de 89.44 ± 4.8 cm; éstos no fueron significativos de relación con los controles ($p > 0.05$).

Sin embargo, la distancia intercondílea tibial fue de 1.84 ± 1.31 cm contra el control de 1.18 ± 1.25 cm, diferencia significativa ($p < 0.05$) (*Cuadro 2* y *Figura 2*).

La localización clínica de las FF se concentra en el *cuadro 3* y *figura 3*. La extremidad inferior derecha presentó

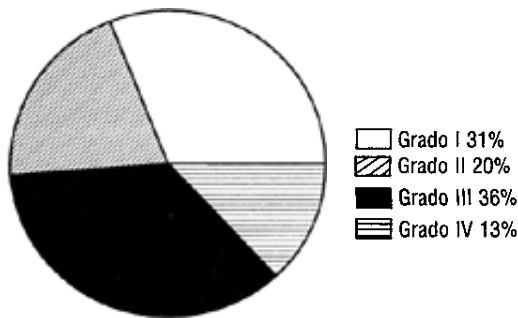


Figura 6. Distribución porcentual según captación de fármaco en el gammagrama óseo.

Cuadro 6. Distribución de frecuencia por clasificación de las FF por gammagrama óseo para huesos largos

Grado	Tibia		Fémur		Peroné		Total	%
	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.		
Grado I	5	5	3	1	—	—	14	31.1
Grado II	5	1	—	1	2	—	9	20
Grado III	4	10	2	—	—	—	16	35.56
Grado IV	2	2	1	1	—	—	6	13.34
Total	16	18	6	3	2		45	
%	35.5	40	13.33	6.66	4.44			

un total de 31 fracturas (60.79%) y la izquierda 20 (39.21%). En relación a su topografía (*Cuadro 4* y *figura 4*), considerando ambas extremidades, el segmento de huesos largos más afectado (tibia, fémur y peroné) fue el medial con 24 (51.06%), el proximal 12 (25.53%) y el distal 11 (23.41%).

Su distribución por hueso afectado (*Cuadro 5* y *Figura 5*), fue para la tibia de 34 (66.66%), el fémur 11 (21.56%), el peroné 2 (3.92%), el calcáneo 3 (5.85%); y un metatarsiano (1.96%).

La interpretación y clasificación por los hallazgos en la gammagrafía ósea fue, en relación con focos hipercaptantes de fármaco, para la tibia derecha 16 (35.5%), e izquierda 18 (40%); el fémur derecho 6 (13.33%) y 3 (6.66%) del izquierdo; y para el peroné derecho 4.

Las de calcáneo fueron 4 en total, 3 detectadas por clínica y una incidental por gammagrama óseo.

La evolución de la reacción osteoblástica como se ve en la gammagrafía fue de 14 (31.1%) imágenes grado I; 9 (20%) grado II; 16 (35.56%) grado III; y 6 (13.34%) grado IV (*Cuadro 6* y *Figura 6*).

La valoración con el gammagrama reportó coexistencia de fracturas en ambas tibias en 4 sujetos; uno con fractura de tibia derecha y fémur izquierdo; uno en ambas tibias y en fémur; uno con fractura en ambas tibias; fémur y calcáneo derechos.

La extremidad inferior dominante fue la derecha en 33

(97.05%) y la izquierda en uno (2.94%), estadísticamente no significativo ($p < 0.05$).

Discusión

Las fracturas por fatiga y su concepción fisiopatológica ha cambiado en este siglo y los términos con los que se ha descrito, reflejan un desarrollo progresivo de lesión ósea. Que no significa pérdida de continuidad, sino una aceleración compensatoria de la remodelación de la cortical del hueso, a las fuerzas de tensión.^{13,24,28,29}

Las fracturas por fatiga se presentan con mayor frecuencia en los reclutas de entrenamiento militar básico. Nuestra prevalencia fue mayor en hombres que en mujeres quizá debido a que éstas realizan su actividad de educación física no encuadradas con personal de un mismo nivel de entrenamiento y la proporción de ejercicio es gradual entre ellas y su umbral al dolor es más alto.^{12,21,25}

Los hombres ejecutan rutinas habituales con personal ya entrenado y esto significaría un esfuerzo adicional por alcanzar su nivel de entrenamiento y resistencia física. Así, para ambos, el incremento en el ejercicio causa fatiga muscular y alteración en el patrón de marcha o de carrera, disminuye la absorción del esfuerzo, la cual es una función muscular.

Como la compensación del esfuerzo disminuye, ocurre una alteración en la distribución de cargas, provocando una sobrecarga compresiva y un aumento en las fuerzas de tensión sobre el hueso, porque el hueso es más débil en tensión que en compresión.^{3,7,22,29} Este aumento de tensión se podría relacionar con el varo, la longitud tibial y la extremidad dominante. En este estudio, la distancia intercondílea tuvo variación significativa ($p < 0.05$) y la LT fue constante. Finestone y cols., reportan como factor de riesgo, una menor LT en individuos con FF que los controles.⁶ Nosotros no encontramos esta relación de LT.

La edad, el peso, la talla y la longitud de las extremidades inferiores parecen no relacionarse con el padecimiento ($p > 0.05$), y es similar a otros estudios.^{1,6,18}

La distribución anatómica de FF, en orden decreciente de frecuencia, fue la tibia, el fémur, el peroné, el calcáneo y los metatarsianos; y los segmentos de huesos largos, el medial, proximal y distal, semejante a la comunicada por varios autores.^{2,12,13,28} Y las diferentes poblaciones (atletas, bailarines) tienen variantes de distribución ósea relacionada con su tensión biomecánica de trabajo.^{11,19-21,23,26}

La hipertrofia ósea es palpable y visible en la cara anteropomedial de la tibia, no existiendo duda diagnóstica. No sucede así con el fémur y peroné porque el dolor no es definido y se puede confundir con lesiones musculares o tendinosas,¹⁶ por esto pueden las FF pasar desapercibidas; o evolucionen hasta una fractura completa.¹⁴

Los huesos del tarso y metatarso son menos invalidantes y se recuperan en menos tiempo (dos semanas).²⁷

Los auxiliares diagnósticos incluyen radiografías y gammagrama óseo o ambos. En este estudio no se correlacionó la especificidad-sensibilidad de radiografías vs gammagrama

óseo, porque la segunda tiene alta sensibilidad. Y las radiografías presentan cambios desde 2 a 12 semanas después del gammagrama positivo.^{22,25-27}

La clasificación por gammagrama óseo es cuantitativa y representa la evolución dinámica de un proceso de reacción ósea a la lesión en la región de periostio y cortical del hueso y permite la detección de lesiones asintomáticas.²⁷

Las proporciones de 33.56% para el grado III y 31.1% para el grado I tienen relación de dos formas: la primera que las FF grado III se diagnosticaron con conocimiento aún no bien definido sobre esta patología; y la segunda, que a partir de la adecuada definición de los parámetros clínicos entre el personal médico, se reconoció de manera temprana, y su efecto final es un balance porcentual semejante.

Esto tiene importancia porque el tratamiento es de reposo: para el grado I y II de 3 a 4 semanas; grado III y IV de 4 a 6 semanas; en sus modalidades de absoluto o relativo; más 10 días adicionales para las de fémur; con analgésicos no esteroideos en caso necesario; incorporándose a sus actividades hasta que el dolor haya desaparecido.²⁷

Hubo dos casos en que el gammagrama fue normal (se excluyeron del estudio), y que se clasificaron como lesiones de tejidos blandos (fascias, músculos, tendones), padecimientos con los que se debe hacer diagnóstico diferencial.²⁴

No se encontró una relación clara entre extremidad inferior derecha dominante y la incidencia en el total de fracturas, derechas e izquierdas. Además la extremidad dominante no incrementa la incidencia de FF.⁶

Este estudio es el primero en nuestro medio y consideramos que ha de marcar la línea de protocolización que amerita este padecimiento, ya que también se ha presentado en individuos que inician el entrenamiento básico de paracaidismo, con jornadas de ejercicio diario hasta de 8 horas, durante 6 a 8 semanas. Estas observaciones orientan a que su incidencia aumenta en cualquier periodo de adiestramiento básico militar en sus diferentes modalidades.

Sugerimos que el entrenamiento se divida por grupos con un mismo nivel de capacidad física. Para esto se puede ajustar la prueba de la milla de Cooper, a la ciudad de México.⁴

Consideramos que la relación de probables factores de riesgo constitucionales que se podrán determinar en próximos trabajos, serán aplicables a nuestra población mexicana, inclusive en deportistas militares de alto rendimiento.

La tibia es un hueso subcutáneo en su cara anteromedial donde se hace evidente la lesión; el fémur cubierto por potentes músculos; el calcáneo y metatarsianos, como huesos de apoyo; a todo esto sus características biomecánicas implícitas en la patogénesis de las fracturas por fatiga están aún por inferirse.

Bibliografía

1. Devas M (Ed). Stress fractures. Edinburgh, Churchill Livingstone 1975.
2. Mann RA, Hagy JJ. The initiation of gait. *J Bone Joint Surg* 1979;61A:232-239.
3. Lanyon LE, Hampson HGW. Bone deformation recorded in vivo from strain gauges attached to the human tibial shaft. *Acta Orthop Scand* 1975;46:256-268.
4. Tzila ZS, Elkanovitch R. Interpretation and clasificación of bone scintigraphic findings in stress fractures. *J Nucl Med* 1987;28:452-457.
5. Finestone A, Shlamkovitch N. Risk factors for stress fractures among israeli infantry recruits. *Milit Med* 1991;156(10):528-530.
6. Brudvig TJ, Gudger TD. Stress fractures in 295 trainees: a one year study of incidence as related to age, sex and race. *Milit Med* 1983;148:666-667.
7. Protzman RR, Griffiths CG. Stress fractures in men and women undergoing military training. *J Bone Joint Surg* 1977;59A:825.
8. Giladi M, Milgrom C. Stress fractures and tibial width. A risk factor. *J Bone Joint Surg* 1987;69B:326-329.
9. Giladi M, Milgrom C. External rotation of the hip. A predictor of risk for stress fractures. *Clin Orthop* 1987;216:131-134.
10. Giladi M, Milgrom C. The low arch, a protective factor in stress fractures. A prospective study of 295 military recruits. *Orthop Rev* 1985;14:81-84.
11. Gilbert RS, Jhonson HA. Stress fractures in military recruits. A review of twelve years experience. *Milit Med* 1968;131:716-721.
12. Hallel T, Amit S. Fatigue fractures of tibial and femoral shaft in soldiers. *Clin Orthop* 1976;118:35-43.
13. Wilson ES Jr, Katz FN. Stress fracture: an analysis of 250 consecutive cases. *Radiology* 1969;92:481-486.
14. Sweet DE, Allman RM. Stress fracture RPC of the month from the AFIP. *Radiology*. 1971;99:687-693.
15. Jhonson LC, Stadford HT. Histogenesis of stress fracture. *J Bone Joint Surg* 1963;45:1542.
16. Slocum DB. The shin splint syndrome. Medical aspects and differential diagnosis. *Am J Surg* 1967;114:875-881.
17. Colt EWD, Spyropoulos E. Running and stress fractures. *Brit Med J* 1979;706.
18. Roswang D. Fracturas por fatigas en los deportistas. *Tribuna Médica* 1984;36.
19. Yager MC, Elliso AE. Diagnóstico y manejo de las fracturas por fatiga. *Reumatol Pract* 1980;4:15.
20. Giladi M, Ahronson Z. Unusual distribution and onset of stress fractures in soldiers. *Clin Orthop* 1985;192:142-146.
21. Milgrom C, Giladi M. Stress fractures in military recruits. A prospective study showing and unusually high incidence. *J Bone Joint Surg* 1985;67B:732-735.
22. Anglen JO, Healy WL. Tibial plateau fractures. *Orthopedics* 1988;11:1527-34.
23. Hallel T, Amit S. Fatigue fractures of tibial shaft in soldiers. *Clin Orthop* 1976;118:35-43.
24. Wilcox JR Jr, Moniot AL. Bone scanning in the evaluation of exercise related stress injuries. *Radiology* 1977;123:699-703.
25. Prather JL, Nusynowitz ML. Scintigraphic findings in stress fractures. *J Bone Joint Surg* 1977;59:869-874.
26. Roub LW, Gumerman LW. Bone stress: a radionuclide imaging prospective. *Radiology* 1979;132:431-438.
27. Neuman KOA, Elfving S. Stress fractures in soldiers: a multifocal bone disorder. *Radiology* 1980;134:483-487.
28. Giladi MM. Stress fractures in military recruits. A prospective study evaluation the incidence, clinical presentation and possible risk factors. *Med Corp International* 1988;3:21-28.
29. Cortés CLF, Ramírez GMD. Adaptación de la prueba de la milla de Cooper para estudiantes en la ciudad de México. *Gac Med Mex* 1992;128(2):139-142.