

Facultade de Enfermaría e Podoloxía



TRABALLO DE FIN DE GRAO EN PODOLOXÍA

Curso académico 2016/2017

Fracturas de estrés del V metatarsiano, causas y
tratamiento. Revisión bibliográfica.

David Fernández Carballeira

Director: Prof. Juan Luis Carballo Díaz

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero dar las gracias a mi familia por el apoyo moral que me han dado durante los meses de elaboración de esta revisión. Por otra parte, a mi tutor Juan Luis Carballo, quiero agradecerle que en todo momento haya estado pendiente de la evolución del trabajo así como resolviendo todas las dudas que surgían. Y por último, quiero agradecer especialmente a mi compañera Patricia Lendoiro, por la ayuda que he recibido por su parte, y por todo el tiempo de trabajo que hemos compartido, en el que ha supuesto un apoyo fundamental.

ÍNDICE

Resumen estructurado	3
Resumo estruturado	3
Abstract	4
1. Introducción	5
2. Formulación de la pregunta de estudio	8
3. Metodología	8
3.1 Criterios de inclusión	9
3.2 Criterios de exclusión	9
3.3 Estrategia de búsqueda	9
4. Resultados	10
5. Discusión	24
6. Conclusión	27
7. Bibliografía	28

RESUMEN ESTRUCTURADO:

Objetivo: esta revisión tiene como finalidad estudiar las posibles causas de una fractura de estrés del V metatarsiano así como su prevención y tratamiento.

Metodología: se realiza una búsqueda bibliográfica en bases de datos sanitarias relacionadas con la podología que incluye las publicaciones de los últimos 5 años.

Resultados: se obtiene un total de 134 artículos y, tras desechar aquellos que no se ajustaban al tema a tratar y las posibles duplicaciones, el número se reduce a los 16 artículos utilizados para esta revisión.

Conclusión: Existen diversas formas de prevenir las fracturas de estrés según cuales sean los factores causales, por lo que es de vital importancia la determinación de estos. El tratamiento que mejores resultados presenta es el quirúrgico, aunque deberá adaptarse según las características del paciente.

RESUMO ESTRUTURADO

Objetivo: esta revisión ten como finalidade estudar as posibles causas dunha fractura de estrés así como a súa prevención e o tratamento.

Metodoloxía: realízase unha búsqueda bibliográfica en bases de datos sanitarias relacionadas coa podoloxía que inclúe as publicacións dos últimos 5 anos.

Resultados: obtéñense un total de 134 artigos e, tras descartar aqueles que non se axeitaban ao tema a tratar e as posibles duplicacións, o número redúcese aos 16 artigos empregados nesta revisión.

Conclusión: Hai diferentes formas de previr as fracturas de estrés según cales sexan os factores que a causan, polo que é de vital importancia a súa determinación. O tratamento que mellores resultados presenta é o quirúrxico, aínda que deberá adaptarse segundo as características do paciente.

ABSTRACT

Objective: This review aims to study the preventive methods of a stress fracture as well as the treatment of choice.

Methods: a bibliographic search is carried out in sanitary databases related to podiatry, which includes the publications of the last 5 years.

Results: a total of 134 articles were obtained and, after discarding those that do not fit the subject of treatment and possible duplications, the number is reduced to the 16 items used for this review.

Conclusion: There are several ways to prevent stress fractures depending on the causal factors, so it is of vital importance to determine these. The treatment that best results presents is the surgical one, nevertheless it adapts according to the characteristics of the patient.

1. INTRODUCCIÓN

Las fracturas de estrés son lesiones por sobreesfuerzo especialmente comunes en atletas (21%) y reclutas (31%) y de creciente incidencia en deportistas amateur de resistencia^{1, 2}. Los lugares que se ven afectados con mayor frecuencia son la tibia, los huesos del tarso y los metatarsianos; debido a la carga continua a la que están sometidos como elementos de sostén del peso corporal³. Este tipo de lesión aparece tras períodos de carga submáxima sin el descanso adecuado, provocando un desequilibrio entre la regeneración y la resorción ósea, en favor de esta segunda. Todo esto conlleva a sensibilidad y edema óseo, conocido como “reacción de estrés”, que puede ir acompañada de un inicio insidioso del dolor. En caso de que las cargas no remitan, se producirá la ruptura de la cortical, es decir, la fractura de estrés^{3,4}. En atletas y militares tienen lugar típicamente tras aumentar la frecuencia, intensidad o duración del entrenamiento sin tener en cuenta los períodos de descanso, pudiendo ser estas fracturas totales o parciales².

La fractura de estrés del V metatarsiano se incluye dentro del grupo de “fracturas de alto riesgo” ya que coincide la zona de sobrecarga con un región anatómica hipovascularizada, por lo que habrá mayor riesgo de complicaciones^{2, 3}. Aunque no es una lesión extremadamente frecuente, su importancia radica en el largo período de reposo que exige para su curación antes de la vuelta a la actividad, ya sea tratada de manera quirúrgica o conservadora³.

Dentro de las fracturas de estrés, podemos diferenciar dos tipos; las fracturas por fatiga, donde el hueso en condiciones normales se ve sometido a fuerzas continuas sin el descanso necesario, lo que da lugar a la reacción de estrés; y las fracturas por insuficiencia, es decir, un hueso que no se encuentra en condiciones óptimas (por ejemplo, osteoporosis) sometido a fuerzas que en una situación normal no causaría lesión³.

Patogénesis: A causa del sobreesfuerzo exigido al hueso y la falta de descanso, la actividad osteoclástica ganará ventaja con respecto a la actividad osteoblástica, es decir, se destruirá más masa ósea de la que se

regenera. Esto derivará en una debilidad ósea, que puede terminar en fractura ^{2,3}. Las fracturas de estrés a diferencia de las agudas no acostumbran a desplazarse. No obstante, la región proximal del V metatarsiano está sometida a gran tracción por su unión al cuboides y al IV metatarsiano, y por dar inserción a diversas estructuras (peroneo lateral corto, peroneo anterior y aponeurosis plantar); esto unido a la zona hipovascularizada donde se localizan estas lesiones les confiere un pronóstico complicado ⁵.

Presentación clínica: Lo esencial para obtener buenos resultados en el tratamiento de esta patología es un diagnóstico precoz ⁵ para ello, se debe mantener un alto índice de sospecha. Es fundamental historiar adecuadamente al paciente, para así detectar los posibles factores de riesgo subyacentes a la lesión, así como solicitar las pruebas de imagen que sean necesarias ^{1, 6}. El dolor suele ser localizado, de inicio insidioso, y según progresa la patología comienza antes durante los entrenamientos, aunque mejora con el reposo. Con el paso del tiempo y si no se pone remedio, el dolor puede aparecer durante las actividades diarias, sugiriendo un avance de la lesión ⁶. Dependiendo del tiempo de evolución, puede aparecer hinchazón, equimosis, durezas y sensibilidad local. El examen clínico debe incluir la evaluación de la marcha, la alineación de miembros inferiores y del retropié, cualquier deformidad presente y su flexibilidad, y el rango de movilidad de tobillo ⁵.

Factores de riesgo: Los factores de riesgo pueden dividirse en extrínsecos e intrínsecos. En el primer grupo se incluirían todos aquellos que están relacionados con el entorno del paciente, como la distancia, intensidad y duración de la actividad, la superficie sobre la que se practica y el calzado que se utiliza. La nutrición, los hábitos personales (consumo de alcohol, tabaco o cafeína), la condición física y la ocupación del individuo ⁵.

En cuanto a los factores intrínsecos, tiene gran trascendencia la presencia de fracturas de estrés previas ⁶. Otros factores a tener en cuenta son las deformidades estructurales como pie cavo o retropié varo, desequilibrios musculares, la densidad mineral ósea reducida y la curvatura del V

metatarsiano. Por último, las mujeres también tienen mayor riesgo de padecer una fractura de estrés, especialmente aquellas en las que esté presente la tríada femenina (disfunción menstrual, baja densidad ósea y nutrición deficiente) ^{5,6}.

Diagnóstico diferencial: se debe incluir tensión muscular, tendinopatía, atrapamiento nervioso, esguince ligamentoso, bursitis, periostitis, fractura de Jones o por avulsión de la tuberosidad, síndrome compartimental, infección y neoplasia ³.

Pruebas complementarias: se deben utilizar cuando exista un índice de sospecha alto para confirmar y planificar el tratamiento ³.

- La radiografía simple es una prueba de fácil acceso y bajo coste, interesante en el diagnóstico esta patología. No obstante, las primeras semanas su sensibilidad es baja (15-35%), por lo que, en caso de no observar cambios radiológicos, se repetirá la prueba las 2 semanas, o bien se solicitará otra prueba complementaria. En la radiografía se puede observar reacción perióstica y una ligera línea de fractura ⁶.
- La Resonancia Magnética es la prueba de elección debido a su alta especificidad y sensibilidad (99%), que revela cambios como el edema óseo y excluye posibles daños en tejidos blandos a las pocas semanas del inicio de la sintomatología, permitiendo así una intervención precoz ⁶.
- Los ultrasonidos son una modalidad accesible para el diagnóstico por imagen. Puede observarse con esta prueba reacción perióstica y edema, no obstante, sigue siendo objeto de estudio el uso de la ecografía para el diagnóstico de esta patología ⁵.

Clasificación: las fracturas del V metatarsiano se clasifican según su localización en fracturas por avulsión, fracturas de Jones y fracturas de estrés diafisario, sin embargo además de la localización, difieren en el mecanismo de lesión, los hallazgos radiológicos y el plan de tratamiento ⁴. Dentro de las fracturas de estrés del V metatarsiano, Torg et al ⁷ desarrollaron una clasificación según los signos radiológicos para facilitar el manejo clínico de estas lesiones:

- El tipo I se define como una línea de fractura plantar sin presencia de esclerosis medular.
- El tipo II es propenso al retraso en la unión, la línea de fractura está ensanchada y hay presencia de esclerosis intramedular.
- El tipo III no presenta unión, y existe una obliteración del canal medular por el hueso esclerótico⁸.

Complicaciones: el retraso en la unión, la no unión y las recidivas presentan altas tasas de incidencia tras el tratamiento de esta patología, ya sea de forma conservadora o quirúrgica. Esto se explica, desde el punto de vista biomecánico, porque las fuerzas de estrés repetitivo inciden en la zona de la lesión, es decir, la zona plantar lateral. Un aumento de la reacción de estrés puede provocar que la fractura plantar aumente complicando el pronóstico. Diversos factores pueden aumentar el riesgo de recidiva, en especial, la vuelta a la actividad antes de la cicatrización completa⁹.

2. PREGUNTA DE ESTUDIO

Teniendo en cuenta el gran impacto que las fracturas de estrés del V metatarsiano suponen en las personas que las padecen, se plantea siguiente pregunta: ¿Qué factores de riesgo predisponen a padecer esta lesión, como prevenirlos y que tratamiento ofrece mejores resultados y menor tiempo de reposo?

3. METODOLOGÍA

La revisión de la bibliografía se ha realizado con el objetivo de buscar información de calidad relacionada con el tema a tratar. Para ello es fundamental respaldar este trabajo en la Podología Basada en la Evidencia (PBE), con el fin de obtener aquellos datos de mayor relevancia clínica.

La búsqueda bibliográfica se realizó a lo largo del mes de Marzo de 2017, y para ello se consultaron diversas bases de datos relacionadas con el ámbito de la podología disponibles a través de la Universidad de la

Coruña (UDC) como son: PubMed, Cochrane Library Plus, Web of Sciences y Scopus. Para centrar la búsqueda en favor de nuestros intereses se han utilizado criterios de inclusión y exclusión que se explican a continuación. Por otra parte, se ha llevado a cabo una evaluación de la evidencia científica y el grado de recomendación de las publicaciones seleccionadas utilizando la Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN).

3.1 Criterios de inclusión:

- Artículos relacionados con las fracturas de estrés del V metatarsiano, sus causas o posibles tratamientos.
- Artículos publicados en los últimos 5 años.
- Bibliografía en castellano o inglés
- Se incluyen aquellos artículos originales tales como meta-análisis, revisiones sistemáticas, investigaciones cuantitativas o cualitativas o ensayos clínicos.

3.2 Criterios de exclusión:

- Publicaciones que no traten en profundidad la patología estudiada o temas que afectan directamente.
- Estudios publicados antes del año 2012.
- Artículos publicados en idiomas distintos al español o el inglés.
- Documentos bibliográficos tales como cartas al director, opiniones, artículos especiales o de colaboración, artículos de opinión o reflexión.

3.3 Estrategia de búsqueda:

La búsqueda de publicaciones se realizó utilizando los Descriptores en Ciencias de la Salud (DECS) y los términos Medical Subject Headings (MESH), a través de los cuales se obtuvieron palabras clave como "overuse injuries", "metatarsal", "stress fracture". Por otra parte, también se hizo uso de los marcadores booleanos "OR" y "AND" para centrar la búsqueda según la necesidad. En cada base de datos se ha utilizado una

estrategia de búsqueda distinta, ya que éstas difieren en su formato. Una vez obtenidos los resultados de la búsqueda, con los filtros aplicados, se ha procedido a la lectura de los artículos para comprobar su compatibilidad con el tema de estudio así como su adecuación a los criterios de inclusión citados anteriormente. (Tabla I)

Base de datos	Estrategia de búsqueda	Artículos encontrados	Artículos seleccionados
PubMed	(((((overuse injuries) AND metatarsal AND ("last 5 years"[Pdat] AND Humans[Mesh] AND (Spanish[lang] OR English[lang])))) OR ((stress fracture) AND metatarsal AND ("last 5 years"[Pdat] AND Humans[Mesh] AND (Spanish[lang] OR English[lang])))) AND ("last 5 years"[Pdat] AND Humans[Mesh] AND (Spanish[lang] OR English[lang])))	69	11
Biblioteca Cochrane plus	STRESS FRACTURE METATARSAL	7	1
Web of Sciences	Tema: (stress fracture V metatarsal) Período de tiempo: 2012-2017)	7	2
Scopus	TITLE-ABS KEY (<i>stress</i> AND <i>fracture</i> AND <i>fifth</i> AND <i>metatarsal</i>) Período:2012-2017	51	11

Tabla I: Estrategia y resultados de la búsqueda bibliográfica

Tras haber realizado una minuciosa búsqueda bibliográfica se obtuvieron un total de 134 artículos que tratan el tema de estudio o están relacionados con el mismo. Una vez comprobadas las duplicaciones existentes entre bases de datos y realizado el descarte de aquellas publicaciones que no se adecuan al tema tratado, se determinan 16 artículos de interés para la realización de esta revisión.

4. RESULTADOS

Una vez examinadas las 16 publicaciones a partir de las cuales se procederá a la realización de la revisión, se obtiene los siguientes resultados en lo que a su evidencia y grado de recomendación se refiere según la Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN). (TABLA II)

Título del artículo	Tipo de estudio	Nº de participantes	Nivel de evidencia	Grado de recomendación
Surgical versus conservative treatment for high-risk stress fractures of the lower leg (anterior tibial cortex, navicular and fifth metatarsal base): a systematic review	Revisión sistemática	34 artículos	1-	B
Plantar pressure asymetry and risk of stress injuries in the foot of Young soccer players	Estudio observacional de casos y controles	30	2+	C
Evaluating the Risk of a Fifth Metatarsal Stress Fracture by Measuring the Serum 25-Hydroxyvitamin D Levels	Estudio de casos y controles	37	2-	C
Association of Vitamin D With Stress Fractures	Estudio retrospectivo de cohortes	124	2-	C
Ultrasonography of fractures in sports medicine	Revisión	43 artículos	2+	C
Running with a minimalist shoe increases plantar pressure in the forefoot region of healthy female runners	Estudio cruzado aleatorizado	18	3	D
Soccer boots elevate plantar pressures in elite male soccer players	Serie de casos	17	3	D
Shock-Absorbing insoles reduce the incidence of lower limb overuse injuries sustained during royal marine training	Estudio retrospectivo longitudinal	3000	3	D
Fifth metatarsal fractures among male professional footballers: a potential career-ending disease	Estudio analítico prospectivo	3487	3	D
Treatment of proximal metatarsal V fractures in athletes and non-athletes	Revisión	21 artículos	2++	C
Treatment of proximal V metatarsal bone fractures in athletes	Estudio cuasi experimental	42	3	D
Plantar loading during jumping while wearing a rigid carbon graphite footplate	Ensayo de campo	19	3	D
Pathogenesis of fifth metatarsal fractures in college soccer players	Estudio de casos y controles	273	2-	C
Rare proximal diaphyseal stress fractures of the V metatarsal associated with a metatarsus adductus	Estudio de cohortes retrospectivo multicéntrico	51	2-	C
Vitamin D insufficiency and deficiency in patients with fractures of the fifth metatarsal	Estudio de casos y controles	40	2-	C
Prevalence of vitamin D deficiency in patients with foot and ankle injuries	Estudio de casos y controles	75	2+	C

Tabla II: Características de los artículos, nivel de evidencia y grado de recomendación

Mallee WH, Weel H, van Dijk CN, van Tulder MW, Kerkhoffs GM et al. Surgical versus conservative treatment for high-risk stress fractures of the lower leg (anterior tibial cortex, navicular and fifth metatarsal base): a systematic review. Br J Sports Med. 2015; 49(6): 370-376.

El objetivo de esta revisión es comparar el tratamiento quirúrgico y el conservador para comprobar cual ofrece mejores resultados.

A pesar de que la metodología de búsqueda es buena, las pruebas encontradas son de baja calidad y no se deben sacar conclusiones firmes

sobre qué tratamiento para las fracturas de estrés es mejor. Los deportistas que padezcan esta patología deberán pasar fuera de la competición unas 14 semanas, si bien parece que el tratamiento quirúrgico reduce este tiempo (13,8 semanas vs 19,2) así como los problemas en la unión. El tratamiento quirúrgico evaluado se basa en la fijación de la fractura mediante un tornillo intramedular.

Azevedo RR, Da Rocha ES, Franco PS, Carpes FP. Plantar pressure asymmetry and risk of stress injuries in the foot of young soccer players. Phys Ther Sport. 2017; 24: 39-43.

El objetivo del estudio es valorar los patrones de presión plantar asociados con lesiones en el pie. Se investigó si los patrones de asimetría de la presión plantar presentes en jugadores de fútbol profesionales están presentes también entre jugadores jóvenes. Tras evaluar la presión plantar se encontró que en el V metatarsiano la presión plantar es mayor en el pie no dominante, lo que podría favorecer la aparición de fracturas de estrés, por otra parte, el fútbol produce una lateralización funcional de la pisada debido a gestos como el golpeo de balón, momento en el que el peso está cargado sobre el pie no dominante. Además, los cambios de dirección, típicos en futbolistas, producirán más fuerzas de tracción y frenado sobre el pie no dominante. La evaluación estática puede ser una prueba interesante a la hora de prevenir lesiones.

Shimasaki Y, Nagao M, Miyamori T, Aoba Y, Fukushi N et al. Evaluating the Risk of a Fifth Metatarsal Stress Fracture by Measuring the Serum 25-Hydroxyvitamin D Levels. Foot Ankle Int. 2016; 37(3): 307-311.

Este estudio tuvo como objetivo evaluar los riesgos endocrinos asociados a fractura de estrés de V metatarsiano en jugadores de fútbol universitarios. Se registraron los factores demográficos y la ingesta de calcio en la dieta y se evaluaron los niveles de 25-hidroxivitamina D

sérica, la PHT (hormona paratiroidea) sérica y los marcadores de salud general y recambio óseo.

La vitamina D tiene un papel fundamental en la salud ósea y la homeostasis mineral, que afecta a la absorción intestinal de calcio y fosfatos. El hallazgo más importante fue que la insuficiencia de vitamina D en jugadores universitarios de élite se asoció con 23,3 veces más probabilidades de sufrir una fractura de estrés de V metatarsiano. Según la declaración de la Fundación Internacional de Osteoporosis, la insuficiencia de vitamina D se define como niveles séricos de 25-(OH) D (25-hidroxivitamina D) <30 o <20 ng/mL. En este estudio, 8 atletas tuvieron niveles séricos de 25-(OH) D insuficientes en el grupo de fractura de estrés, mientras que sólo 1 atleta tuvo un nivel insuficiente en el grupo control. También se encontró que los niveles más altos de PTH estaban asociados con historia de fractura de estrés de V metatarsiano, esto puede explicarse por la retroalimentación secundaria en respuesta a la insuficiencia de vitamina D. La remodelación (formación de hueso y absorción ósea) es un proceso esencial para la curación de las fracturas, sin embargo, cuando este proceso persiste en el tiempo gasta vitamina D corporal, lo que puede dar lugar a una fractura de estrés del V metatarsiano. Se ha demostrado que diversos factores como la edad, el IMC, la estación, el sexo, la ingesta de calcio, el tiempo de exposición al sol y la raza, influyen en los niveles de vitamina D.

Miller JR, Dunn KW, Ciliberti LJ, Patel RD, Swanson BA. Association of Vitamin D with Stress fractures: A Retrospective Cohort Study. Foot Ankle Int. 2016; 55(1):117-120.

La vitamina D es un nutriente esencial que puede comportarse como una hormona obtenida a través de la dieta y la síntesis cutánea por la radiación ultravioleta B. Se ha demostrado una correlación significativa entre un adecuado nivel de vitamina D y una densidad de masa ósea apropiada. El objetivo de este estudio fue examinar las concentraciones séricas de vitamina D en pacientes con fracturas de estrés.

La concentración de vitamina D de un individuo está íntimamente ligada a la absorción de calcio y fósforo en la dieta. En un estado de déficit de vitamina D, sólo del 10% al 15% del Ca en la dieta y el 50%-60% del P será absorbido. Así, se produce una disminución en los niveles de calcio seroionizado. Esto es reconocido por el sensor de calcio en las glándulas paratiroides, lo que resulta en un aumento en la secreción de la PTH (hormona paratiroidea). A su vez, la hormona paratiroidea acelera la expresión de RANKL (receptor activador para el factor nuclear κ B) en osteoblastos para aumentar la producción de osteoclastos maduros para movilizar las reservas de calcio. Por lo tanto, puede producirse una disminución de la mineralización ósea y de la integridad estructural.

La asociación entre los niveles séricos de 25-(OH) D y la aparición de fracturas por estrés se ha comprobado en estudios previos. Por lo tanto, se recomienda un nivel sérico de 25-(OH) D de 40 ng/mL para la profilaxis de fractura de estrés, especialmente en pacientes activos con moderada demanda funcional. En este estudio 9 de los 53 pacientes tenían un nivel sérico de 25-(OH) D > 40 ng/mL, por lo que se deduce que la vitamina D no es el único predictor en la aparición de fractura de estrés. Una vez diagnosticado un déficit de vitamina D en un paciente con fractura de estrés se debe tratar de suplementar la misma para mejorar la capacidad de cicatrización ósea. Los datos han demostrado que 100 UI (unidades internacionales) diarios de vitamina D3 aumentan los niveles de vitamina D en sangre en 1 ng/mL en un espacio de 2 a 3 meses. La sociedad endocrina ha sugerido que los adultos con déficit de vitamina D, deben suplementar con 50.000 UI de vitamina D2 o vitamina D3 una vez por semana durante 8 semanas o su equivalente 6000 UI diarios para alcanzar un 25-(OH) D > 30 ng/mL. Una vez alcanzados los niveles adecuados, se debe aconsejar un suplemento de 2000 UI diarias para prevenir la recurrencia de una fractura de estrés. Esta suplementación con vitamina D ha demostrado seguridad, con escaso riesgo asociado de toxicidad.

Hoffman DF, Adams E, Bianchi S. Ultrasonography of fractures in sports medicine. Br J Sports Med. 2014; 49(3): 152-160.

Los ultrasonidos de alta resolución se han convertido en una parte rutinaria dentro de la exploración en medicina deportiva, que sirve para evaluar inicialmente una lesión ósea, especialmente cuando la radiografía simple no está disponible o no es concluyente. Aunque los ultrasonidos presentan limitaciones en la evaluación ósea, ofrece ventajas por su accesibilidad y la imagen multiplanar que puede revelar fracturas que en la radiografía podrían pasar desapercibidas. Esto ha permitido la evaluación inmediata de la lesión ósea y la detección de signos de fractura de estrés antes de que se puedan observar en una radiografía. La radiografía es el pilar de la evaluación inicial de una lesión ósea sospechosa, sin embargo, en los primeros estadios de la fractura por estrés, ésta suele ser normal. Es importante remarcar que el uso de ultrasonidos debe ir asociado a la radiografía y, si es necesario a resonancia magnética, para evaluar las lesión óseas por estrés. Los primeros hallazgos ecográficos de una reacción o fractura de estrés son la elevación hipoecoica del periostio e hipervascularización de la zona. Estos cambios se corresponden con la clínica de aparición del dolor. A medida que progresa la lesión aparecerán cambios como una línea de fractura que ecográficamente aparecerá como una alteración de la cortical ósea, irregularidad cortical o engrosamiento, e hiperecogenicidad del tejido blando circundante debido al edema. La sono-palpación también confirmará sensibilidad en la localización de la patología ósea. Con los ultrasonidos también se puede visualizar la formación de callo óseo, a menudo antes que en la radiografía simple.

Bergstra SA, Kluitenberg B, Dekker R, Bredeweg SW, Postema K et al. Running with a minimalist shoe increases plantar pressure in the forefoot region of healthy female runners. J Sci Med Sport. 2015; 18(4): 463-468.

La comparativa entre la carrera en personas con calzado tradicional y calzado minimalista, muestra que este último grupo cambia desde el choque de talón hasta el despegue del antepié, reduciendo la longitud de la zancada y aumentando la cadencia. Este tipo de zapatillas no suele tener acolchado en el talón, ni control del movimiento y su suela es flexible. Además, en estudios recientes, se han mostrado varios casos de fracturas de estrés metatarsal tras el cambio de una zapatilla estándar a calzado minimalista. Estos microtraumatismos pueden ser causados por una presión mayor en la zona del antepié. El objetivo de este estudio fue evaluar la diferencia de presión en el antepié entre correr con calzado estándar o minimalista.

Los resultados mostraron que las presiones en la región del antepié aumentaron con el uso de calzado minimalista, mientras que no hubo diferencias relevantes entre el aterrizaje en ambos tipos de calzado. Esto demuestra que correr con calzado minimalista aumenta la presión plantar en la zona de antepié sin variar la forma de aterrizaje. El aumento de presión podría explicar las fracturas de estrés previamente encontradas en corredores minimalistas. En este estudio se utilizaron zapatillas con un Drop 0, pero con un grosor de 9,5 mm, siendo de éstos 4 mm de amortiguación. Se ha planteado la hipótesis de que el cambio de apoyo en el talón al mediopié-antepié se debe al malestar producido por el calzado minimalista, esto se podría solucionar gracias a esa pequeña amortiguación que posee el calzado con el que se realizó este estudio.

Carl HD, Pauser J, Swoboda B, Jendrissek A, Brem M. Soccer boots elevate plantar pressures in elite male soccer professionals. Clin J Sport med. 2014; 24(1): 58-61.

Este estudio se llevó a cabo para evaluar los valores de presión plantar en los jugadores de fútbol masculino de élite durante la práctica deportiva.

Parece haber diferencias importantes de carga del pie entre jugadores aficionados y profesionales tras los resultados. En primer lugar, no se observan diferencias significativas de presión entre el pie dominante y el

no dominante, esto se puede explicar por su excelente condición física. En segundo lugar, las presiones más altas aparecen en la zona lateral del mediopié en lugar de la zona medial, lo que discrepa con la bibliografía sobre jugadores aficionados. Utilizando botas de 12 clavos se encuentra que las zonas de mayor presión están localizadas bajo el lateral del mediopié, las cabezas metatarsales y el hallux. Es aconsejable realizar modificaciones en el calzado (densidad y material de los tacos), ya que el uso de ortesis en estos pacientes es complicado. Se detecta que varias zonas presentan sobrecarga en comparación con zapatillas deportivas, esto puede ser importante en el contexto de las lesiones por sobreuso. Dado que la sobrecarga de la cara lateral del pie se puede considerar un factor de riesgo para la fractura de estrés del V metatarsiano y apoyada por la conclusión de que las botas de fútbol elevan la carga lateral del mediopié, se debe evaluar la opción de utilizar otro tipo de botas en los entrenamientos para prevenir esta lesión. Es necesario estudiar si el riesgo de fractura de estrés de V metatarsiano podría reducirse con esta medida.

House C, Reece A, Roiz de Sa D. Shock-absorbing insoles reduce the incidence of lower limb overuse injuries sustained during Royal Marine training. Mil Med. 2013; 178(6): 683-689.

Este estudio se llevó a cabo para determinar si la incidencia de las lesiones en los miembros inferiores en reclutas de la Royal Marine se podía reducir mediante el uso de ortesis de espuma de poliuretano que absorban impactos en lugar de las plantillas estándar. Se plantea la hipótesis de que el uso de ortesis absorbentes en lugar de la plantilla estándar reduciría la incidencia de lesiones del miembro inferior.

El uso de ortesis fabricada con espuma de poliuretano en reclutas redujo la incidencia de lesiones en la extremidad inferior. La incidencia de lesiones con el uso de estas ortesis fue de 19,0% mientras que con el uso de plantillas estándar ascendía al 31,7%. Sin embargo, las ortesis de espuma de poliuretano no redujeron la incidencia de fracturas de estrés

en los metatarsianos y eso puede deberse a la etiología multifactorial de esta patología. La investigación ha indicado que la anatomía del pie y los factores biomecánicos están asociados con el desarrollo de una fractura de estrés de metatarsiano y que el uso de ortesis puede ser beneficioso.

Ekstrand J, van Dijk CN. Fifth metatarsal fractures among male professional footballers: a potential career-ending disease. Br J Sports Med. 2012; 47(12): 754-758.

El objetivo de este estudio fue determinar la incidencia y los tiempos de recuperación de fracturas proximales de V metatarsiano en jugadores profesionales de fútbol masculino. También se analizaron las tasas de curación y complicación tras el tratamiento quirúrgico y el conservador.

Este estudio muestra que las fracturas de V metatarsiano son lesiones poco frecuentes en el fútbol y con alta tasa de complicaciones. Un hallazgo importante del estudio fue que los jugadores que sufrieron fracturas del V metatarsiano fueron más jóvenes que los que no la padecieron. Además, se observó que muchas fracturas tienen lugar al principio de la temporada, especialmente durante los entrenamientos de pretemporada. Ambos hallazgos apoyan la teoría de que el estrés repetitivo es un factor de riesgo para las fracturas de V metatarsiano, ya que en pretemporada se concentra el entrenamiento que implica más estrés repetitivo, siguiendo un período de descanso entre ambas temporadas. Otro factor destacable es el pasar de un nivel inferior de juego al ámbito profesional, lo que supone una intensificación, esto podría explicar la conclusión de que el riesgo de lesión es mayor en jugadores jóvenes. Otro hallazgo importante fue la presencia de sintomatología prodrómica, en el 45% de los casos, el dolor en el lateral del pie comenzó antes de sufrir una fractura. Detectarlas precozmente es vital y la prevención puede evitar la progresión de la lesión.

Por otra parte, se determinó una tasa de unión tras el tratamiento quirúrgico del 75%, en comparación con el conservador (33%).

La técnica quirúrgica utilizada fue la fijación con tornillos intramedulares, este método produce una compresión central, pero no comprime la corteza plantar-lateral.

Kerkhoffs GM, Versteegh VE, Sierevelt IN, Kloen P, Van Dijk CN. Treatment of proximal metatarsal V fractures in athletes and non-athletes. Br J Sports Med. 2012; 46(9): 644-648.

El propósito de este estudio fue evaluar las estrategias de tratamiento para las diferentes fracturas del V metatarsiano y sus resultados en atletas y no atletas. La hipótesis es que el tratamiento quirúrgico es el más eficaz.

Los hallazgos más importantes de este estudio son el consenso encontrado con respecto al tratamiento conservador de la fractura por avulsión y el quirúrgico en la fractura de Jones y la fractura de estrés, en este último caso para conseguir una cicatrización más rápida y una vuelta precoz a la actividad. El tratamiento conservador para las fracturas de estrés resultó en una alta incidencia (44%) de fracaso en el tratamiento, recidivas y retrasos de unión o no unión. Mientras que el tratamiento quirúrgico temprano supuso menor tiempo de curación clínica y proporcionó un regreso anterior a las actividades deportivas y diarias en comparación al conservador.

Japjec M, Staresinic M, Starjacki M, Zgaljardic L, Stivicic J. Treatment of proximal fifth metatarsal bone fractures in athletes. Injury. 2015; 46(6): 134-136.

Según la literatura existen variedad de clasificaciones y algoritmos terapéuticos para las fracturas del V metatarsiano. El tratamiento quirúrgico es el más habitual para las fracturas de estrés ya que el tratamiento conservador implica hasta 20 semanas de inmovilización. Tal ausencia prolongada, suele ser mal aceptada por los atletas. Se utilizaron diferentes tipos de tornillos para la fijación durante el estudio. Inicialmente se utilizaron tornillos maleolares no canulados, y posteriormente,

canulados (4,5 mm). Sin embargo se observaron recidivas en 3 pacientes y se observó irritación en la zona donde se encontraba la cabeza del tornillo en un paciente. Esto llevó al cambio de tornillos por otros especiales, sin cabeza y con mayor diámetro, tras el cambio, no se produjeron más complicaciones. Las altas tasa de no unión podrían deberse a la interrupción del suministro vascular que entra en el hueso en la región metafisis-diafisaria.

Queen RM, Verma R, Abbey AN, Nunley JA, Butler RJ. Plantar loading during jumping while wearing a rigid carbón grahite footplate. Gait Posture. 2014; 39(2):707-711.

Esta investigación tuvo como objetivo cuantificar el efecto de una ortesis de fibra de carbono sobre la carga plantar durante el despegue y el aterrizaje de un salto. La hipótesis era que la carga plantar bajo la cara lateral del pie se reduciría tras colocar la ortesis en el calzado deportivo.

Los resultados indican que la presión plantar no se redujo bajo la porción lateral del pie con la ortesis rígida de carbono, si no que permanece sin cambios en el aterrizaje y aumenta en el despegue. Durante el salto, la fuerza máxima se incrementó bajo la zona lateral del antepié al utilizar la ortesis de fibra de carbono. Hubo pequeñas diferencias en la carga plantar bajo la columna lateral que podrían dar lugar a una fractura de estrés. Para que la plantilla de carbono rígida sea un tratamiento eficaz tras la fractura de estrés de V metatarsiano, se hipotetiza que se debe reducir la carga a lo largo de la columna lateral, por debajo del V metatarsiano. Sin embargo, los resultados de este estudio muestran un aumento de la carga plantar tras colocar la plantilla de fibra de carbono, por lo que se oponen a la hipótesis. Este aumento de presiones sugiere que el uso de estas ortesis, en lugar de servir para la rehabilitación post fractura de estrés, puede aumentar la presión en la zona, retrasando la curación de la lesión y aumentando las posibilidades de recidiva.

Los resultados indican la necesidad de valorar otras opciones terapéuticas para mejorar la cicatrización y disminuir el riesgo de lesión recurrente.

Fujitaka K, Taniguchi A, Isomoto S, Kumai T, Otuki S et al. Pathogenesis of Fifth Metatarsal Fractures in College Soccer Players. Orthop J Sports Med. 2015; 3(9): 1-7.

El objetivo de este estudio es comparar las características físicas del grupo que desarrolló fracturas de estrés con los que no lo hicieron.

La comparación entre pierna dominante y no dominante, mostró que la aparición de fracturas de estrés fue significativamente más frecuente en la pierna no dominante. Las situaciones en que la pierna no dominante actúa como pivote como durante los regates o el golpeo de balón son frecuentes durante un partido. Cuando estas situaciones ocurren con frecuencia, la carga aplicada al V metatarsiano puede actuar como un factor de estrés mecánico, conduciendo a la fractura por fatiga. Por otro lado, el ángulo Q tiende a ser más bajo y la fuerza de agarre del V dedo menor en los casos de fractura de estrés. Esta menor fuerza de agarre en los dedos puede disminuir el equilibrio dinámico y conducir a un aumento de las situaciones en las que se sobrecarga el lateral del pie. Por otra parte, el ángulo Q expresa el eje de acción del cuádriceps y está asociado con el mecanismo de extensión de rodilla. El ángulo Q en el grupo lesión fue menor que en el grupo de no lesión. Esto sugiere una reducción en la capacidad del miembro inferior para absorber el choque, es decir, que el pie podría sostener una mayor carga de choque, en particular durante el salto. No obstante, en cuanto al ángulo Q cabe decir que tanto en los lesionados como en los sanos estaba dentro de la normalidad.

Wamelink KE, Marcoux JT, Walrath SM. Rare proximal Diaphyseal Stress fractures of the Fifth Metatarsal Associated With Metatarsus Adductus. J Foot Ankle Surg. 2016; 55(4): 788-793.

En este estudio, se procuró determinar la asociación de pacientes con antepié aducto y la incidencia de traumatismos relacionados con las fracturas del V metatarsiano. Se planteó la hipótesis de que existiría relación entre ambas condiciones.

A partir de los resultados del estudio, utilizando imágenes radiológicas e información clínica, se determina que la incidencia de fracturas metafisis-diafisaria proximales en el V metatarsiano son poco frecuentes (2,53%), siendo todavía menos comunes las fracturas de estrés (1,11%). Tras revisar cientos de fracturas metatarsales, sólo 22 muestran características relacionadas con el estrés en la unión diafisaria proximal del V metatarsiano. Todas las fracturas tuvieron un ángulo metatarsus aductus > 18 , con una media de 26,35, en comparación con el grupo de fracturas sin estrés, con una proporción del 51,7% de los 29 pacientes con un ángulo metatarsus aductus > 18 . Esta diferencia fue estadísticamente significativa. Los resultados sugieren que un aumento de la deformidad en el plano transversal, medida por el ángulo metatarsus aductus, es un posible factor de riesgo subyacente para las fracturas por estrés del V metatarsiano. En este estudio, la localización media de las fracturas fue a 27,53 mm desde la apófisis estiloides, región aparentemente vulnerable. La asociación de metatarsus aductus con fracturas de estrés del V metatarsiano es clara, sin embargo la magnitud exacta de estrés que produce la aducción del antepié sobre el V metatarsiano no se conoce.

Clutton J, Perera A. Vitamin D insufficiency and deficiency in patients with fractures of the fifth metatarsal. Foot. 2016; 27: 50-52.

En esta investigación se plantea que los pacientes con hipovitaminosis D tienen mayor riesgo de sufrir fracturas de estrés del V metatarsiano.

Se sugiere que la hipovitaminosis D puede ser un factor de riesgo para sufrir una fractura de baja energía del V metatarsiano. Un déficit de vitamina D se ha vinculado a una recidiva tras la fijación quirúrgica de las fracturas del V metatarsiano. El número de pacientes de este estudio limitó la extracción de información como el efecto del tabaquismo y otros

factores que aumentan las probabilidades de tener insuficiencia de vitamina D o el riesgo de sufrir una fractura del V metatarsiano. Sin embargo, se conoce que el tabaco disminuye la tasa de absorción de calcio y aumenta la tasa de resorción ósea, lo que aumenta el riesgo de fracturas. También existen pruebas de que la hipovitaminosis D puede aumentar las recidivas en fracturas de V metatarsiano. Además de su efecto sobre la homeostasis de calcio y fosfatos, la vitamina D tiene un efecto sobre la cicatrización y remodelación ósea a través de la regulación de la actividad osteoblástica y la estimulación en la génesis de osteoclastos.

Smith JT, Halim K, Palms DA, Okike K, Bluman EM et al. Prevalence of vitamin D deficiency in patients with foot and ankle injuries. Foot ankle Int. 2014; 35(1): 8-13.

El objetivo de este estudio fue identificar la prevalencia de déficit de vitamina D en pacientes con fracturas de baja energía en el pie, y determinar si los pacientes con una fractura tenían mayor riesgo de hipovitaminosis D que el grupo control.

La vitamina D tiene un papel fundamental en la salud ósea y la homeostasis mineral. Esta hormona liposoluble regula los niveles de calcio y fosfato al afectar a la absorción gastrointestinal y al volumen óseo. Con déficit de vitamina D (< 20 ng/mL), existe una disminución en la absorción de calcio y la regulación de la hormona paratiroidea, lo que conduce a una mayor resorción ósea y posterior osteoporosis, osteomalacia y retraso en la cicatrización ósea. Este estudio identificó un 47% de prevalencia de hipovitaminosis D en pacientes con fracturas de baja energía en pie y tobillo, en comparación con un grupo control que tenía una prevalencia de hipovitaminosis D del 30%. Estos datos sugieren que aquellos que presentan fracturas son más propensos a padecerla. Existen varios factores que alteran la biodisponibilidad adecuada de vitamina D, entre los que se incluyen la raza, sexo, edad, consumo dietético, exposición a la luz solar, lactancia materna, tabaquismo,

obesidad, trastornos hereditarios que causan raquitismo, ciertos fármacos como los glucocorticoides y anticonvulsivos y condiciones médicas como insuficiencia hepática y renal, malabsorción gastrointestinal o hiperparatiroidismo primario.

Los datos sugieren la importancia del control de la hipovitaminosis D en pacientes con fracturas de tobillo y pie de baja energía que fuman, son obesos o presentan factores de riesgo adicionales. Los datos mostraron una tendencia en los pacientes con suplementos de vitamina D a una menor tasa de hipovitaminosis de D, aunque esta tendencia no fue estadísticamente significativa. El nivel óptimo de vitamina D sérico es el superior a 30 ng/mL y una entre 20-30 ng/mL debe considerarse insuficiente. En personas sanas se recomienda una ingesta diaria de 600 UI (unidades internacionales) de vitamina D para menores de 70 años, y de 800 UI a partir de esta edad. La endocrine society recomienda que los adultos con déficit de vitamina D (<20 ng/mL) deben de recibir 50.000 UI de vitamina D oralmente una vez a la semana durante 8 semanas, seguido de una dosis de 1500 a 2000 UI diaria para mantener un nivel mayor a 30 ng/mL. Para la insuficiencia de vitamina D, una dosis diaria entre 600-800 UI de vitamina D3 puede ser suficiente para llegar a niveles normales.

5. DISCUSIÓN

Tras analizar exhaustivamente los resultados obtenidos en esta revisión encontramos que existen diversas medidas preventivas para tratar de evitar el desarrollo de esta patología que van, desde la suplementación dietética con vitamina D ²⁵, hasta el uso de ortesis plantares¹⁷, pasando por la planificación adecuada de entrenamientos y períodos de descanso ya anteriormente citados¹⁸. En cuanto al tratamiento, también existen distintas opciones terapéuticas tanto conservadoras como quirúrgicas, que deberán ser valoradas en función de las características del paciente.¹

Se ha demostrado la existencia de una correlación entre la concentración de vitamina D y los niveles séricos de calcio y fosfatos, así pues, también se ha relacionado con una densidad mineral ósea adecuada¹³. Aquellas personas que presenten una insuficiencia o déficit de vitamina D tendrán una mayor predisposición a sufrir una fractura de estrés por insuficiencia, este riesgo puede ser hasta 23,3 veces mayor en comparación a una persona con niveles normales¹². Existen multitud de factores que alteran la biodisponibilidad de vitamina D, entre ellos están incluidos la raza, el sexo, edad, régimen dietético, tabaquismo, obesidad, tratamientos farmacológicos (glucocorticoides) y patologías sistémicas como la insuficiencia renal o hepática²⁶. Teniendo en cuenta todo esto, se hace necesaria la suplementación dietética de vitamina D en aquellos pacientes que presenten niveles deficitarios para prevenir las fracturas de estrés, o en caso de que ésta ya esté presente, para evitar posibles complicaciones como retraso en la unión o recidivas²⁵. Se consideran insuficientes niveles séricos de 25-(OH) D <30 y la suplementación establecida difiere (100-600 UI diarias) según la bibliografía. La suplementación con vitamina D presenta escasa toxicidad^{12, 26}.

La prevención de las fracturas de estrés del V metatarsiano en futbolistas es fundamental. Ya que, aunque no es una patología que ocurra con mucha frecuencia, si supone una grave interrupción de la actividad en aquellos que la sufren²³. Las presiones plantares de los futbolistas se ven lateralizadas debido a algunos gestos como el golpeo de balón, siendo estas más altas en el pie no dominante, y por lo tanto, también el riesgo de fractura de estrés será más alto en este pie¹¹. No obstante, en futbolistas de élite estas diferencias no se observan debido a su buena condición física. Este tipo de futbolistas presentan especial riesgo a padecer esta lesión en el período de pretemporada, ya que es cuando más estrés de tejidos se produce, además proceder de un período de inactividad. También cabe destacar, la mayor incidencia de esta patología en jugadores jóvenes, que vienen de categorías inferiores en las que no se solicita tanto a los tejidos¹⁹. En otro estudio, también se comenta que

aquellos futbolistas que presentan un ángulo Q más bajo y cuyo V metatarsiano presenta menor fuerza de agarre, también tienen mayor riesgo de sufrir una fractura por estrés²³. Sería de interés tratar de implementar modificaciones en el calzado, como el material y densidad de los tacos para así prevenir las fracturas de estrés del V metatarsiano, ya que en estos pacientes la aplicación de tratamientos ortésicos es difícilmente soportable. Por último, debería plantearse la opción de utilizar otro tipo de calzado para la realización de los entrenamientos como medida preventiva. No obstante, este es un campo que requiere mayor investigación para lograr una prevención óptima¹⁶.

En cuanto al uso de ortesis como medida preventiva para las fracturas de estrés del V metatarsiano, en la bibliografía encontramos el artículo de House C et al ¹⁷ que plantea el cambio de la palmilla estándar del calzado por el uso de una ortesis de espuma de poliuretano que absorba los impactos en un grupo de reclutas militares. Sin embargo, no se encuentra que el uso de estas ortesis reduzca el riesgo de padecer una fractura de estrés, posiblemente, debido a su etiología multifactorial. Por otra parte, en el estudio de Queen RM et al ²² se planteaba que el uso de ortesis rígidas de fibra de carbono reduciría las cargas bajo la V cabeza metatarsal, pero los resultados reflejaron todo lo contrario, el uso de ortesis de estas características aumenta las presiones en esa región, por lo que deben evitarse.

Otro factor a tener en cuenta a la hora de prevenir las fracturas de estrés del V metatarsiano es la carrera minimalista. Esta modalidad de creciente popularidad cambia el patrón de la marcha, realizando el choque con antepié o mediopié en lugar del talón. Esto aumenta las cargas en esta zona. Además, el tipo de calzado que suele utilizar estos corredores presenta escasa o nula amortiguación, por lo que el riesgo de que se produzca una fracturas de estrés metatarsal se ve claramente incrementado. No obstante, es necesaria mayor investigación en este campo, ya que el uso de una zapatillas con un Drop bajo, no tiene porqué

implicar necesariamente la ausencia de amortiguación, y esto puede ser interesante para prevenir este tipo de lesiones¹⁵.

En el estudio de Wamelink KE et al ²⁴ se relaciona la aparición de fractura de estrés del V metatarsiano con la desviación en aducción del antepié. Se encuentra que todos los participantes que presentaron fracturas de estrés del V metatarsiano tuvieron un ángulo metatarsus aductus > 18, en comparación al grupo control que sólo un 51,7% de sus integrantes tenía un ángulo metatarsus aductus >18. Aunque esta asociación parece clara, es necesario estudiar la magnitud exacta de estrés que produce la aducción del antepié sobre el V metatarsiano.

Otro método interesante para prevenir el desarrollo de fracturas de estrés del V metatarsiano es el uso de ultrasonidos, que permite evaluar la lesión inicialmente cuando las radiografías pueden no ser aún concluyentes. Su accesibilidad e imagen multiplanar pueden detectar fracturas de estrés que podían pasar desapercibidas. El uso de esta prueba de imagen debe ir asociado a radiografías o a resonancia magnética. Los primeros hallazgos que podemos encontrar son la hipervascularización y una zona hipoecoica en el periostio así como sensibilidad a la sono-palpación.¹³

Por último, en lo que al tratamiento de las fracturas de estrés se refiere deben evaluarse las opciones terapéuticas en función de las características del paciente a tratar. Parece que el tratamiento quirúrgico reduce el tiempo que el paciente debe pasar fuera de actividad (13,8 semanas) en comparación al quirúrgico (19,2 semanas) ¹⁰. El tratamiento conservador, que consiste en la inmovilización y descarga de la zona con el uso de muletas ³, con frecuencia acarrea complicaciones como la no unión, retraso de unión o recidiva.²⁰ Por otro lado el tratamiento quirúrgico consiste en la fijación intramedular con tornillos, pudiendo ser necesario el uso de injerto óseo para facilitar la curación y evitar complicaciones^{8, 13}.

6. CONCLUSIÓN

Las conclusiones extraídas tras la realización de la revisión bibliográfica son:

- Las fracturas de estrés, aunque no son lesiones muy comunes, suponen un gran período fuera de la actividad para quien las padece.
- Son especialmente importantes en futbolistas y militares, quienes se ven afectados con mayor frecuencia por esta patología.
- Es fundamental detectar los factores de riesgo presentes en cada caso para tratar de prevenirlos así como la elección del tratamiento adecuado.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Thevendran G, Deol RS, Calder JD. Fifth metatarsal fractures in the athlete: evidence for management. *Foot and Ankle Clin.* 2013; 18(2): 237-254.
2. Aweid B, Aweid O, Talibi S, Porter K. Stress fractures. *Trauma.* 2013; 15(4): 308-321.
3. McInnis KC, Ramey LN. High-Risk Stress Fractures: Diagnosis and Management. *PM&R.* 2016; 8(3): 113-124.
4. Ramponi DR. Proximal fifth metatarsal fractures. *Advanced Emergency Nursing Journal.* 2013; 35(4): 287-292.
5. Houssai M, Clutton J, Ridgewell M, Lyons K, Perera A. Stress Fractures of the Foot. *Clin Sports Med.* 2015; 34(4): 769-790.
6. Pegrum J, Dixit V, Padhiar N, Nugent I. The pathophysiology, diagnosis and management of foot stress fractures. *Phys Sportsmed.* 2014; 42(4): 87-99.
7. Torg JS, Balduini FC, Zelko RR, Pavlov H, Peff TC et al. Fractures of the base of the fifth metatarsal distal to the tuberosity. Classification and guidelines for non-surgical and surgical management. *J Bone Joint Surg Am.* 1984; 66(2): 209-214.
8. Lee KT, Park Yu, Jegal H, Kim KC, Young KW et al. Prognostic classification of fifth metatarsal stress fracture using plantar gap. *Foot Ankle Int.* 2013; 34(5): 691-696.
9. Lee KT, Park Yu, Jegal H, Kim KC, Young KW et al. Factors associated with recurrent fifth metatarsal stress fracture. *Foot Ankle Int.* 2013; 34(12): 1645-1653.

10. Mallee WH, Weel H, van Dijk CN, van Tulder MW, Kerkhoffs GM et al. Surgical versus conservative treatment for high-risk stress fractures of the lower leg (anterior tibial cortex, navicular and fifth metatarsal base): a systematic review. *Br J Sports Med.* 2015; 49(6): 370-376.
11. Azevedo RR, Da Rocha ES, Franco PS, Carpes FP. Plantar pressure asymmetry and risk of stress injuries in the foot of young soccer players. *Phys Ther Sport.* 2017; 24: 39-43.
12. Shimasaki Y, Nagao M, Miyamori T, Aoba Y, Fukushi N et al. Evaluating the Risk of a Fifth Metatarsal Stress Fracture by Measuring the Serum 25-Hydroxyvitamin D Levels. *Foot Ankle Int.* 2016; 37(3): 307-311.
13. Miller JR, Dunn KW, Ciliberti LJ, Patel RD, Swanson BA. Association of Vitamin D with Stress fractures: A Retrospective Cohort Study. *Foot Ankle Int.* 2016; 55(1):117-120.
14. Hoffman DF, Adams E, Bianchi S. Ultrasonography of fractures in sports medicine. *Br J Sports Med.* 2014; 49(3): 152-160.
15. Bergstra SA, Kluitenberg B, Dekker R, Bredeweg SW, Postema K et al. Running with a minimalist shoe increases plantar pressure in the forefoot region of healthy female runners. *J Sci Med Sport.* 2015; 18(4): 463-468.
16. Carl HD, Pauser J, Swoboda B, Jendrissek A, Brem M. Soccer boots elevate plantar pressures in elite male soccer professionals. *Clin J Sport med.* 2014; 24(1): 58-61.
17. House C, Reece A, Roiz de Sa D. Shock-absorbing insoles reduce the incidence of lower limb overuse injuries sustained during Royal Marine training. *Mil Med.* 2013; 178(6): 683-689.
18. Ekstrand J, van Dijk CN. Fifth metatarsal fractures among male professional footballers: a potential career-ending disease. *Br J Sports Med.* 2012; 47(12): 754-758.
19. Kerkhoffs GM, Versteegh VE, Sierevelt IN, Kloen P, Van Dijk CN. Treatment of proximal metatarsal V fractures in athletes and non-athletes. *Br J Sports Med.* 2012; 46(9): 644-648.

20. Japjec M, Staresinic M, Starjacki M, Zgaljardic L, Stivicic J. Treatment of proximal fifth metatarsal bone fractures in athletes. *Injury*. 2015; 46(6): 134-136.
21. Queen RM, Verma R, Abbey AN, Nunley JA, Butler RJ. Plantar loading during jumping while wearing a rigid carbon graphite footplate. *Gait Posture*. 2014; 39(2):707-711.
22. Fujitaka K, Taniguchi A, Isomoto S, Kumai T, Otuki S et al. Pathogenesis of Fifth Metatarsal Fractures in College Soccer Players. *Orthop J Sports Med*. 2015; 3(9): 1-7.
23. Wamelink KE, Marcoux JT, Walrath SM. Rare proximal Diaphyseal Stress fractures of the Fifth Metatarsal Associated With Metatarsus Adductus. *J Foot Ankle Surg*. 2016; 55(4): 788-793.
24. Clutton J, Perera A. Vitamin D insufficiency and deficiency in patients with fractures of the fifth metatarsal. *Foot*. 2016; 27: 50-52.
25. Smith JT, Halim K, Palms DA, Okike K, Bluman EM et al. Prevalence of vitamin D deficiency in patients with foot and ankle injuries. *Foot ankle Int*. 2014; 35(1): 8-13.