

Artículo original

doi: 10.35366/101862

Fracturas de cadera por estrés en hombres en entrenamiento militar

*Stress hip fractures in men in military training*Hernández-Téllez IE,* García-Andino JR,† Sáenz-Guerra J,§ Ruvalcaba-Luna O[¶]

Hospital Central Militar.

RESUMEN. Introducción: Las fracturas por estrés son lesiones comunes en la población militar, inician con la imposición de esfuerzo repetitivo y excesivo al hueso. Esto conduce a la aceleración de la remodelación del hueso, la producción de microfracturas. La incidencia durante su entrenamiento básico de combate es de 0.8 a 5.1% para hombres comparado contra 1.1 a 18% entre mujeres. Presentamos una serie de fracturas por estrés de cadera en jóvenes militares masculinos con entrenamiento progresivo de ocho horas al día durante un período de 14 semanas. **Resultados:** Media de edad 19.72 años, cuatro fracturas transcervicales y siete basicervicales, seis desplazadas y cinco no, 54.5% de rechas. Todos tratados con osteosíntesis, sistema de placa de compresión bloqueable con hoja espiral de cadera (DHHS) en tres, tornillos canulados en tres y el sistema de fijación femoral proximal con clavo trocantérico (TFN) en cinco pacientes. El único factor común en todos ellos fue el entrenamiento militar intensivo, se descartó patología de origen metabólico o endocrino. Inicio de la sintomatología medido en semanas con una media de 5. Todos los pacientes presentaron un retraso del diagnóstico con una media de 12.09 días en el momento del diagnóstico definitivo. **Conclusión:** El diagnóstico en las fracturas por estrés debe realizarse con base en la sospecha clínica, ya que el dolor es insidioso y en el relato del padecimiento actual los pacientes no logran identificar un momento exacto como inicio de lesión. Los

ABSTRACT. Introduction: Stress fractures are common injuries in the military population, they begin with the imposition of repetitive and excessive effort on the bone. This leads to the acceleration of bone remodeling and production of microfractures. The incidence, during their basic combat training, is 0.8 to 5.1% for men compared to 1.1 to 18% among women. We present a series of hip stress fractures in young male military men with progressive training of 8 hours a day over a period of 14 weeks. **Results:** Mean age 19.72 years, 4 transcervical and 7 basicervical fractures, 6 displaced and 5 no, 54.5 % right. All treated with osteosynthesis, DHHS (blockable compression plate system with hip spiral blade) in 3, cannulated screws in 3 and the proximal femoral fixation system with trochanteric nail (TFN) in five patients. The only common factor in all of them was intensive military training, pathology of metabolic or endocrine origin was ruled out. Onset of symptomatology measured in weeks with an average of 5. All patients had a delay in diagnosis with an average of 12.09 days at the time of definitive diagnosis. **Conclusion:** The diagnosis in stress fractures should be made based on clinical suspicion since the pain is insidious and in the report of the current condition patients fail to identify an exact moment as the onset of injury. The functional results were good and all of them managed to finish their military training.

Nivel de evidencia: IV

* Jefe de Departamento de Ortopedia y Traumatología.

† Médico adscrito al módulo de Cirugía de Cadera del Servicio de Ortopedia y Traumatología.

§ Médico adscrito al Módulo de Cirugía de Pelvis y Acetábulo del Servicio de Ortopedia y Traumatología.

¶ Curso de Diplomado en Cirugía de Cadera del Servicio de Ortopedia y Traumatología.

Correspondencia:

Isaac Enrique Hernández-Téllez

E-mail: docihernandez@hotmail.com

Recibido: 01-02-2020. Aceptado: 07-01-2021.

Citar como: Hernández-Téllez IE, García-Andino JR, Sáenz-Guerra J, Ruvalcaba-Luna O. Fracturas de cadera por estrés en hombres en entrenamiento militar. Acta Ortop Mex. 2021; 35(2): 174-180. <https://dx.doi.org/10.35366/101862>



resultados funcionales fueron buenos y todos ellos lograron terminar su entrenamiento militar.

Palabras clave: Fracturas, cadera, estrés, entrenamiento, militar, cirugía.

Keywords: Fractures, hip, stress, training, military, surgery.

Introducción

Las fracturas por estrés son lesiones comunes que inician con la imposición de esfuerzo repetitivo y excesivo al hueso. Esto conduce a la aceleración de la remodelación del hueso y la producción de microfracturas (causado por el insuficiente tiempo para la reparación ósea).¹ Las fracturas por estrés representan una de las lesiones por sobreuso más comunes y potencialmente serias para pacientes jóvenes. Los primeros reportes citados de fracturas por estrés fueron casos estudiados en soldados a finales del siglo XIX e inicios del XX. Aunque casi cualquier atleta o deportista que participa en actividades repetitivas puede desarrollar una fractura por estrés, las actividades como la carrera y la marcha son las que con mayor frecuencia se asocian a esta patología.^{2,3} Se han reportado en la mayoría de los huesos de las extremidades, así como en las costillas y en la columna, pero la localización más común es en las extremidades inferiores. Entre los corredores, el sitio más común es la tibia. Entre los militares, en los reclutas, se han reportado fracturas por estrés en el pie.^{3,4} Brukner y colaboradores en 1996 reportaron la siguiente frecuencia: tibia 23%, escafoides tarsal 17%, metatarso 16%, fémur 6.6% pelvis 1.6% y columna 0.6%.⁴

La mayoría de los estudios concluyen que las mujeres tienen mayor riesgo de presentar fracturas por estrés.⁵ Aunque la etiología es multifactorial, esta observación ha sido parcialmente atribuida a la tríada del atleta femenino, que consiste en problemas interrelacionados de desorden alimentario, amenorrea y osteoporosis, en donde juegan un papel importante las deficiencias nutricionales, anormalidades en el hipotálamo y en los estrógenos, así como menarca tardía. En la población militar, la incidencia de fracturas por estrés también es mayor entre las mujeres que entre los hombres.^{6,7}

La exploración física de las fracturas por estrés es muy sensitiva pero inespecífica. Los pacientes se presentan con hipersensibilidad, dolor y edema en la región de la lesión después de un abrupto y/o repetitivo incremento en la actividad física, con insuficientes intervalos de reposo para la recuperación tisular fisiológica.^{7,8} Al inicio el dolor es de intensidad leve y aliviado con reposo, lo cual permite realizar actividades físicas intactas. Sin embargo, si se mantiene la actividad física intensa, la lesión progresará causando mayor dolor y limitaciones.⁹

El diagnóstico se realiza en forma clínica y radiológica, las fracturas por estrés en cadera universalmente se presentan con dolor al realizar actividad física e hipersensibilidad

bien localizada, manifestado en hasta 80% como dolor inguinal y en el caso de población de adultos jóvenes estas fracturas se asocian hasta en 86% a deportes de carrera.^{8,9,10} El dolor se alivia con el reposo y empeora si la actividad física continúa. Las radiografías simples son la primera línea de abordaje para las lesiones musculoesqueléticas, pero no son sensibles en las primeras fases de las fracturas por estrés; sin embargo, cuando están presentes pueden encontrarse los siguientes datos: una línea sutil de esclerosis (con frecuencia perpendicular a la trabécula mayor), reacción focal endóstica o perióstica, fractura a través de una corteza con reacción perióstica superpuesta.^{11,12} Las imágenes por resonancia magnética son extremadamente sensibles (sensibilidad 100%, especificidad 85%), aunque se trata de la segunda línea de abordaje radiológico y se emplea cuando la radiografía es normal, el dolor es de etiología desconocida o en atletas que requieren un diagnóstico definitivo.^{8,12,13} La tomografía axial computarizada agrega un pequeño beneficio en términos de sensibilidad; sin embargo, es muy útil para la *pars interarticularis*, hueso sesamoideo o fracturas intracorticales longitudinales, aunque el estándar de oro continúa siendo la resonancia magnética nuclear. La gammagrafía ósea de tres fases provee una alta sensibilidad comparable a la resonancia magnética nuclear.^{8,13,14}

El tratamiento propuesto para las fracturas no desplazadas en pacientes adultos jóvenes es la colocación de tres tornillos en paralelo, dos se colocan adyacentes a la cortical y los tres abarcando 2/3 de la cabeza femoral, teniendo cuidado de no provocar fracturas subtrocantéricas cuando los orificios de entrada son colocados debajo del trocánter menor.^{15,16} Los reportes de complicaciones en pacientes menores de 60 años pueden ascender hasta 28%, sobre todo en fracturas desplazadas, entre las que se incluyen necrosis avascular de la cabeza femoral, fallo temprano del implante y no unión de la fractura.^{16,17} Esto es particularmente preocupante en la población adulta joven que, a pesar de presentar buen pronóstico para la consolidación ósea, terminaron en una reintervención quirúrgica y morbilidad permanente.^{17,18}

En una encuesta realizada para determinar el manejo global preferido de fracturas de cuello femoral (traumáticas y por estrés) en jóvenes adultos de 540 cirujanos, miembros de la Asociación de Ortopedia y Trauma (OTA) y de la Asociación Canadiense de Ortopedia (COA), se determinó el número promedio de casos atendidos por cirujano, encontrando que 61.1% había tratado sólo 1-5 fracturas de este tipo en los últimos 12 meses, 20% trataron de 6-10 fracturas en los últimos 12 meses y sólo 10.3% habían tratado más de 10 fracturas en 12 meses.¹⁸ En las fracturas no desplazadas,

el tratamiento preferido fue un sistema de tornillo deslizante de cadera (49.9%), de los cuales la mayoría prefirió agregar un tornillo antirrotacional, 46.4% prefirieron el uso de tornillos canulados en paralelo y el resto utilizó hemiartroplastía de primera intención.^{18,19}

Durante los últimos 10 años, se ha visto un incremento en el uso de artroplastía total primaria de cadera para el tratamiento de fracturas desplazadas de cuello de fémur en adultos, siendo el doble de estos procedimientos a últimas fechas; sin embargo, en pacientes jóvenes adultos continúa siendo de gran importancia la preservación de la articulación nativa.^{15,19}

Material y métodos

Se realiza un estudio descriptivo, observacional y retrospectivo, se valoró como universo de trabajo a los pacientes del Servicio de Cadera y Pelvis durante el período de Septiembre 2015 a Abril 2019 en el cual se incluyeron a todos los que cumplieran los siguientes criterios:

- Pacientes en entrenamiento militar.
- Hombres.
- Presencia de fractura por estrés diagnosticada con menos de ocho semanas de evolución.
- Tratados en el Hospital Central Militar.
- Seguimiento por el Servicio en la Unidad de Especialidades Médicas (UEM), Secretaría de la Defensa Nacional

Criterios de exclusión:

- Paciente con diagnóstico y tratamiento en otra unidad.
- Fractura mayor a ocho semanas de evolución sin tratamiento.
- Paciente que no continuó seguimiento en Unidad de Especialidades Médicas.

A todos los pacientes se les realizaron diferentes estudios de imagenología dependiendo del criterio de su médico a cargo; todos recibieron tratamiento quirúrgico, integrándose

a un programa específico de rehabilitación y se realizaron visitas de control con tomas de estudios radiológicos para verificar la consolidación de la fractura.

Se presentan 11 casos clínicos de fracturas por estrés de cadera en jóvenes militares masculinos (*Figura 1*). Todos de recién ingreso al sistema educativo militar con entrenamiento progresivo de ocho horas al día durante un período de 14 semanas (que incluye marcha, carrera, acondicionamiento físico, etcétera), todos ellos con evaluación médica antes de iniciar su curso y estudios de laboratorio (biometría hemática completa, química sanguínea, pruebas de tendencia hemorrágica, grupo sanguíneo, VDRL) y radiografía posteroanterior de tórax, con reportes normales, así como una evaluación física que incluye carrera de 2.8 km en un tiempo de 12 minutos y todos bajo el mismo régimen alimenticio a partir del primer día de entrenamiento, sin antecedentes patológicos y con índices de masa corporal entre 17.0 y 21.

Resultados

Se realizó la estadística descriptiva de nuestra población de 11 hombres en quienes se diagnosticó fractura por estrés durante entrenamiento militar. Encontramos la media de edad 19.72 años, máximo 26 años y mínimo de 18 años, de acuerdo con el tipo de fractura, se encontraron cuatro transcervicales y siete basicervicales, de las cuales seis fueron desplazadas y cinco no desplazadas, 54.5% derechas.

Se registró el tiempo que llevaban en entrenamiento militar al inicio de la sintomatología medido en semanas con un mínimo de tres y un máximo de ocho semanas, con una media de cinco semanas. Todos presentaron un diagnóstico tardío por manejo de origen muscular que había evolucionado por un mínimo de cinco días y el máximo de 17 días con una media de 12.09 días en el momento del diagnóstico definitivo, el cual se llevó a cabo con radiografías simples anteroposteriores de pelvis en 81% de los casos, sólo 9% con gammagrama y 9% con resonancia magnética nuclear (*Figura 2*).

Los pacientes fueron tratados en su totalidad con osteosíntesis, siendo utilizado el sistema DHHS (sistema de placa

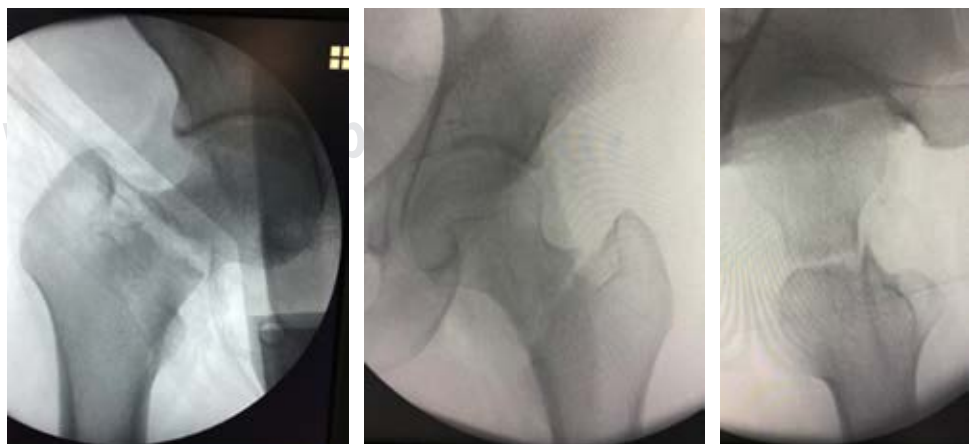


Figura 1:

Fractura por estrés a nivel basicervical.

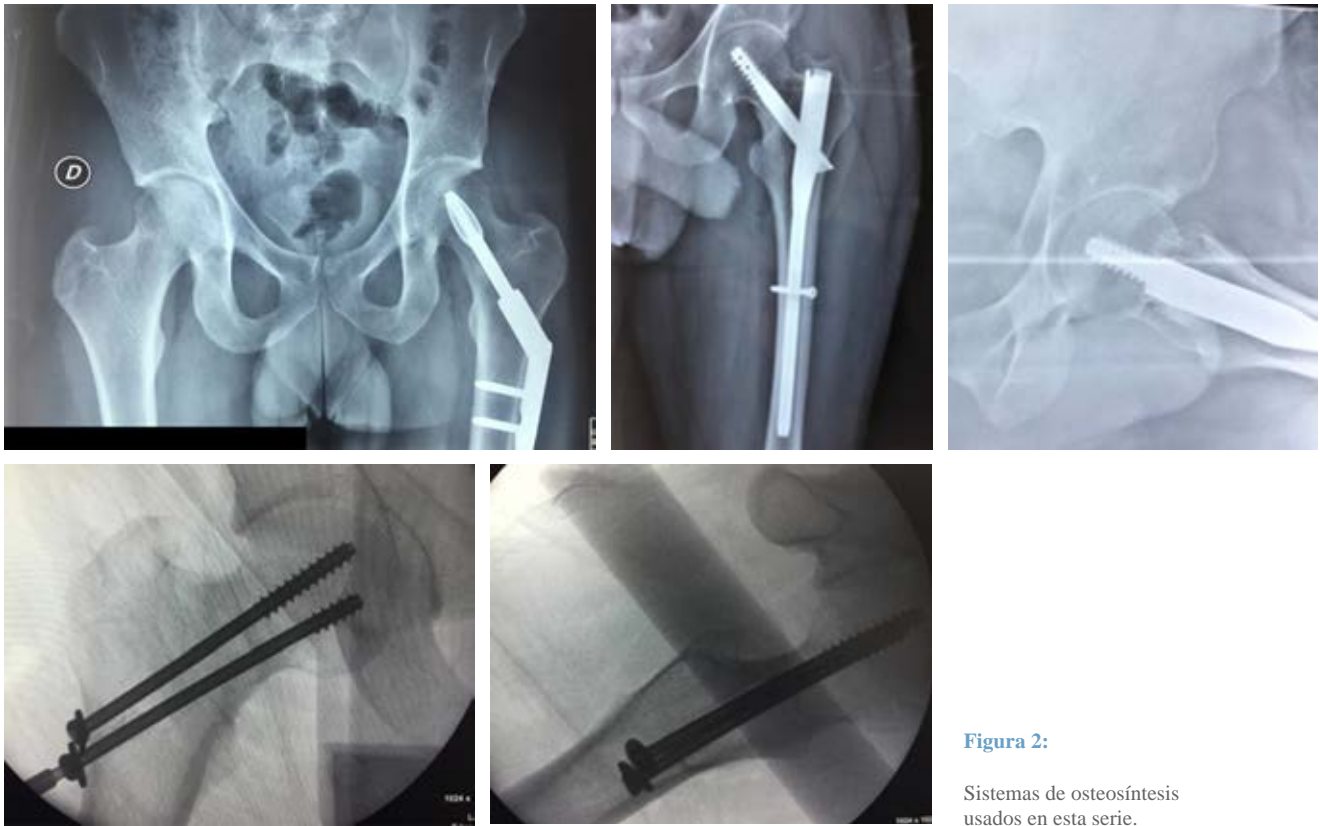


Figura 2:

Sistemas de osteosíntesis usados en esta serie.

de compresión bloqueable con hoja espiral de cadera) en tres casos, tornillos canulados en tres y el sistema de fijación femoral proximal con clavo trocánterico (TFN) en cinco, este último fue el sistema más utilizado en pacientes con fracturas AO 31 A y B en nuestro hospital (*Figura 3*).

Se les dio seguimiento total de tres años, con una mínima de tres meses y un promedio en nuestra muestra de 18.8 meses, sin presentar complicaciones como necrosis avascular de la cabeza femoral ni presencia de fatiga de material o desanclaje.

En cuanto a la rehabilitación y la descarga de la extremidad, en todos los casos se realizó interconsulta al Servicio de Rehabilitación Temprana, siendo egresados a su escalón sanitario y continuando rehabilitación supervisada. La descarga parcial con el uso de TFN fue inmediata; en el caso del DHHS fueron 21 días excepto un caso que se decidió esperar 60 días; con los tornillos canulados también se utilizó descarga parcial a los 21 días, siendo una media total en los casos de 15.45 días.

En el caso del apoyo total, el implante que presentó menor tiempo fue el clavo trocánterico con 21 días en todos los casos, en el caso del DHHS con un promedio de 95 días y tornillos canulados con un promedio de 50 días, presentando un promedio global de descarga total de 49.09 días. La media de reintegración a las actividades militares fue 136.6 días, con pendiente de reinicio en dos pacientes (*Figura 4*).

En todos los casos se utilizó profilaxis antibiótica por tres días y profilaxis antitrombótica por 21 días con rivarox-

abán 10 mg vía oral cada 24 horas sin presencia de complicaciones.

Discusión

Las fracturas por estrés en la cadera son poco comunes, aunque se presentan con mayor frecuencia en mujeres, la relevancia de nuestro estudio son los 11 casos que presentamos en hombres, todos ellos en entrenamiento militar intensivo, siendo el único factor común en todos ellos, ya que a pesar de estudios se descartó patología de origen metabólico o endocrino.

El tratamiento en todos los casos que presentamos fue quirúrgico, pero la técnica y los implantes fueron diferentes como a continuación se menciona: tornillos canulados tres pacientes, DHHS tres casos y clavo trocánterico en cinco. Los resultados funcionales son buenos y todos ellos se reintegraron a sus actividades cotidianas y a terminar su entrenamiento militar a pesar de que en dos de ellos hubo retraso en el diagnóstico, el implante que mejores resultados funcionales muestra es el sistema TFN ya que permite apoyo parcial inmediato y apoyo total a los 21 días.

Las fracturas por estrés representan una de las lesiones por sobreuso más comunes en militares de recién ingreso y pueden representar lesiones graves. En un estudio del ejército de los Estados Unidos del 2018 se reporta una incidencia durante su entrenamiento básico de combate de 0.8 al 5.1% para hombres, comparado contra 1.1 a 18% entre mujeres,

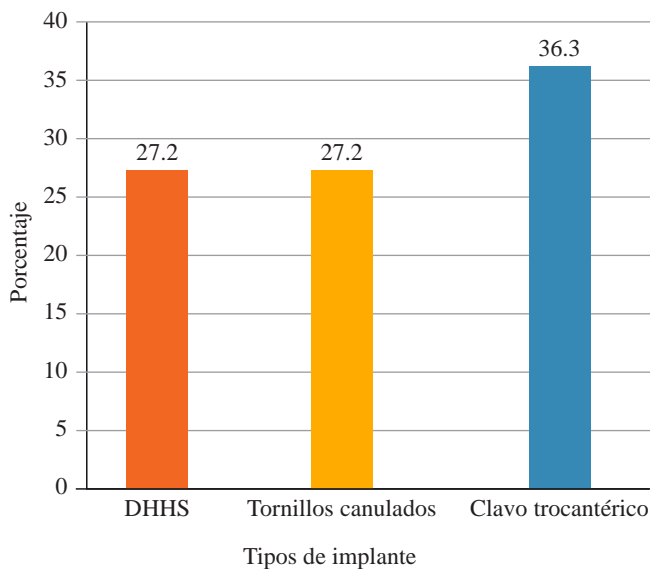


Figura 3: Porcentaje de uso de implantes.

DHHS = compresión bloqueable con hoja espiral de cadera.

siendo descrito el sexo femenino como factor de riesgo para presentar este tipo de lesión.^{17,19,20}

Los factores de riesgo para las fracturas por estrés son el tabaquismo, obesidad, alcoholismo y el síndrome de abstinencia, ninguno de ellos estuvo presente en nuestros casos. Otros factores de riesgo descritos para estas lesiones son el bajo peso, estatura elevada, bajo índice de masa corporal, pobre condición física y baja densidad mineral ósea, tampoco fueron encontrados en este estudio y se ha descrito que los altos niveles en suero de hormona paratiroidea están asociados a las fracturas por estrés, este último factor se estudió por parte de Medicina Interna (Endocrinología) en nuestros pacientes sin encontrar alteraciones en los perfiles hormonales.^{2,6,21}

El inicio de los síntomas (principalmente el dolor) se presentó entre la tercera y octava semana de entrenamiento militar, lo que corresponde con el reporte de Lin Zhao con entrenamiento de ocho semanas, teniendo el de combate básico en militares mexicanos una duración de 16 semanas, en la mayoría de los países dichos entrenamientos tienen una duración entre ocho a 12 semanas.^{7,22}

El nivel de actividad física previo al inicio del entrenamiento militar es evaluado en la primera etapa de los exámenes físicos para los aspirantes, en el cual se les exige una actividad física que incluye: prueba de resistencia (carrera de 2,800 metros en 12 minutos), prueba de fuerza en el abdomen (35 abdominales continuas), prueba de flexibilidad (hasta +4 cm), prueba de fuerza de brazos (20 lagartijas continuas y cruzar un pasamanos de 10 peldaños) y prueba de desplazamiento en agua (100 metros de natación estilo libre); no encontramos forma de asociarla como información relevante ya que está descrita una actividad menor a siete horas por semana como factor de riesgo para desarrollar una fractura por estrés.^{22,23,24}

En todos los casos, el tratamiento seleccionado fue quirúrgico, existen reportes como el de Weistroffer y colaboradores del centro médico naval de San Diego, USA, en donde se presenta una cohorte de 25 casos, de los cuales sólo operaron a 17; sin embargo, los otros ocho restantes presentaban fracturas unicorticales en el lado de tensión, no se encontraron en la literatura reportes de tratamientos conservadores para fracturas completas, independientemente de la presencia de desplazamiento de la fractura. Los implantes utilizados fueron seleccionados dependiendo del trazo y actitud de la fractura y la preferencia del cirujano, como a continuación se describen:

Tornillos canulados: se utiliza en fracturas transcervicales inestables, se utilizan dos o tres tornillos de esponjosa canulados de 7.0 mm, asegurándose de que la cuerda del tornillo quede en el fragmento proximal sin cruzar la línea de fractura, recomendando que el tornillo más distal se coloque en el área del calcar, cuidando no producir una fractura subtrocantérica transquirúrgica debido a esto, usando una arandela para evitar penetrar el hueso a nivel de trocánter mayor con la cabeza del tornillo. Se utilizó en este reporte un abordaje lateral de fémur y se prefirió la configuración en paralelo sobre la biplanar de doble soporte.^{24,25,26}

DHHS: cuenta con indicaciones similares a los tornillos canulados, pacientes jóvenes con inestabilidad intrínseca de la fractura, ya sea por el trazo o el nivel de conminución, preferible en trazos en los que se logre la reducción anatómica. El uso de una hoja espiral permite la conservación de hueso, así como evitar la taza de migraciones del tornillo de compresión. Se puede complementar con la colocación de un tornillo canulado antirrotacional. Se realiza un abordaje lateral de fémur y se coloca un clavillo guía corroborando el centraje y la altura por medio de fluoroscopia, se realiza la perforación de la cortical lateral y después la impactación de la hoja espiral, se descende la placa y se procede a colocación de tornillos de fijación a

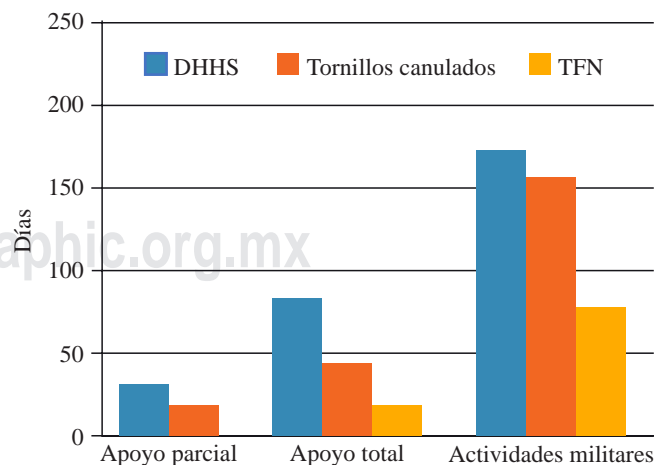


Figura 4: Días de progresión de descarga.

DHHS = compresión bloqueable con hoja espiral de cadera.

TFN = clavo trocánterico.

la diáfisis femoral, usando un contratornillo para dar compresión al trazo.^{26,27,28}

En nuestros resultados sobre el regreso a actividades militares en su totalidad, no hubo gran diferencia entre el uso de tornillos canulados y el sistema DHHS, lo cual concuerda con reportes previos.^{26,28}

TFN: en este estudio se utilizó el sistema de fijación TFNA de Synthes, que provee estabilización absoluta de acuerdo a la personalidad de la fractura, reestablece las relaciones anatómicas con técnica mínimamente invasiva bajo fluoroscopia, lo que permite la conservación de la irrigación ósea y por ende la movilización y rehabilitación temprana, como indicación de colocación del clavo se describen fracturas trocántéricas 31 A y como contraindicación las fracturas cervicales 31 B. En nuestro reporte, varias de las fracturas cervicales encontradas fueron tratadas con este sistema, a pesar de su contraindicación, siendo menor el tiempo de recuperación e inicio de actividades de adiestramiento militar, como se demuestra en los resultados previos.^{26,27}

La técnica usada en nuestros casos requirió de tracción en mesa de reducción con control fluoroscópico, una incisión para la introducción de guía, broca metafisaria y colocación de clavo centro medular y se realiza incisión lateral para colocación de guía para tornillo deslizante y colocación de dos clavillos antirrotacionales, al fijar el tornillo se realiza compresión interfragmentaria, aplicando estabilidad absoluta al trazo, se retiran clavillos antirrotacionales y se fija tornillo deslizante con el seguro interno del clavo centro medular. Después se coloca tornillo estático distal del clavo centro medular.^{27,28}

De acuerdo con Stockton y colaboradores en su estudio de 796 pacientes jóvenes con fractura de cuello femoral tratados de manera quirúrgica, un tercio de ellos fueron reintervenidos al menos en una ocasión dentro de los primeros 16 meses, la mitad de esas reintervenciones para retiro de material y el resto (14%) fueron conversiones a artroplastia total de cadera primaria, con una media de tiempo de conversión de dos años.^{5,29}

En nuestro reporte no se utilizaron terapias complementarias descritas para el tratamiento de las fracturas por estrés como cámara hiperbárica, uso de bifosfonatos, proteína ósea morfogenética, ultrasonido pulsátil de baja intensidad, ni hormona paratiroidea recombinante.^{30,31}

En cuanto a la reintegración a actividades militares, es importante destacar que el uso del clavo centromedular trocántero nos permitió rehabilitar con carga a nuestros pacientes más tempranamente en el transcurso del postquirúrgico, logrando reintegración a carga total a los 21 días y reintegración a actividades militares totales a los 90 días, comparado con los otros dos implantes que tomaron hasta 50 días en iniciar carga total y 180 días para reintegrarse totalmente a actividades militares.³²

Conclusión

El diagnóstico en las fracturas por estrés debe realizarse con base en la sospecha clínica, ya que el dolor es insidioso

y en el relato del padecimiento actual los pacientes no logran identificar un momento exacto como de inicio de lesión.

Se requiere continuar con el seguimiento de este tipo de casos y en algún momento iniciar un estudio prospectivo con la posibilidad de incluir algún tipo de estudio molecular en coordinación con el laboratorio multidisciplinario de la Escuela Militar de Graduados de Sanidad, con el objeto de buscar un factor genético asociado a las fracturas por estrés en hombres.

Referencias

1. Patel D, Roth M, Kapil N. Stress fractures: diagnosis, treatment, and prevention. *Am Fam Physician*. 2011; 83(1): 39-46.
2. Jones B, Thacker S, Gilchrist J, Kimsey D, Sosin D. Prevention of lower extremity stress fractures in athletes and soldiers: a systematic review. *Epidemiol Rev*. 2002; 24: 228-47.
3. Matheson G, Clement D, McKenzie D, et al. Stress fractures in athletes: a study of 320 cases. *Am J Sports Med*. 1987; 15: 46-58.
4. Brukner P, Brashaw C, Khan K, White S, Crossley K. Stress fractures: a review of 180 cases. *Clin J Sport Med*. 1996; 6(2): 85-9.
5. Matcuk GR Jr, Mahanty SR, Skalski MR, et al. Stress fractures: pathophysiology, clinical presentation, imaging features, and treatment options. *Emerg Radiol*. 2016; 23(4): 365-75.
6. Costa D, Zanatta F, Goncalves G, Ramalho E, Castro A, Ejnisman B. Stress fractures: definition, diagnosis and treatment. *Rev Bras Ortop*. 2016; 51(1): 3-10.
7. Cosman F, Ruffing J, Uhorchak J, et al. Determinants of stress fractures risk in United States Military Academy cadets. *Bone*. 2013; 55(2): 359-66.
8. Wall J, Feller JF. Imaging of stress fractures in runners. *Clin Sports Med*. 2006; 25 (4): 781-802.
9. Aweid B, Aweid O, Talibi S, Porter K. Stress fractures. *Trauma*. 2013; 15(4): 308-21.
10. Kim JW, Yoo JJ, Min BW, Hong SH, Kim HJ. Subcondral fractures of the femoral head in healthy adults. *Clin Orthop Relat Res*. 2007; 464: 196-204. doi: 10.1097/BLO.0b013e3181577212.
11. Seok W, Joon J, Hot K, Sep K, Min Y, Kim H. Subchondral fatigue fracture of the femoral head in military recruits. *J Bone Joint Surg*. 2004; 86(9): 1917-24.
12. Ladero F, Asenjo J. Hip fractures in the athlete. *Patología del Aparato Locomotor*. 2005; 3 (4): 286-91.
13. Weistroffer J, Muldoon M, Duncan D, Fltcher E, Padgett D. Femoral neck stress fractures: Outcome analysis at minimum five-year follow-up. *J Orthop Trauma*. 2003; 17(5): 334-7.
14. Moran D, Israeli E, Evans R, et al. Prediction model for stress fracture in Young female recruits during basic training. *Med Sci Sports Exerc*. 2008; 40(11 Suppl): S636-44.
15. De la Rosa M, Hernandez C, Garcia J, Palmieri R, Garcia L, Sanz J. Epidemiología de las fracturas de cadera por estrés en militares de nuevo ingreso de la fuerza aérea meicanos. *Rev SAand Milit Mex*. 2016; 70: 55-62.
16. Rauh M, Macera C, Trone D, Richard S, Brodine S. Epidemiology of stress fracture and lower extremity overuse injury in female recruits. *Med Sci Sports Exerc*. 2006; 38(9): 1571-7.
17. Shah AK, Eissler J, Radomisl T. Algorithms for the treatment of femoral neck fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2002; 399: 28-34. doi: 10.1097/00003086-200206000-00005.
18. Heyworth BE, Quinn B, Ehrlichman L, et al. Comparison of femoral neck stress fractures in pediatric versus young adult athletes. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2016; 4(7_suppl4): 2325967116S0017. doi: 10.1177/2325967116s00179.
19. Slobogean GP, Sprague SA, Scott T, et al. Management of young femoral neck fractures: Is there a consensus? *Injury*. 2015; 46(3): 435-40. doi: 10.1016/j.injury.2014.11.028.

20. Bishop J, Yang A, Githens M, Sox AHS. Evaluation of contemporary trends in femoral neck fracture management reveals discrepancies in treatment. *Geriatr Orthop Surg Rehabil.* 2016; 7(3): 135-41. doi: 10.1177/2151458516658328.
21. Samuel AM, Russo GS, Lukasiewicz AM, et al. Surgical treatment of femoral neck fractures after 24 hours in patients between the ages of 18 and 49 is associated with poor inpatient outcomes. *J Orthop Trauma.* 2016; 30(2): 89-94. doi: 10.1097/bot.0000000000000456.
22. Knapik JJ, Sharp MA, Montain SJ. Association between stress fracture incidence and predicted body fat in United States Army Basic Combat Training recruits. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2018; 19(1): doi: 10.1186/s12891-018-2061-3.
23. Zhao L, Chang Q, Huang T, Huang C. Prospective cohort study of the risk factors for stress fractures in Chinese male infantry recruits. *J Int Med Res.* 2016; 44(4): 787-95. doi: 10.1177/0300060516639751.
24. Jiantao Li, Menglin Wang, Jianfeng Zhou, et al. Optimum configuration of cannulated compression screws for the fixation of unstable femoral neck fractures: finite element analysis evaluation. *Biomed Res Int.* 2018; 1271762.
25. Galal S, Nagy M. Non-parallel screw fixation for femoral neck fractures in young adults. *J Clin Orthop Trauma.* 2017; 8(3): 220-4. doi: 10.1016/j.jcot.2017.07.003.
26. Chen C, Yu L, Tang X, et al. Dynamic hip system blade versus cannulated compression screw for the treatment of femoral neck fractures: a retrospective study. *Acta Orthopt Traumatol Turc.* 2017; 51(5): 381-7. doi: 10.1016/j.aott.2017.07.006.
27. Rüedi TP, Buckley RE, Moran CG. *AO Principles of fracture management.* 2nd ed. Stuttgart, New York: Thieme. 2007. TFNA-Proximal Femoral Nailing System Surgical Technique DePuy Synthes.
28. Nelson B, Arciero R. Stress fractures in the female athlete. *Sports and Arthroscopy Res Med.* 2002; 10(83): 83-7.
29. Stockton DJ, O'Hara LM, O'Hara NN, et al. High rate of reoperation and conversion to total hip arthroplasty after internal fixation of young femoral neck fractures: a population-based study of 796 patients. *Acta Orthopaedica.* 2019; 90(1): 21-5. doi: 10.1080/17453674.2018.1558380.
30. Korvala J, Hartikka H, Pihlajamäki H, et al. Genetic predisposition for femoral neck stress fractures in military conscripts. *BMC.* 2010; 11(95): 1-9.
31. Pihlajamäki H, Parvonen M, Kyrolainen H, et al. Regular physical exercise before entering military service may protect young adult men from fatigue fractures. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2019; 20(126): 1-7.
32. Ju H, Cho H. Multiple stress fractures of the lower extremity in healthy young men. *J Orthop Traumatol.* 2012; 13(2): 105-110.