

Casos Clínicos

Fractura de fatiga del sacro como causa de dolor glúteo profundo: revisión bibliográfica y exposición de un caso clínico

Valeria Palma-Vallejo^a, Juan de Dios Beas-Jiménez^{a,*}, Íñigo Úbeda-Pérez de Heredia^a, María Isabel Álvarez-Recio^b, Antonio León-Garrigosa,^c

^a Clínica Beiman, España.

^b Centro Médico Dos Artes, España.

^c GVL Medical Services, España.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO: Recibido 19 de Febrero de 2023; Aceptado 06 de Febrero de 2024

RESUMEN

El Síndrome de Dolor Glúteo Profundo lo puede causar una fractura de fatiga del sacro.

Objetivo: Facilitar el diagnóstico del Síndrome de Dolor Glúteo Profundo exponiendo un caso clínico y revisión bibliográfica de fractura de fatiga del sacro.

Metodología: Búsqueda bibliográfica en PubMed sobre fractura de fatiga del sacro en atletas y descripción de un caso clínico de ésta.

Resultados:

De la bibliografía consultada se desprende que los principales factores predisponentes de una fractura de fatiga del sacro son las cargas desproporcionadas, baja densidad mineral ósea, alteraciones biomecánicas y una superficie de carrera dura. Estas fracturas son más frecuentes en corredores de larga distancia. El diagnóstico de elección es la Resonancia Magnética Nuclear. El tratamiento recomendable sería el reposo de la actividad causante, suplementación con vitamina D y calcio y magnetoterapia.

Se describe la clínica, exploraciones complementarias y evolución de un duatleta con fractura de fatiga de sacro.

Palabras clave: Fractura fatiga; Sacro; Dolor Glúteo Profundo.

Sacral fatigue fracture as a cause of deep gluteal pain: bibliographic review and presentation of a clinical case

ABSTRACT

Deep Gluteal Pain Syndrome can be caused by a stress fracture of the sacrum.

Objective: To facilitate the diagnosis of Deep Gluteal Pain Syndrome exposing a clinical case and bibliographic review of fatigue fracture of the sacrum.

Methodology: Bibliographic search in PubMed on fatigue fracture of the sacrum in athletes and description of a clinical case of this.

Results:

From the consulted bibliography it appears that the main predisposing factors for a stress fracture of the sacrum are disproportionate loads, low bone mineral density, biomechanical abnormalities, and a hard-running surface. These fractures are more common in long-distance runners. The diagnosis of choice is Nuclear Magnetic Resonance. The recommended treatment would be, rest from the causative activity, supplementation with vitamin D and calcium, and magnetotherapy.

The symptoms, complementary examinations, and evolution of a duathlete with a fatigue fracture of the sacrum are described.

Keywords: Fatigue fracture; Sacrum; Deep Gluteal Pain.

* Autor correspondencia: juandedios.beas@gmail.com (Juan de Dios Beas-Jiménez)

<https://doi.org/10.33155/ramd.v16i3-4.1115>

ISSN-e: 2172-5063 / © Consejería de Turismo, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. . (CC BY-NC-ND 4.0) .

Fractura sacral por fatiga como causa de dor glútea profunda: revisión bibliográfica e apresentação de um caso clínico

RESUMO

A Síndrome da Dor Glútea Profunda pode ser causada por uma fratura por estresse do sacro.

Objetivo: Facilitar o diagnóstico da Síndrome da Dor Glútea Profunda expondo um caso clínico e revisão bibliográfica de fratura por fadiga do sacro.

Metodologia: Pesquisa bibliográfica no PubMed sobre fratura por fadiga do sacro em atletas e descrição de um caso clínico desta.

Resultados:

Da bibliografia consultada verifica-se que os principais fatores predisponentes para uma fratura por estresse do sacro são cargas desproporcionais, baixa densidade mineral óssea, anormalidades biomecânicas e uma superfície de corrida dura. Essas fraturas são mais comuns em corredores de longa distância. O diagnóstico de escolha é a Ressonância Magnética Nuclear. O tratamento recomendado seria no repouso da atividade causadora, suplementação com vitamina D e cálcio e magnetoterapia.

São descritos os sintomas, exames complementares e evolução de um atleta com fratura de fadiga do sacro.

Palavras-chave: Fratura por fadiga; Sacro; Dor glútea profunda.

Introducción

Las fracturas de fatiga se producen por tensiones, anormalmente intensas o demasiado frecuentes, sobre un hueso sano¹⁻⁵, las que afectan al sacro son una causa rara pero tratable de dolor lumbar y glúteo^{4,6}; en el ámbito deportivo son poco frecuentes y afectan generalmente a población joven⁶ (20 a 30 años) en relación con actividades físicas intensas y repetitivas⁷, pudiendo afectar a atletas de ambos sexos y de diferentes modalidades deportivas^{4,8-10} y las podemos considerar como de bajo riesgo^{2,3,5,11}.

El objetivo de este estudio ha sido exponer un caso clínico de fractura de estrés del sacro en un duatleta, para contribuir al diagnóstico diferencial del Síndrome de Dolor Glúteo Profundo (SDGP) y la actualización del tratamiento de este tipo de fracturas.

Metodología

Se ha realizado una búsqueda bibliográfica, el 05/02/2023 en PubMed, como estrategia de búsqueda se utilizó el operador booleano AND y los términos "stress", "fracture", "sacrum", "athlete", limitando la búsqueda a trabajos publicados en los últimos 10 años. incluyendo todos los artículos que hacían referencia a las fracturas de fatiga o estrés y excluyendo fracturas traumáticas o por insuficiencia.

Además, se realiza la descripción de un caso clínico de fractura de estrés en un duatleta.

Resultados

1.- Búsqueda bibliográfica:

Epidemiología

Las fracturas de fatiga del sacro suelen afectar a deportistas, mujeres (68.4%), de 26.2 años de edad media, aficionados (dos tercios, frente al resto de élite), que practican carreras de larga distancia (55.3%), llegando a ser la prevalencia de fracturas por estrés en corredores del 15-21%^{1,5,7,10-12}. Hasta un 15.8% de los que las padecen, cuentan en sus antecedentes con una o más fracturas de fatiga previas¹⁰.

Las fracturas pélvicas por fatiga son raras (1.6% a 7.1% de todas las fracturas por estrés), difíciles de detectar² y afectan con más frecuencia a mujeres corredoras de larga distancia¹², aunque se han descrito casos en menores de 11 años⁷, jugadores de rugby⁸, bádminton⁹, fútbol y tenis¹⁰. Suele existir un retraso en su

diagnóstico de una media de (0.5 a 104 semanas, media de 13.7) y la duración media de los síntomas desde el diagnóstico es de 19.3 +/-15.6 semanas^{10,13}. La media para la vuelta a la práctica deportiva previa suele ser de 12-13 semanas¹⁰⁻¹¹. Pueden localizarse en el cuerpo, aunque con mayor frecuencia afecta a las alas del sacro¹⁰.

Factores predisponentes

Los principales factores predisponentes, para padecer una fractura de fatiga del sacro, podrían ser la desproporción entre las cargas de entrenamiento y la preparación física (aumentos repentinos de la carga), una baja densidad mineral ósea (DMO), alteraciones biomecânicas (Dismetria, genu valgo, pronación excesiva, pies planos valgus, pies cavos, aumento ángulo Q), antecedentes de fractura de estrés, superficie de carrera dura, alteraciones dietéticas (Déficit calcio, vitamina D o hierro, baja ingesta de proteínas, alta ingesta de cafeína, trastornos de la conducta alimentaria), trastornos hormonales (Amenorrea)^{2,3,5,6,10-12,14}.

La tríada de la atleta, caracterizada por la presencia de trastornos de la conducta alimentaria, amenorrea y osteoporosis, aumenta significativamente el riesgo de fractura de fatiga^{2,10}.

La presencia de amenorrea en atletas es multifactorial, como resultado de déficit energético, disminución en los niveles de leptina y gonadotropinas, y/o la influencia del estrés de la competición. El resultado final es un estado hipoestrogénico, que motiva una mayor reabsorción de calcio y disminución del almacenamiento del mismo y un incremento del riesgo relativo de fractura de fatiga de dos a cuatro veces^{2,11}.

Un Índice de Masa Corporal (IMC) inferior a 19 kg/m² se ha relacionado con una mayor tasa de fracturas de fatiga y que éstas sean más severas y requieren más tiempo para sanar y para la vuelta a la actividad deportiva previa⁴.

La dismetría de miembros inferiores en un atleta puede predisponer a padecer fracturas de fatiga. Una discrepancia mayor de 5mm aumenta la posibilidad de esta fractura. Diferentes estudios demuestran que las fracturas de fatiga ocurren tanto en las piernas cortas como en las largas². La pronación tardía excesiva también puede ser un factor que facilite su desarrollo².

Factores de Riesgo

Como factores de riesgo intrínsecos se han señalado la edad (mayor riesgo a mayor edad), raza caucásica, el sexo femenino, una estatura alta, una capacidad aeróbica reducida y una constitución corporal con huesos más delgados^{10,12}.

Como factores extrínsecos se han relacionado, con un mayor riesgo de padecer una fractura de fatiga, la práctica deportiva en superficies duras, algunas actividades (carrera, danza, fútbol, baloncesto, bádminton, entrenamiento militar), deterioro del calzado deportivo, el calzado duro (Botas militares), la inactividad física previa y aumento de las cargas de entrenamiento; mientras que el uso de plantillas lo reduce ^{2,9,10,12,14}.

Diagnóstico

Un correcto diagnóstico de la fractura de fatiga del sacro requiere un alto índice de sospecha, una correcta y minuciosa anamnesis, así como una exploración clínica precisa, que nos informe sobre la presencia o no de los diferentes factores predisponentes o de riesgo antes descritos y nos descarte otras posibles causas de dolor sacro ^{3,10,15-17}.

La clínica suele ser inespecífica y anodina, aunque es posible encontrar dolor local a la palpación, hinchazón y calor y, en ciertos casos, puede palparse un callo de fractura. Inicialmente la fractura de sacro se manifiesta con la presencia de dolor sacroiliaco sólo durante la actividad, progresando de manera que posteriormente se experimenta dolor después de la actividad y, finalmente, incluso en reposo ^{2,3,5,12,15} y que no suele mejorar con reposo, compresión, frío local u otros tratamientos sintomáticos ¹². El diagnóstico diferencial de la fractura de fatiga del sacro la debemos hacer con cialgia, patología discal, patología de la articulación sacroiliaca, rotura de fibras del glúteo mayor, rotador externo profundo, piramidal o isquiosurales, entre otras ³.

En la **Figura 1** mostramos un algoritmo actualizado del propuesto por Vajapey y colaboradores para la evaluación y tratamiento del dolor sacro en deportistas ⁴.

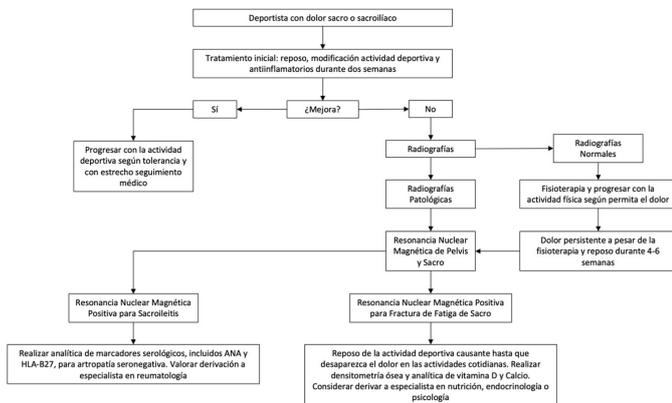


Figura 1. Algoritmo para la evaluación y tratamiento del dolor sacro en deportistas

ANA: Anticuerpo Antinuclear; HLA: Antígeno Leucocitario Humano

Modificado de Vajapey 2019 ⁴.

En cuanto a la exploración, la prueba del Fulcrum se ha descrito como útil para el diagnóstico de la fractura de estrés del fémur ^{5,18} y en ocasiones es positiva en la de sacro; puede existir un test de FABER y de flamenco positivos, así como dolor con la flexión de la cadera, abducción y rotación externa, o dolor al apoyo sobre el miembro afectado ².

El método diagnóstico de imagen de elección es la Resonancia Magnética Nuclear (RMN), especialmente la secuencia STIR (del inglés Short Tau Inversion Recovery) y los cortes coronales, ya que es altamente sensible (86%-100%) y específica (100%) ^{2-3,5-6,8,10-11,14} y porque según el grado de afectación podemos hacer un pronóstico de su evolución ¹¹. La fractura de fatiga del sacro se manifiesta en RMN mediante un aumento de la señal de la médula ósea en

secuencia potenciada en T2 y STIR y lesión hipointensa en secuencias potenciadas en T1 ¹⁰⁻¹¹.

La tomografía axial computarizada (TAC) es útil para detectar fracturas de fatiga en la pelvis y el sacro, que no son lo suficientemente visibles mediante RMN (sensibilidad del 42% y especificidad de 100%). Además, la TAC permite diferenciar una fractura de fatiga de una reacción de estrés y ayuda en el control evolutivo ^{5,10-11,14}.

La gammagrafía ósea con Tecnecio-91metilendifosfonato es muy sensible (74%-84%) pero poco específica (33%) para fracturas de fatiga. Los falsos positivos pueden ocurrir por un aumento del metabolismo óseo en tumores o infecciones y no nos permite diferenciar entre fractura de fatiga y reacción de estrés ^{15,10-11,14}.

La radiografía convencional, en el caso de la fractura de fatiga del sacro, tienen escasa sensibilidad (10%) especialmente en las fases iniciales ^{11,14}. Aunque es recomendable realizarlas para descartar otras causas de dolor sacro (fracturas, espondilolistesis y artritis sacroiliaca).

La ecografía no ha demostrado utilidad en la detección de fracturas de estrés del sacro, aunque sí en otras localizaciones, por lo que su papel definitivo está por dilucidar ^{3,11,14}.

Es conveniente valorar la DMO del deportista que sufre una fractura de fatiga ¹¹.

En caso de sospecha de artropatías seronegativas será preciso solicitar pruebas de laboratorio (Anticuerpos antinucleares, antígeno leucocitario humano B27) ^{4,14}.

Kaeding y Miller ¹³ describieron un sistema de clasificación que valora la severidad de la fractura de fatiga en función de la sintomatología y de parámetros radiográficos (**Tabla 1**). Permite el uso de cualquier modalidad de imagen y ha sido validado para la variabilidad inter e intraobservador entre especialistas de medicina del deporte. Este sistema también hace posible predecir el tiempo de regreso a la actividad deportiva en función del grado y localización de la fractura por fatiga. Una fractura grado II requiere 12 semanas, grado III 14 semanas y grado IV 17 semanas de curación para volver a la actividad habitual completa. A su vez, para la recuperación de las fracturas de tibia y pelvis, son necesarias una semana más de tratamiento que para las fracturas metatarsianas ¹³.

Tratamiento

El tratamiento de las fracturas sacras de fatiga debe ser individualizado y, la mayoría de autores coinciden en que, la principal medida es el cese de actividades de alto impacto hasta la consolidación de la fractura ^{2-5,10,12,14}, en este sentido es importante tener en cuenta que las fracturas de fatiga de huesos esponjosos, como el sacro, se asocian con un mayor tiempo de recuperación para la práctica deportiva completa, que las que afectan a hueso cortical ¹¹. El entrenamiento específico para mantener la forma física y fortalecer el Core, puede ayudar a mejorar el rango de movimiento del atleta y acortar el retorno a la práctica deportiva ^{10,14}.

La suplementación con calcio y vitamina D ¹² debe ser individualizada para cada atleta en función de su dieta, antecedentes de déficit nutricionales, exposición solar y niveles séricos de cada suplemento. En algunos casos, con presencia de trastornos endocrinos, los pacientes refractarios pueden requerir consulta especializada, la ingesta de anticonceptivos, para regular la menstruación ¹³, o tratamiento con hormona paratiroidea ¹⁰.

La optimización de la DMO (Dieta, suplementación de calcio y vitamina D y ejercicio) no solo reduce el riesgo de estas fracturas, también puede reducir el tiempo de recuperación ¹¹.

Es aconsejable evitar los antiinflamatorios, debido a su potencial efecto deletéreo sobre la osificación. No se ha demostrado que los bisfosfonatos sean efectivos, sus efectos secundarios dependen de la vía de administración y pueden ser graves ^{4,10}.

Tabla 1. Clasificación de la severidad de la fractura por estrés en función de la sintomatología y los hallazgos en diagnóstico por la imagen¹³ del

Grado	Dolor	Diagnóstico Imagen
I	Ausente	Evidencia en imágenes de fractura por estrés. No hay línea de fractura.
II	Presente	Evidencia en imágenes de fractura por estrés. No hay línea de fractura.
III	Presente	Línea de fractura no desplazada.
IV	Presente	Fractura desplazada (≥ 2 mm).
V	Presente	Desplazamiento sin unión.

Modificada de Kaeding-Miller¹³.**Tabla 2.** Resultados de las exploraciones complementarias realizadas al paciente a lo largo de su evolución

Prueba	Fecha	Resultado
Radiografía bilateral de cadera	28/04/2021	Sin hallazgos relevantes
Resonancia magnética nuclear Sacro y Sacroiliacas	28/04/2021	Extensa fractura de fatiga a nivel de hemisacro derecho, con semiología de actividad. Signos de artropatía púbrica. Pequeña bursitis del músculo iliopsoas izquierdo (Figura 2).
TAC Lumbosacro	05/07/2021	Existencia de fractura de fatiga con márgenes esclerosos que se extiende desde el borde superior del ala sacra derecha adyacente al margen superior de la articulación sacroiliaca hasta el margen anterosuperior del primer agujero sacro derecho, persistiendo una fina línea de fractura no fusionada en cara anterior del sacro. Anterolistesis de L5 sobre L4 con espondilosis derecha, raquisquisis en línea media posterior, apófisis espinosa bifida no fusionada e hipoplásica. Apófisis espinosas de L4 hipertróficas. Amplia raquisquisis posterior sacra (Figura 3).
TAC Lumbosacro	22/12/2021	Mínima listesis anterior de L5 sobre S1 debido a una espondilolisis complicada en el istmo articular derecho de la vértebra L5, osteofitos en la porción anterior de ambas articulaciones sacroiliacas de la vértebra S1 y ambas palas ilíacas y pequeños quistes subcondrales cercanos a las articulaciones en S1 al lado izquierdo y en S2 en el lado derecho.

Como tratamiento adyuvante se pueden considerar la estimulación ósea y las ondas de choque extracorpóreas². Tanto el ultrasonido pulsado de baja intensidad como la estimulación eléctrica pueden aumentar la tasa de osificación en fracturas agudas, no obstante, su eficacia para fracturas por estrés es desconocida.

La onda de choque extracorpórea, como terapia de las fracturas de estrés, ha demostrado una consolidación de la fractura en un tiempo medio de tres meses y un retorno al atletismo entre tres y seis meses².

Aunque la utilización de campos magnéticos pulsados de alta intensidad, denominados también sistemas superinductivos, ha demostrado ser eficaz en el tratamiento de la consolidación de fracturas, su papel en el campo de las fracturas de fatiga del sacro está todavía por dilucidar¹⁴.

Pese a que el uso de plasma rico en plaquetas se ha extendido en múltiples lesiones deportivas, se requieren estudios aleatorizados, con protocolos homogéneos, para confirmar la eficacia de tratamientos en fracturas de fatiga¹⁴.

El tratamiento quirúrgico de este tipo de fracturas se reserva a casos severos que presentan déficits neurológicos, inestabilidad o desplazamiento mayor de 2 mm¹⁰.

Tras una fractura por fatiga el atleta debe tener una serie de precauciones para evitar recaídas, ya que estas no son infrecuentes¹⁰, siendo la principal el retorno progresivo y gradual a la actividad deportiva previa, que permita una adecuada consolidación y remodelación de la fractura, esta progresión incluye el evitar impactos y el mejorar la fuerza y la resistencia de los músculos implicados en la aparición de la fractura, que en el caso de la fractura de estrés

sacro, debe incluir una adecuada potenciación del core y de la musculatura estabilizadora de la cadera.

Otras medidas preventivas son el uso de calzado deportivo adecuado, uso de ortesis de descarga, cumplimiento de una dieta equilibrada (ingesta calórica adecuada, ingesta adecuada de calcio y vitamina D) y la corrección de alteraciones endocrinas, especialmente en la mujer deportista^{2,10}.

2.- Presentación del Caso

Varón de 46 años de edad, duatleta de nivel nacional, que consulta (6/04/2021) por dolor a nivel glúteo derecho de un mes de evolución, de inicio insidioso y sin antecedente traumático claro, que no mejora con reposo de la carrera, ingesta de antiinflamatorios, corticoides y miorrelajantes y que empeora cuando vuelve a practicar carrera continua.

En la exploración se observa un balance articular activo de cadera conservado e indoloro, las maniobras exploratorias del piriforme, compresión y cierre anillo pélvico, elongación radicular todas negativas y no presentaba dolor a la palpación del trocánter ni en inserciones isquiosurales proximales. Dolor mal definido, a nivel del glúteo, que aumenta con el apoyo monopodal.

La fecha de realización y los resultados de las diferentes exploraciones complementarias realizadas al paciente se exponen en la tabla 2.

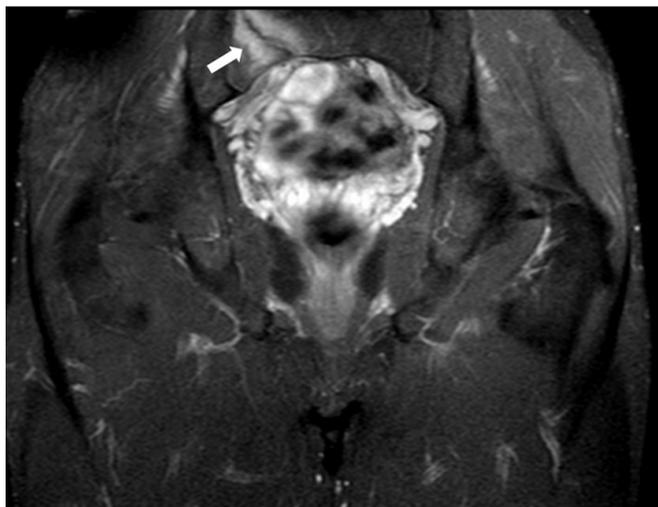


Figura 2. Resonancia Nuclear Magnética donde se observa fractura de fatiga del ala sacra derecha.

Flecha: fractura de fatiga del ala sacra derecha

Con el diagnóstico de fractura de fatiga del hemisacro derecho (Figura 2), se instauró tratamiento con Nutracéutico articular (Carticure Plus®) un sobre con el desayuno durante dos meses, magnetoterapia (Tres sesiones a la semana hasta completar 20 sesiones), programa de readaptación funcional (masoterapia descontracturante lumbar y glútea especialmente derecha, potenciación de Core y de la musculatura estabilizadora de las caderas).

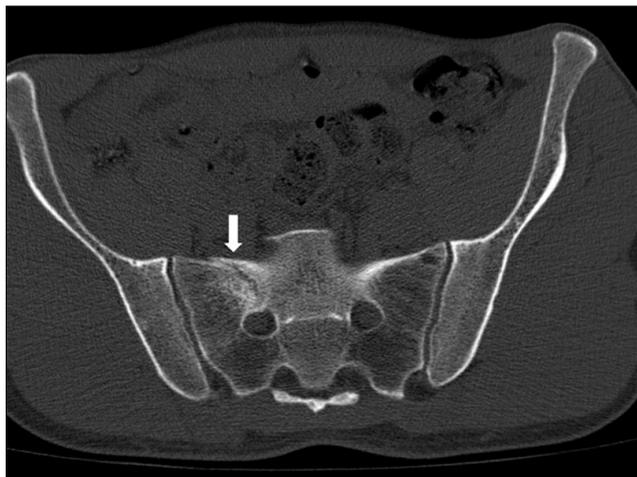


Figura 3. Tomografía Axial Computerizada donde se observa fractura de fatiga del ala sacra derecha

Flecha: fractura de fatiga del ala sacra derecha

En la evolución el deportista inició ejercicios con carga el 5/07/2021, realizó entrenamiento completo con mínimas molestias el 22/12/2021, realizó entrenamiento completo sin molestias en febrero 2022 y fue Campeón de Europa de su categoría en septiembre de 2022. A la fecha de redactar este trabajo permanece asintomático.

Conclusión

Las fracturas de fatiga del sacro deben considerarse en el diagnóstico diferencial del síndrome de dolor glúteo profundo.

Autoria. Todos los autores han contribuido intelectualmente en el desarrollo del trabajo, asumen la responsabilidad de los contenidos y, asimismo, están de acuerdo con la versión definitiva del artículo. **Financiación.** Los autores declaran no tener financiación. **Conflicto de intereses.** Los autores declaran no tener conflicto de intereses. **Origen y revisión.** No se ha realizado

por encargo, la revisión ha sido externa y por pares. **Responsabilidades éticas.** Protección de personas y animales: Los autores declaran que los procedimientos seguidos están conforme a las normas éticas de la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Confidencialidad: Los autores declaran que han seguido los protocolos establecidos por sus respectivos centros para acceder a los datos de las historias clínicas para poder realizar este tipo de publicación con el objeto de realizar una investigación/divulgación para la comunidad. Privacidad: Los autores declaran que no aparecen datos de los pacientes en este artículo.

REFERENCIAS

- Kendall J, Eckner JT. Sacral stress fracture in a young healthy athlete. *Am J Phys Med Rehabil.* 2013;92(12):1-3. <http://dx.doi.org/10.1097/PHM.0b013e31825f1c20>
- Behrens SB, Deren ME, Matson A, Fadale PD, Monchik KO. Stress fractures of the pelvis and legs in athletes: a review: A review. *Sports Health.* 2013;5(2):165-74. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/1941738112467423>
- Kahanov L, Eberman LE, Games KE, Wasik M. Diagnosis, treatment, and rehabilitation of stress fractures in the lower extremity in runners. *Open Access J Sports Med.* 2015;6:87-95. <http://dx.doi.org/10.2147/OAJSM.S39512>
- Vajapey S, Matic G, Hartz C, Miller TL. Sacral stress fractures: A rare but curable cause of back pain in athletes. *Sports Health.* 2019;11(5):446-52. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/1941738119854763>
- Kiel J, Kaiser K. Stress reaction and fractures. *Stat Pearls.* 2022. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29939612/>
- Tatsumura M, Eto F, Nagashima K, Okuwaki S, Gamada H, Iwabuchi S, et al. Features of sacral alar fatigue fractures in adolescent athletes with overuse. *Sci Rep.* 2021;11(1):8420. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-021-87752-4>
- Nomura H, Nomura S. Sacral fatigue fracture in a young girl with no history of trauma or reported athletic activity: a case report. *AME Case Rep.* 2020;4:27. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21037/acr-20-41>
- Takahashi Y, Kobayashi T, Miyakoshi N, Abe E, Kikuchi K, Shimada Y. Sacral stress fracture in an amateur rugby player: a case report. *J Med Case Reports.* 2016;10:327. <http://dx.doi.org/10.1186/s13256-016-1120-3>
- Yuasa Y, Miyakoshi N, Hongo M, Ebata K, Tomioka T, Shimada Y. Sacral stress fracture in an amateur badminton player. *Case Reports Orthop.* 2017;4268991. <https://doi.org/10.1155/2017/4268991>
- Tsatsaragkou A, Vlasis K, Raptis K, Zafeiris E, Mari A, Alpantaki K, et al. Fatigue sacral fractures: a case series and literature review. *J Musculoskelet Neu Interact.* 2022;22(3):385-92. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmc9438517/>
- Nattiv A, Kennedy G, Barrack MT, Abdelkerim A, Goolsby MA, Arends J, et al. Correlation of MRI grading of bone stress injuries with clinical risk factors and return to play: a 5-year prospective study in collegiate track and field athletes. *Am J Sports Med.* 2013;41(8):1930-41. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546513490645>
- Knechtle B, Jastrzębski Z, Hill L, Nikolaidis PT. Vitamin D and stress fractures in sport: Preventive and therapeutic measures-A narrative review. *Medicina (Kaunas).* 2021;57(3):223. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/medicina57030223>
- Miller TL, Jamieson M, Everson S, Siegel C. Expected time to return to athletic participation after stress fracture in

- Division I collegiate athletes. *Sports Health*. 2018;10(4):340–4. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/1941738117747868>
14. Ficek K, Cyganik P, Rajca J, Racut A, Kiełtyka A, Grzywocz J, et al. Stress fractures in uncommon location: Six case reports and review of the literature. *World J Clin Cases*. 2020;8(18):4135–50. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.12998/wjcc.v8.i18.4135>
 15. Younan-Farah T, Zibawi M, Abs L, Fayad F. Atypical unilateral sacroiliitis secondary to mechanical stress injury. *J Radiol Case Rep*. 2020;14(9):10–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3941/jrcr.v14i9.3582>
 16. Grewal S, Dunlop G, Kloen P. Pelvic stress fracture in a Dutch U19 cricketer: a case report. *J Hip Preserv Surg* [Internet]. 2021;8(4):382–3. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/jhps/hnaa031>
 17. 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):174–80. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.35366/101862>
 18. Reiman MP, Mather RC, Cook CE. Physical examination tests for hip dysfunction and injury. *Br J Sports Med*. 2015;49:357–361. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2012-091929>