

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte



# Carrera, fractura por estrés y cómo prevenirla

Universidad Miguel Hernández de Elche

Trabajo Final de Grado: Nadia Negrón Medina

Tutor Académico: Mario Molinos Navarro

Revisión Bibliográfica

2015-2016

## Índice

1.Contextualización	2
2.Procedimiento de Revisión (Metodología)	3
3.Revisión Bibliográfica (Desarrollo)	5
4.Discusión	6
5.Propuesta de Intervención	9
6.Bibliografía	11



## 1. Contextualización.

La participación en carreras de larga distancia así como la afición al running ha aumentado en los últimos 30 años, así como la participación de las mujeres y las personas en la franja de edad de más de 50 años. Correr aporta grandes beneficios como la mejora de la salud cardiovascular, la fuerza muscular, la salud psicológica, así como la disminución del riesgo de enfermedad. (Kline y Blaise, 2015).

Sin embargo, a pesar de los numerosos beneficios para la salud, Meardon, Willson, Gries, Kernozek y Derrick (2015) concluyen que los corredores se exponen al riesgo de tener una lesión músculo esquelética.

Varios estudios (Matkut, 2016; Meardon, 2015; Tenforde, 2015) coinciden en que la fractura por estrés es una de las más graves lesiones en corredores con experiencia, representa un 20% de todas las lesiones en atletas de pista y campo, y por lo general se produce en las extremidades inferiores. La fractura por estrés aumenta en los corredores de fondo debido al alto impacto y a las cargas repetitivas.



La fractura por fatiga, también conocida como “fractura por estrés” es el resultado de una carga anormal cíclica en el hueso normal (sin patología) que conduce a la resorción cortical local y fractura final (Matkut, Mahanty, Skalsky, Patel, White y Gottsegen, 2016).

Se forma cuando existen excesivas cargas repetitivas submáximas en los huesos, que causan un desequilibrio entre la resorción ósea y la formación. Un aumento brusco en la duración, intensidad o frecuencia de la actividad física, sin períodos adecuados de descanso puede conducir a un aumento de la actividad de los osteoclastos. Durante los períodos de ejercicio intenso, se retrasa la formación de hueso por detrás de la resorción ósea. Una reducción en la resistencia a la rotura se ha demostrado en muestras de hueso sometidos a regímenes de carga hiperfisiológica, haciendo así que el hueso sea susceptible a micro-fisuras. En condiciones de carga continuas, las micro-fisuras se pueden propagar, causando finalmente una fractura por estrés. La etiología de la fractura por estrés es multifactorial. La tasa de ocurrencia depende de la composición ósea, suministro vascular, inserciones de los músculos circundantes, factores sistémicos y del tipo de actividad física o deportiva. Además de que, las influencias mecánicas extrínsecas, factores sistémicos tales como desequilibrios hormonales, deficiencias nutricionales, la privación del sueño, alteraciones del colágeno y trastornos del metabolismo óseo, pueden contribuir al desarrollo de fracturas por estrés (Boden y Osbahar, 2000).

Un kilometraje superior a las 40 millas a la semana, el rodaje diario y el entrenamiento de larga distancia están posiblemente relacionados con la ocurrencia de lesiones. Otro factor identificado fue la historia de lesiones previa en los últimos 12 meses (Fields et al., 2010).

En varios estudios (Boden, 2000; Tendforde, 2015) se concluye que la fractura por estrés es más común en mujeres, debido a que una baja masa ósea es uno de los factores de riesgo, y esté es más común en mujeres.

Continuando con la perspectiva de género, Austin, Reinkin y Hayes (2009), encontraron asociaciones entre el ejercicio relacionado con dolor en las piernas y la historia menstrual anormal, durante la temporada entre las deportistas de fondo de la escuela secundaria.

Además, Tenforde, Sayres, MCurdy, Sainani y Fredericson (2013) encontraron que la menarquía tardía (edad > 15), se asoció con una fractura por estrés entre las corredoras de la escuela de secundaria.

Willy et. al manifiesta que “la fractura de estrés de la tibia está entre las lesiones más comunes en los corredores con una incidencia de 4,4 a 15,6%, lo que resulta en 6-12 semanas de ausencia de entrenamiento” (como se cita en Callahan, 2000; Taunton et al., 2002; van Gent et al., 2007).

Aproximadamente el 50% de los corredores experimentan lesiones durante todo el año, y el 25% sufren lesiones en un momento dado. Teniendo en cuenta el alto riesgo de lesión que existe, la prevención de lesiones es un tema importante en la medicina del deporte y la salud general (Fields, Sykes, Walker y Jackson, 2010).

Dolor y malestar a corto plazo, podrían ser debidos a los efectos inmediatos de la lesión. Los efectos a largo plazo pueden incluir una reducción de la actividad física, la osteoartritis después de una lesión aguda y el aumento de los costos de atención de la salud. Esto pone de relieve la importancia de se produzca una mayor investigación sobre la prevención de lesiones por carrera, ya que esta es una preocupación creciente para la población en general, no sólo desde la perspectiva de una lesión por entrenamiento, sino también desde el punto de vista de la salud (Baltich, Emery, Stefanyshyn y Nigg, 2014).

El objetivo de este trabajo será determinar cuáles son los hábitos saludables, en cuanto a la práctica de la carrera en corredores/as, con el fin de tratar de averiguar qué formas o métodos de prevención se deberán adoptar para procurar la prevención de la fractura por estrés.

## **2. Procedimiento de Revisión (Metodología).**

Para la localización de los documentos bibliográficos se utilizaron varias fuentes documentales. Se realizó una búsqueda bibliográfica desde Febrero hasta Marzo de 2016 en PubMed utilizando los descriptores: “treatment of stress fracture in runners”, “bone stress in runners”, “stress fractures in runners”, “preventive training for runners”, “prevention of stress fracture in runners”, “training load and injuries in endurance athletes”. Los artículos encontrados fueron 45 tras la combinación de las diferentes palabras clave. También se realizó una búsqueda en internet en el buscador “google académico” con los mismos términos.

En el proceso de localización de artículos, se pasó por tres fases, en las que se empezó con una aproximación al tema a tratar hasta llegar, después de documentarse, a literatura o documentos más específicos y eficaces para desarrollar una propuesta de intervención (Figura 1).

Explicado más detalladamente, primeramente se buscaron artículos que trataran sobre la lesión de fractura por estrés, en base a su etiología, causas, consecuencias y efectos a corto y largo plazo, para de esta forma tener un amplio conocimiento sobre esta lesión. A esta fase se le llamo “Búsqueda primaria”, por ser de aproximación al tema a tratar. En segundo lugar se buscaron artículos de prevención en la fractura por estrés, utilizando estas palabras y a esta fase se le llamo “Búsqueda secundaria” por entrar ya específicamente en el tema a tratar. Existían dos posibles opciones a la hora de seguir este último paso, y es que si se encontraran artículos específicamente del tema a tratar o que no se encontraran propiamente dicho artículos sobre la prevención de la fractura por estrés. En el caso de que se encontraran, el siguiente paso sería el de la incorporación de los artículos encontrados al trabajo. Pero en el caso de que no se encontraran, se tendría que hacer una tercera búsqueda denominada “Búsqueda terciaria”, en la que en base a los aspectos estudiados en la aproximación del tema a tratar, pudiésemos encontrar artículos que estuviesen relacionados con el tema a investigar, ya que poseían una relación entre factores que desencadenan dicha lesión y cómo evitarlos o formas de prevención en lesiones con este tipo de características.

Una vez encontrados los artículos de la búsqueda terciaria se procedió a incorporarlos en el trabajo, junto con los demás artículos.

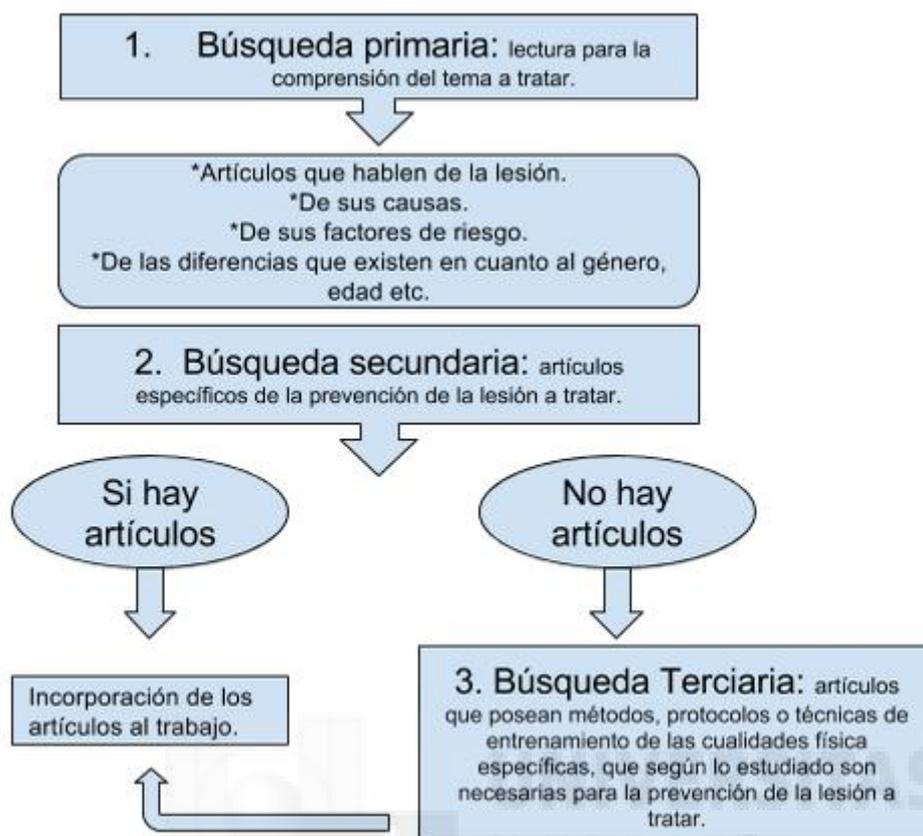


Figura 1: Diagrama del proceso de selección de artículos.

En cuanto a los criterios de inclusión para la utilización de los artículos, se siguieron estos requisitos:

1. Tener el porcentaje adecuado de literatura primaria.
2. Que los sujetos de estudio fueran de carrera de fondo o de deportes de fondo de gran importancia en cuanto al tren inferior.
3. Que de información sobre los factores que producen la lesión del tema a tratar.
4. Que informe de los factores de riesgo que existen en esa lesión.
5. Que se estudien si existen diferencias en cuanto al género masculino o femenino.
6. Que se estudien si existen diferencias en cuanto a la edad.
7. Que hable de las posibles medidas de prevención.
8. Que amplíe el campo de conocimiento respecto al tema a tratar.
9. Que el tipo de fuente fuera una revista científica.
10. Que el año de publicación esté comprendido entre 1990-2016, con predominancia de artículos actuales.

### 3. Revisión Bibliográfica (Desarrollo).

AUTOR Y AÑO	SUJETOS	OBJETIVO	MÉTODO	RESULTADOS
<i>Taylor, Casolary y Bignardi (2003)</i>	Soldados y atletas	Predecir teóricamente la fractura por estrés	Un modelo 3D de un segundo metatarsiano fue construido usando el software ANSYS FEA. Medición. Procesos estadísticos	Es muy difícil ser capaz de predecir exactamente la probabilidad de sufrir una fractura por estrés, pero si se puede hacer una aproximación bastante precisa cuando se considera como esta probabilidad puede cambiar con, por ejemplo, un cambio en la cantidad, la duración y la gravedad del ejercicio
<i>Malisoux, Nielsen, Urhausen y Theisen (2014)</i>	Corredores populares (n=517)	Investigar la asociación entre las características relacionadas con el entrenamiento y las lesiones utilizando un nuevo modelo conceptual	Estudio de cohorte prospectivo (9 meses seguimiento)	El efecto de la carga de entrenamiento de un corredor en la lesión relacionada con el rodaje está influenciado por el índice de masa corporal y la lesión previa
<i>Straccolini, Casciano, Friedman, Meehan y Micheli (2015)</i>	Lesionados tenistas, nadadores, gimnastas, bailarines, atletas etc., corredores de 5 a 17 años de edad (n=1614)	Examinar las diferencias entre hombres y mujeres en las lesiones deportivas por uso excesivo.	Estudio epidemiológico transversal	Mujeres sufrieron aprox. mitad lesiones. 52% lesiones por sobreuso y 61% de la extremidad inf. Mujeres más lesiones por uso excesivo que hombres (63% y 40% respectivamente). Participación en deportes de repetición ↑ prob. lesión por sobreuso en un factor 10 para hombres frente a 3.6 para las mujeres
<i>Baltich, Emery, Stefanyshyn y Nigg (2014)</i>	Corredores novatos o populares de entre 18-60 años. Grupo fortalecimiento de tobillo aislado (fuerza, n=40), entren. equilibrio funcional (balance, n=40) y grupo control (control, n=40)	Comprobar si el aumento de la fuerza de la articulación del tobillo para un enfoque de "base" es útil en la prevención de lesiones	Ensayo clínico aleatorizado. Medición F.isocinética, cinemática y control postural mediante dinamómetro, análisis 3D y plataforma de F. Comparación pre post-entren. después de 6 meses	Programa de fortalecimiento de tobillo 8sem, programa de equilibrio funcional de tobillo 8sem ↓ factores de riesgo intrínsecos de lesiones por correr. Evidencias de que este protocolo proporciona la ↓ de lesiones por correr
<i>Drew y Finch (2016)</i>	799 estudios	Determinar el entrenamiento y las cargas de competición, y la relación entre la lesión, enfermedad y dolor	Revisión sistemática	Hay cada vez más evidencias de que existe relación entre la carga de entrenamiento aplicada a un atleta y la aparición de lesiones y enfermedades
<i>Willy, Buchenic, Rogacki, Ackerman, Schmidt y Willson (2016)</i>	Corredores de 18-35 años (n=30) y sin lesiones en los últimos 90 días	Determinar si un programa de reentrenamiento de la marcha sobre el terreno puede ↓ las fuerzas de impacto excesivas y aducción de la cadera	8 sesiones de entrenamiento en campo, medidas con acelerómetro inalámbrico. Análisis de la marcha en tres dimensiones se realizó al inicio, después del reentrenamiento y al final de este	Los reentrenados tuvieron un aumento de la frecuencia de paso en un 8.6% , lo que reduce: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasa instantánea vertical de carga</li> <li>• Tasa media vertical de la carga</li> <li>• Pico aducción de la cadera</li> </ul>

		pico sin cambios adversos en la rodilla durante la carrera		<ul style="list-style-type: none"> <li>Excéntrico rodilla trabajo conjunto por la fase de apoyo y por kilómetro de carrera. Incremento en la tasa de paso, fue eficaz en la ↓ de las fuerzas de impacto, la aducción de cadera y rodilla pico excéntrica de trabajo conjunto</li> </ul>
<b>Ramskov, Nielsen, Sorensen, Lind y Rasmussen (2016)</b>	Corredores recreativos sanos de entre 18-65 años. Con una media de 1-3 s/s en últimos 6 meses	Investigar si un enfoque carrera de intensidad en comparación con un enfoque de carrera volumen en un programa de carrera influye en el riesgo de lesiones en general de manera diferente	Ensayo aleatorio de 24 semanas de seguimiento. Dos grupos de intervención: 1. G.A: ↑ progresión entrenamiento ↑ intensidad. 2. G.B: ↑ progresión entrenamiento ↑ volumen. Datos recogidos por GPS	Una progresión semanal del 30% aumenta el riesgo lesión. E.Intensidad 15% + daño que E.Volumen. E.Intensidad ↑ riesgo sufrir tendinopatía de Aquiles, lesiones de gastrocnemio y fascitis plantar. E.Volumen ↑ riesgo sufrir síndrome dolor patelofemoral, síndrome cintilla iliotibial
<b>Dyck, Moens, Buhmann, Demey, Coorevits, Bella y Ieman (2015)</b>	Corredores recreativos (n=16)	Validar que el impacto del ritmo de la música tiene efecto en la cadencia de la zancada	11 series de 800m con música y sin música	A medida que ↑ la frecuencia de zancada puede resultar beneficioso en la prevención y tratamiento de lesiones comunes relacionadas con el correr. El ritmo de la música puede servir como un medio para ↑ la cadencia de la carrera
<b>Meardon y Derrick (2014)</b>	15 corredores	Evaluar el efecto de la amplitud de paso sobre las tensiones óseas utilizando un modelo normalizado de la tibia	Carrera de 5km con la velocidad preferida en 3 condiciones de carrera distinta. Fuerza y movimientos 3D fueron datos recogidos	A medida que amplitud de paso ↑, la compresión en la superficie de la tibia disminuyó, así como la tensión en la superficie anterior de la tibia
<b>Clansey, Hanlon, Wallace, Nevill y Lake (2014)</b>	Corredores masculinos (n=22)	Determinar si la información en tiempo real del entrenamiento (RTF) reduciría las variables de impacto previamente vinculadas con el estrés tibial y riesgo de fractura y si estas adaptaciones influirían en la economía de carrera	El grupo RTF recibió comentarios sobre la base de sus aceleraciones axiales pico tibiales (PTA) durante 20 min de carrera en cinta una durante 3 semanas. Grupo control mismo entrenamiento pero sin feedback. Análisis cinemático y cinético tridimensional unilateral y las medidas se llevaron a cabo antes, después, y en 1 mes post-entrenamiento	El grupo RTF tuvo una reducción significativa (P <0,01) en la PTA y las tasas medias e instantáneas de fuerza vertical de carga después del entrenamiento, en comparación con el grupo de control, que no tuvo ningún cambio

#### 4. Discusión.

El objetivo de este trabajo es descubrir y desarrollar cuáles son las claves para la prevención de la fractura por estrés. Una vez conocidas cuáles son las causas de esta lesión, los factores de riesgo, las consecuencias que desencadena a corto y largo plazo y demás aspectos, es posible aproximar un plan de intervención a la hora de prevenir dicha lesión.

En la actualidad, la literatura es deficiente con respecto a la eficacia de los protocolos de entrenamiento para alterar las consecutivas tasas de lesiones (Baltich, Emery, Stefanyshyn y Nigg, 2014).

No se han encontrado artículos, que hablen específicamente, de la prevención de la fractura por estrés en corredores. Por lo tanto, la estrategia de investigación ha sido, descubrir todos los aspectos que rodean a la lesión de fractura por estrés, para poder desarrollar unas directrices generales de prevención, en este tipo de lesión.

Según la literatura estudiada, podemos encontrar relaciones entre el género, la planificación del entrenamiento, la carga de entrenamiento, la progresión del entrenamiento, la técnica de carrera, el feedback, el porcentaje de masa corporal, el historial de lesiones previas y las estrategias de motivación y el efecto que producen en el posible desarrollo de este tipo de lesión.

Pero, para poder presentar los resultados de los hallazgos, se ha hecho una clasificación de los aspectos que intervienen en la prevención de la fractura por estrés, separando por un lado, los que son inherentes al deportista “Aspectos internos” y por otro lado los que son externos al deportista, ya que forman parte del medio del sujeto “Aspectos externos”.

#### Aspectos Internos (características del deportista):

En cuanto a los aspectos internos (características del deportista) hay evidencias de que existen diferencias fisiológicas y anatómicas entre hombres y mujeres con un perfil de lesión por sobreuso (Straccolini, Casciano, Friedman, Meehan y Micheli 2015). Por lo cual, las mujeres corredoras, serán más propensas a sufrir una fractura por estrés y debido a esto la prevención en ellas tendrá que ser de mayor relevancia.

Al estudiar cómo la técnica de carrera afecta al desarrollo de la fractura por estrés, Meardon y Derrick (2014), concluyen que una mayor amplitud de paso se asocia generalmente con una carga reducida de la tibia y puede beneficiar a los corredores en riesgo de experimentar lesiones o estrés en la tibia, evitando así una fractura por estrés.

Se han encontrado evidencias de que el efecto de la carga de entrenamiento de un corredor en la lesión relacionada con el rodaje está influenciado por el índice de masa corporal y la lesión previa (Malisoux, Nielsen, Urhausen y Theisen, 2014). De este modo, un exceso de masa corporal así como haber padecido una lesión, aumenta el riesgo de fractura por estrés.

#### Aspectos Externos:

En varios estudios encontramos que la fractura por estrés comienza al inicio de la puesta en marcha del entrenamiento en carrera, alcanzando el pico máximo dentro de las 2-8 semanas desde el inicio del entrenamiento y en el caso de que no llegue a producirse la lesión, va disminuyendo a niveles insignificantes a partir de entonces (Taylor, Casolary y Bignardi, 2003). Por lo que podemos deducir, que será en la pretemporada, cuando más importancia tendrá que tener un protocolo para la prevención de la fractura por estrés.

Se investigó acerca de la diferencia en el riesgo entre las dos variables de entrenamiento (volumen e intensidad) y el riesgo de sufrir lesiones. Para estudiar las diferencias, denominaremos “entrenamiento enfocado a la intensidad” a aquel que para continuar con la progresión del entrenamiento (es decir, mejorar) se aumente la variable “intensidad”. Lo mismo pasará cuando hablemos de “entrenamiento enfocado al volumen”, en el cual se aumentará la variable “volumen para producir mejoras. Se encuentran como probadas las siguientes hipótesis.

1. Los corredores con un enfoque en el entrenamiento enfocado a la intensidad tienen un 15% más de daño en comparación con los corredores con un enfoque de volumen.
2. Un programa de carrera centrado en la intensidad, aumenta el riesgo de sufrir tendinopatía de Aquiles, lesiones de gastrocnemio y la fascitis plantar en comparación con las lesiones que se derivan de un enfoque de volumen.

3. Un programa de entrenamiento con enfoque de volumen, aumenta el riesgo de sufrir el síndrome de dolor patelofemoral, síndrome de la cintilla iliotibial y tendinopatía rotuliana en comparación con lesiones relacionadas con el ritmo de paso asociado.
4. Existe un evidente aumento de riesgo debido a la interacción entre la carrera con enfoque intensidad y la carrera con enfoque volumen y el efecto es más pronunciado en las lesiones asociadas con ritmo intenso con cambios en la velocidad y no con el cambio del volumen, mientras que el efecto es más pronunciado en las lesiones asociadas con ritmo lento y larga distancia con mayores cambios en el volumen que en la velocidad (Ramskov et al., 2016).

En cuanto al volumen de entrenamiento, encontramos investigaciones en las que se observó que un volumen semanal menor a 2 horas y una frecuencia semanal menor a dos días a la semana, estaba asociado con un mayor índice de lesiones (Malisoux, Nielsen, Urhausen y Theisen, 2014). Por lo tanto, se entiende que, al realizar únicamente dos sesiones semanales, el sistema músculo esquelético tiene demasiado tiempo de descanso hasta la siguiente sesión y de este modo, al ejecutarla, se sufren pequeños daños al no estar preparado. Que, poco a poco, esos pequeños daños y microroturas pueden causar la fractura total en el hueso. De este modo, se aconsejara en una rutina de carrera, el realizar como mínimo, tres sesiones a la semana para prevenir este tipo de lesión.

Pero a la hora de proponer un límite superior, o umbral, en el que si se sobrepasa se produciría la fractura por estrés, existen evidencias de que un kilometraje superior a 64,37 km a la semana está asociado con la aparición de la lesión (Willy et al., 2016). Para superar esta distancia, estaríamos hablando de correr los siete días de la semana alrededor de 9 km. Se aconsejaría pues no acercarse a este umbral.

Según Ramskow et al., (2016), hay evidencias de que, una progresión semanal de 30% aumenta el riesgo de RRI específico. Por lo que, al aumentar la carga, se aconsejara que se haga de una forma muy progresiva, sin superar nunca, el 30% en el aumento de la carga.

Los resultados del estudio llevado a cabo por Clansey et al., (2014) sugieren que la marcha reciclaje utilizando RTF (retroalimentación), es un medio eficaz, para provocar reducciones en la carga de impacto, sin afectar negativamente a la economía de carrera. Sin embargo, las reducciones de la tasa de carga, no se mantienen después de un mes post-entrenamiento. Se requiere más investigación, para determinar cómo estas reducciones en la fuerza del impacto, se pueden conservar a largo plazo.

Centrándonos en el factor de motivación, el ejercicio que es de naturaleza repetitiva, se cree que se beneficiará sobre todo de la música, ya que ésta, se sincroniza con el ritmo de la persona que corre. La resistencia puede verse beneficiada, además los corredores pueden ir a intensidades más altas cuando se mueven en sincronía con estímulos musicales. Esto se debe a su capacidad de reducir el coste metabólico del ejercicio mediante la mejora neuromuscular o la eficiencia metabólica. Por todo esto, utilizar música durante la carrera, regula los patrones corporales, que requieren menos energía para imitar, debido a la falta de ajustes oportunos en el modelo cinético, pero también, debido a un mayor nivel de relajación resultante de la expectativa precisa del próximo movimiento (Duck et al., 2015).

Además de todos estos aspectos incluidos en la clasificación "Aspectos internos y externos", encontramos curiosamente que, Taylor, Casolary y Bigmardi (2003), llegaron a la conclusión, de que el factor más importante en la prevención de fracturas por estrés, proviene de la reparación y no de adaptación, que tiene un papel relativamente menor, ya que actúa más lentamente. Conforme a esta evidencia, tendremos que tener en cuenta, la gran importancia que tiene la recuperación para la prevención.

Finalmente, podemos concluir que a la hora de definir un programa de prevención de la fractura por estrés, tendremos en cuenta todos estos aspectos, anteriormente señalados. De este modo, a la hora de generar determinadas directrices sobre la prevención de la fractura por estrés, incorporaremos todos los resultados que aparecen como precursores de dicha lesión, como “desaconsejados” y por el contrario, todos los resultados que indiquen que cierta práctica, hábito o programa determinado, ayuda a mitigar el desarrollo de características relacionadas con la aparición de la fractura por estrés, o directamente la fractura por estrés, los incorporaremos como “aconsejados” en cuanto a las directrices para la prevención de la fractura por estrés.

## 5. Propuesta de Intervención.

En base a los artículos estudiados, podemos generar una serie de directrices para la prevención de la fractura por estrés en cuanto a:

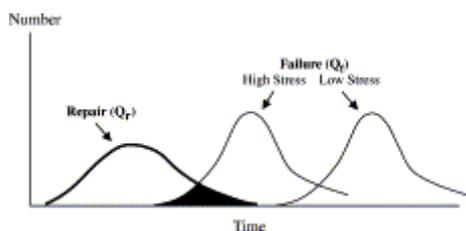
**Temporalización:** la rutina de ejercicios para el fortalecimiento de los músculos del pie con la utilización de la banda elástica y demás propuestas se llevarán a cabo en la pretemporada y a lo largo de la misma, pero teniendo más importancia al inicio, por ser en las primeras semanas cuando más riesgo hay de sufrir la lesión.

**Volumen:** no realizar menos de 2 horas a la semana, menos de 2 días/sem de carrera, ni más de 64,37 km semanales.

**Progresión del entrenamiento:** si se está entrenando con un objetivo de conseguir fondo y queremos aumentar la carga, hacerlo mediante el aumento de la intensidad/velocidad de algunas sesiones. Si se está entrenando para un enfoque más de intensidad, al aumentar la carga es aconsejable aumentar el volumen de algunas sesiones y no seguir aumentando la intensidad. Además el aumento de la carga semanal no ha de superar, ni igualarse al 30%.

**Técnica de carrera:** correr con una amplitud de zancada grande, ya que disminuye las fuerzas de impacto. Para esto, es posible realizar ejercicios de técnica de carrera, que nos ayuden a conseguir este resultado, como correr exagerando el gesto de carrera, sobre todo en la fase anterior de la zancada (carrera circular), multisaltos (zancadas con impulso vertical), skipping, contraeskiing, talones rusos (con piernas extendidas hacer impulsos rápidos con metatarsos).

EJERCICIO	Carrera Circular: 	Multisaltos: 	Skipping: 	Contra Skipping: 	Talones Rusos: 
Descripción	100m x 3	50m x 2	50m x 2	50m x 2	60m x 2



**Recuperación entre sesiones:** cuando se solapa una sesión de alta intensidad, antes de que se produzca la reparación de daños en las estructuras implicadas, hay un alto riesgo de que se produzca la lesión. Así que para la prevención de la fractura por estrés, se ha respetar el proceso de recuperación, para poder aplicar la próxima carga.

**Feedback:** proporcionar feedback durante la ejecución de la carrera, en cuanto al ritmo que se debe seguir, ya que de esta forma es más fácil seguir el ritmo establecido, sobre todo cuando es un ritmo de velocidad.

**Estado físico actual:** si se posee un exceso de masa corporal, primeramente se tendrá que disminuir el mismo para poder empezar a entrenar. Si por el contrario se tiene un índice de masa corporal por debajo de lo normal, habrá que aumentarlo antes de empezar a entrenar.

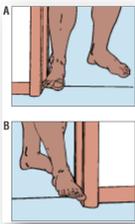
**Género:** las mujeres tienen mayor riesgo de padecer una fractura por estrés, así pues, tendrán que estar más atentas, sobre todo, las primeras semanas de entrenamiento, a los síntomas existentes, que puedan percibir como anormales.

**Aspectos motivacionales:** incluir música durante la carrera, con un tempo acorde al ritmo de carrera que se desea llevar. Para esto, descargar previamente la música que se va a utilizar, acorde al ritmo de carrera que vamos a llevar.

1. Ritmo de carrera Largo: muy lento (música de 20 bpm).
2. Ritmo de carrera Adagio: lento-medio (música de 66-76 bpm).
3. Ritmo de carrera Andante: al paso, un poco vivaz (música de 76-108 bpm).
4. Ritmo de carrera Allegro: animado y rápido (música de 110-168 bpm).
5. Ritmo de carrera Presto: muy rápido (música de 168-200).

**Calentamiento y fortalecimiento de músculos que se insertan en el tobillo:** realizar 5 veces a la semana antes del entrenamiento, el día que no haya entrenamiento realizar en cualquier momento del día.

CATEGORÍA	MOVIMIENTO	TIEMPO
Aeróbico	Carrera lateral sin cruzar piernas, skiping y carrera ligera	1min
Estiramiento estático	Aductores, cuádriceps, isquiotibiales, tibial anterior (30s cada uno)	2min
Estiramiento dinámico	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Contra-skiping (1min)</li> <li>● Balanceo de piernas lateral (30seg)</li> <li>● Balanceo de piernas frontal (30seg)</li> </ul>	2min
	DURACIÓN TOTAL	5min

	FUERZA SEM. 1,2	FUERZA SEM. 3,4	FUERZA SEM. 5,6	FUERZA SEM. 7,8
<b>MOVIMIENTO</b> 	Abducción pie con banda elástica rigidez1	Abducción pie con banda elástica rigidez2	Abducción pie con banda elástica rigidez3	Abducción pie con banda elástica rigidez4
<b>REPETICIONES</b>	4s X 10reps	4s X 10reps	4s X 10reps	4s X 10reps
<b>MOVIMIENTO</b> 	ISOMÉTRICO: empuje contra pared, inversión, eversión, dorsiflexión, plantarflexión.	ISOMÉTRICO: empuje contra pared, inversión, eversión, dorsiflexión, plantarflexión.	ISOMÉTRICO: empuje contra pared, inversión, eversión, dorsiflexión, plantarflexión.	ISOMÉTRICO: empuje contra pared, inversión, eversión, dorsiflexión, plantarflexión.
<b>REPETICIONES</b>	3s X 5seg en cada dirección	5s X 5seg en cada dirección	3s X 10seg en cada dirección	5s X 10seg en cada dirección

## 6. Bibliografía.

- Kline, P. W., y Williams, B. (2015). Effects of normal aging on lower extremity loading and coordination during running in males and females. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), pp. 901-907.
- Rauh, M. J., Barrack, M., y Nichols, J. F. (2014). Association between the female athlete triad and injury among high school runners. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 9(7), pp. 948-951.
- Willy, R. W., Buchenic, L., Rogacki, K., Ackerman, J., Schmidt, A., y Willson, J. D. (2014). In-field gait retraining and mobile monitoring to address running biomechanics associated with tibial stress fracture. *Medicine y science in sports*, 201(26), 197-205. doi: 10.1111/sms.12413
- Tendforde, A. S., Sainani, L., Sayres, L. C., Milgrom, C., y Fredericson M. (2015). Participation in Ball Sports May Represent a Prehabilitation Strategy to Prevent Future Stress Fractures and Promote Bone Health in Young Athletes. *American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation*, 7(2), 222-5. doi: 10.1016/j.pmrj.2014.09.017
- Matcuk, G. R., Mahanty, S. R., Skalski, M. R., Patel, D. B., White, E. A., y Gottsegen, C. (2016). Stress fractures: pathophysiology, clinical presentation, imaging features, and treatment options. *Emergency Radiology*, doi: 10.1007/s10140-016-1390-5

- Boden, B. P., y Osbahr, D. C. (2000). High-Risk Stress Fractures: Evaluation and Treatment. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 8(6), pp. 344-346.
- Austin, T. M., Reinking, M. F., y Hayes, A. M. (2009). Menstrual function in female high school cross-country athletes. *The International Journal of Adolescent Medicine and Health*, 25(4), pp. 555-565.
- Tendforde, A. S., Sayres, L. C., y McCurdy, M. L., Sainani, K. L., y Fredericson, M. (2013). Identifying sex-specific risk factors for stress fractures in adolescent runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(10), pp. 1843-1851.
- Baltich, J., Emery, C. A., Stefanyshyn, D., y Nigg, B. M. (2014). The effects of isolated ankle strengthening and functional balance training on strength, running mechanics, postural control and injury prevention in novice runners: design of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord*, doi: 10.1186/1471-2474-15-407
- Taylor, D., Casolari, E., y Bignardi, C. (2004). Predicting stress fractures using a probabilistic model of damage, repair and adaptation. *Journal of Orthopaedic Research*, 22(3), pp. 487-494.
- Malisoux, L., Nielsen, R. O., Urhausen, A., y Theisen, D. (2014). A step towards understanding the mechanisms of running-related injuries. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(5), pp. 523-527.
- Stracciolini, A., Casiano, R., Friedman, H. L., Meehan, W. P., y Micheli, L. J. (2015). A closer look at overuse injuries in the pediatric athlete. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 25(1), pp. 30-35. doi: 10.1097/JSM.000000000000105
- Drew, M. K., y Finch, C. F. (2016). The Relationship Between Training Load and Injury, Illness and Soreness: A Systematic and Literature Review. *Sports Medicine*, doi: 10.1007/s40279-015-0459-8
- Ramskov, D., Nielsen, R. O., Sorensen, H., Parner, E., Martin L., y Rasmussen, S. (2016). The design of the run Clever randomized trial: running volume, -intensity and running-related injuries. *BMC Musculoskelet Disord*, 17(1), pp. 2-11. doi: 10.1186/s12891-016-1020-0
- Dyck, E. V., Moens, B., Buhmann, J., Demey, M., Coorevits, E., Bella S, D., y Leman, M. (2015). Spontaneous Entrainment of Running Cadence to Music Tempo. *Sports Medicine Open*, 1(1), pp. 1-15.
- Clansey, A. C., Hanlon, M., Wallace, E. S., Nevill, A., y Lake, M. J. (2014). Influence of tibial shock feedback training on impact loading and running economy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(5), pp. 973-981. doi: 10.1249/MSS.0000000000000182
- Meardon, S. A., y Derrick, T. R. (2014). Effect of step with manipulation on tibial stress during running. *Journal of Biomechanics*, 47(11), pp. 2738-2744. doi: 10.1016/j.jbiomech.2014.04.047