



UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

FACULTAD DE MEDICINA

Departamento de Medicina Clínica

EVALUAR LA RELACIÓN DE LA POSTURA DEL PIE
Y EL TIPO DE LESIÓN EN CORREDORES
PRINCIPIANTES: ESTUDIO DE CASOS Y
CONTROLES

TESIS DOCTORAL REALIZADA POR:

D. Aitor Pérez Morcillo

DIRIGIDA POR LOS PROFESORES:

Dra. Concepción Carratalá Munuera

Dr. Vicente Gil Guillén

AGRADECIMIENTOS



En primer lugar, mi agradecimiento a mis directores de tesis, por su paciencia, apoyo y ánimo para poder llevar a cabo este trabajo pese a todas las piedras encontradas en el camino. Y aunque no aparezca como uno de ellos, él sabe que es uno más; por eso, un especial agradecimiento a José Antonio Quesada, gracias por todo su trabajo, implicación y ayuda, he aprendido mucho de ti.

Un sincero agradecimiento a toda la familia de Fisio Lledó, en especial a Víctor Lledó por su apoyo y confianza en mí desde el minuto 0 que nos conocimos. Gracias.

Gracias a toda la familia de Podoactiva, en especial a Javier Alfaro y Antonio Gómez, por todo lo que me han enseñado y hacerme mejor persona y mejor profesional. Una mención especial se merece Antonio, mi hermano mayor en la profesión, siempre aprendiendo de él, siempre sorprendiéndome, siempre resolutivo y dispuesto a prestarme su ayuda. Muchas gracias; espero que nuestros pasos sigan juntos muchos más años.

Por supuesto muchas gracias a mi familia, mis padres, mi hermana y mis amigos, tengo más de lo que podría pedir; gracias por sus ánimos, consejos, ayuda; y sobre todo por su paciencia.

Y, por último, gracias a Lidia, la persona que más ha sufrido todo este proceso, la persona que ha tenido que aguantar mis horarios, mi falta de tiempo, mi ausencia... y siempre lo ha hecho con una sonrisa en la cara, nunca una mala palabra y siempre palabras de ánimo, sin ella no sería quien soy, sin ella no habría llegado hasta aquí. Su apoyo ha sido imprescindible en los momentos de cansancio y agotamiento. Gracias por todo Lidia, es una suerte tenerte a mi lado.

Gracias a todos.

Aitor Pérez Morcillo – Julio 2017

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

Km	kilómetro
H	hora
Kg	kilogramo
M	metro
Mm	milímetro
IMC	Índice de masa corporal
FPI	Foot Posture Index
IPP	Índice de postura del pie
EEUU	Estados Unidos
EVA	Etilvinilacetato
NASA	National Aeronautics and Space Administration
RAE	Real Academia Española
OMS	Organización Mundial de la Salud
RRI	Running-related injuries
Cm	Centímetro
CRD	Cuaderno de recogida de datos
MeSH	Medical Subject Headings
OR	Odds Ratio
IC	Intervalo de confianza/Confidence interval
AIC	Akaike Information Criterium
ROC	Receiver Operating Characteristic
HR	Hazard Ratio
Dr	Doctor
Fig	Figura

ÍNDICE DE FIGURAS E IMÁGENES

Imagen 1	Huesos del pie	pág. 10
Imagen 2	Musculatura intrínseca del pie visión plantar	pág.14
Imagen 3	Musculatura intrínseca del pie visión dorsal	pág.14
Imagen 4	Ciclo de la marcha	pág.17
Imagen 5	Partes de la zapatilla	pág.50
Imagen 6	Puntos de palpación de cabeza del astrágalo	pág.105
Imagen 7	Curvatura supra e infra maleolar	pág.107
Imagen 8	Inversión o eversión del calcáneo	pág.109
Imagen 9	Prominencia de articulación astrágalo-escafoidea	pág.111
Imagen 10	Congruencia arco interno	pág.113
Imagen 11	Abducción o aducción del antepié	pág.115
Imagen 12	Tabla de recogida de datos del FPI	pág.116
Fig. 1	Modelo conceptual del origen de RRI	pág.70
Fig. 2	Curva ROC modelo logístico multivariante FPI 5 categorías	pág.149
Fig. 3	Curva ROC modelo logístico multivariante FPI 3 categorías	pág.152
Fig. 4	Curva ROC modelo logístico multivariante para lesión tríceps sural	pág.155
Fig. 5	Curva ROC modelo logístico multivariante para lesión cabezas metatarsales	pág.158
Fig. 6	Curva ROC modelo logístico multivariante para lesión fascia plantar	pág.161
Fig. 7	Curva ROC modelo logístico multivariante para lesión tibiales	pág.164

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICAS

Tabla 1	Características principales y subcategorías de definición de lesión	pág.58
Tabla 2	Definiciones de lesión en el running	pág.59
Tabla 3	Factores de riesgo de lesión en corredores	pág.65
Tabla 4	Homogeneidad de la muestra para el FPI 5 categorías en las variables cualitativas	pág.127
Tabla 5	Homogeneidad de la muestra para el FPI 5 categorías en las variables cuantitativas	pág.128
Tabla 6	Homogeneidad de la muestra para el FPI 3 categorías en las variables cualitativas	pág.130
Tabla 7	Homogeneidad de la muestra para el FPI 3 categorías en las variables cuantitativas	pág.132
Tabla 8	Homogeneidad de la muestra para el FPI 2 categorías en las variables cualitativas	pág.133
Tabla 9	Homogeneidad de la muestra para el FPI 2 categorías en las variables cuantitativas	pág.134
Tabla 10	Análisis variables cualitativas según la exposición	pág.138
Tabla 11	Análisis variables cuantitativas según la exposición	pág.139
Tabla 12	Asociación de las variables exposición con la variable respuesta	pág.142
Tabla 13	Puntuación media FPI por grupos	pág.142
Tabla 14	Modelo logístico multivariante óptimo FPI 5 categorías	pág.148
Tabla 15	Indicadores del modelo multivariante	pág.148
Tabla 16	Modelo logístico multivariante óptimo para FPI 3 categorías	pág.151
Tabla 17	Indicadores del modelo multivariante	pág.151
Tabla 18	Distribución en grupos según la exposición para lesión de tríceps sural	pág.154
Tabla 19	Modelo logístico multivariante para lesión de tríceps sural	pág.154
Tabla 20	Indicadores del modelo logístico multivariante	pág.155
Tabla 21	Distribución en grupos según la exposición para cabezas metatarsales	pág.156
Tabla 22	Modelo logístico multivariante para lesión de cabezas metatarsales	pág.157
Tabla 23	Indicadores del modelo logístico multivariante	pág.157

Tabla 24	Distribución en grupos según exposición para lesión de fascia plantar	pág.159
Tabla 25	Modelo logístico multivariante para lesión de fascia plantar	pág.160
Tabla 26	Indicadores del modelo logístico multivariante	pág.160
Tabla 27	Distribución en grupos según exposición para lesión en tibiales	pág.162
Tabla 28	Modelo logístico multivariante para lesión en tibiales	pág.163
Tabla 29	Indicadores del modelo logístico multivariante	pág.163
Tabla 30	Descripción de las lesiones entre casos y controles	pág.165
Gráfica 1	Distribución según la exposición para FPI 5 categorías	pág.143
Gráfica 2	Distribución según la exposición para FPI 3 categorías	pág.144
Gráfica 3	Distribución según la exposición para FPI 2 categorías	pág.145



Índice

1.	RESUMEN	1
2.	INTRODUCCIÓN	5
2.1.	EL PIE. ANATOMÍA Y FUNCIÓN	7
2.1.1.	Biomecánica de la marcha humana	16
2.1.2.	Biomecánica de la carrera	20
2.2.	ESCALAS DE MEDICIÓN DEL PIE	23
2.2.1.	“Foot Posture Index”	28
2.2.2.	El Foot Posture Index en la dinámica del pie.....	32
2.3.	EL PIE EN EL DEPORTE. EPIDEMIOLOGÍA DE LAS LESIONES	35
2.4.	EL “RUNNING”	37
2.4.1.	Datos práctica del running.....	39
2.4.2.	Evolución de la técnica de carrera	41
2.4.3.	Tipos de corredores.....	43
2.4.4.	Tipos de superficies y su influencia.....	46
2.4.5.	Tipos de zapatilla y su influencia	49
2.4.6.	Definición de lesión en el running	56
2.4.7.	Impacto socioeconómico de las lesiones	61
2.4.8.	Factores de riesgo de lesión	63
2.4.9.	Magnitud de las lesiones	69
2.5.	ANÁLISIS ENTRE LA MORFOLOGÍA Y POSTURA DEL PIE Y LAS LESIONES	75
3.	JUSTIFICACIÓN.....	77
4.	HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	81
5.	MATERIAL Y MÉTODOS	85
5.1.	DISEÑO DEL ESTUDIO	87

5.2.	POBLACIÓN DIANA Y CENTROS DE ESTUDIO.....	89
5.3.	DEFINICIÓN DE CASO Y CONTROL.....	91
5.4.	TAMAÑO Y SELECCIÓN DE MUESTRA	93
5.5.	CRITERIOS DE SELECCIÓN	95
5.6.	MÉTODO DE MUESTREO	97
5.7.	RECOGIDA DE DATOS Y DEFINICIÓN DE VARIABLES	99
5.7.1.	Criterio de evaluación: Foot Posture Index.....	103
5.8.	CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	117
5.9.	ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA	119
5.10.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	121
6.	RESULTADOS	123
6.1.1.	Foot Posture Index 5 categorías	126
6.1.2.	Foot Posture Index 3 categorías	130
6.1.3.	Foot Posture Index 2 categorías	133
6.2.	PREVALENCIAS DE LESIÓN SEGÚN VARIABLES EXPLICATIVAS	137
6.3.	ASOCIACIÓN DE LESIÓN CON LA POSTURA DEL PIE	141
6.4.	MODELO LOGÍSTICO MULTIVARIANTE DE LESIÓN CON FPI 5 CATEGORÍAS	147
6.5.	MODELO LOGÍSTICO MULTIVARIANTE DE LESIÓN CON FPI 3 CATEGORÍAS	151
6.6.	ANÁLISIS POR LOCALIZACIÓN DE LESIÓN.....	153
6.6.1.	Tríceps sural.....	154
6.6.2.	Cabezas metatarsales.....	156
6.6.3.	Fascia plantar.....	159
6.6.4.	Tibiales.....	162
6.6.5.	Resumen por localización de lesión.....	165
7.	DISCUSIÓN	167
7.1.	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	169

7.2.	COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA RELACIÓN DE LA POSTURA DEL PIE CON EL RIESGO DE LESIÓN.....	173
7.3.	COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA LOCALIZACIÓN DE LESIÓN.....	179
7.4.	ASOCIACIÓN DE LESIÓN CON EL RESTO DE VARIABLES EXPLICATIVAS.....	183
7.5.	FORTALEZAS Y LIMITACIONES.....	187
7.6.	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	189
8.	CONCLUSIONES	191
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	197
10.	ANEXOS	221



1. RESUMEN

La presente tesis se encuadra en el ámbito de una línea de investigación desarrollada para la detección y prevención de factores predisponentes de lesiones del pie en corredores principiantes. Se pretende contribuir al incremento de conocimientos y al esclarecimiento de algunos de los factores de riesgo causantes de la lesión en corredores principiantes.

La necesidad de este estudio surge de la observación en la práctica clínica diaria de una consulta de podología, donde un gran porcentaje de pacientes acuden presentando la lesión, sin haber sido capaces ni haber encontrado medios para prevenirla o predecirla. Con este estudio se intenta generar luz acerca de uno de los factores más controvertidos en la detección de lesiones en corredores, la incógnita de si el pie y su morfología tienen una incidencia directa en la aparición de los mismos. Teniendo en cuenta lo observado diariamente en la consulta, nuestra opinión es clara al respecto sobre si el pie tiene una intervención importante en la aparición de lesiones y si se le puede clasificar como un factor de riesgo.

El auge del running sobre todo en perfiles amateurs, de sujetos que llevan años sin hacer deporte y practicando una vida sedentaria, y que de repente deciden ponerse a correr, en la mayoría de ocasiones, sin ningún entrenamiento previo ni pauta progresiva de aumento cargas; hace que aumente el número de pacientes que recibimos en nuestras consultas con este tipo de perfiles y características, y esto nos lleva a plantearnos el siguiente estudio.

Consecuentemente este aumento de participantes, aumenta el número de lesiones y los problemas derivadas de las mismas, lo que genera una mayor necesidad de identificar y conocer su origen.

El pie se erige como parte fundamental de este proceso, siendo la única estructura de nuestro cuerpo que permanece en contacto con el suelo durante la práctica deportiva.

La indefinición del concepto de lesión, la falta de consenso en los factores de riesgo de las lesiones en corredores principiantes y la diferencia entre los perfiles de los corredores hacen que la variabilidad de incidencia lesional varíe entre el 19,4% y el 79,3%.

En este trabajo, se va a analizar la relación y la asociación de la postura del pie con el riesgo de lesión en corredores principiantes, relacionándolo también con la localización de estas lesiones y una serie de variables explicativas.

El diseño utilizado en este trabajo es un diseño observacional, un estudio analítico de casos y controles retrospectivo; analizando los datos entre los años 2013 a 2015.

El estudio se realiza en cuatro centros de fisioterapia y podología de la provincia de Alicante, situados en las ciudades de Alicante, Benidorm, Villena e Ibi; y tras realizar el cálculo del tamaño muestral, cada grupo consta de 300 sujetos, haciendo un total de 600 sujetos.

Para realizar el análisis estadístico de todos los datos obtenidos en el estudio, se ha realizado un análisis descriptivo de la prevalencia de exposición y un análisis de prevalencia de los casos en función de las variables explicativas.

Para estimar la magnitud de las asociaciones de la exposición y el resto de variables explicativas con la aparición de lesión, se han ajustado modelos de regresión logística. Se realiza un análisis simple para cada variable, y un ajuste multivariante. Estos análisis se realizaron de forma global y por cada tipo de lesión.

Como principales resultados del trabajo se observa que existe una asociación significativa entre la postura del pie y la aparición de lesiones musculoesqueléticas en corredores principiantes; y también se observa que existe una asociación entre la localización de la lesión y la postura del pie.





2. INTRODUCCIÓN





2.1. EL PIE. ANATOMÍA Y FUNCIÓN

Mantenerse de pie, caminar y correr dependen del desarrollo musculoesquelético del cuerpo humano y de su buena coordinación.

Si consideramos que durante la vida los pies golpean un promedio de 10 millones de veces el suelo en una actividad moderada; se ejerce una fuerza o presión equivalente a toneladas. Además, los pies soportan al caminar de 3 a 4 veces el peso del cuerpo. (1)

El pie constituye una estructura superespecializada diseñada fundamentalmente para la marcha, que además tiene una función de sostén, estabilizadora del paso y adaptativa al terreno; y nos sirve para caminar y correr. (1)

La constitución del pie nos asegura la posición bípeda, sirve de base y de sustentación, es un transmisor de impulso y de fuerza, regula el equilibrio y la marcha. (2,3)

El pie consta de 28 huesos, 55 articulaciones y multitud de ligamentos y músculos, todo esto hace que sea un órgano perfectamente adaptado para cumplir con las múltiples exigencias de apoyo y locomoción. (3–6)

Entre las funciones del pie destacamos:

- Función motora, gracias a la cual nos permite el impulso necesario para andar. (4,5)
- Función de equilibrio a expensas de la articulación del tobillo, los huesos metatarsianos en el antepié y los ligamentos laterales que actúan a modo de cinchas. (5,6)

- Función amortiguadora de las presiones, al correr el pie permanece sobre el suelo 0,25 segundos a 12km/h, soportando un individuo de 70 kg. Una media de 110 toneladas durante 1500m. (5)

El pie se puede subdividir en tres partes: retropié, mediopié y antepié.

El retropié lo componen el astrágalo y el calcáneo. Los dos huesos de la pierna, la tibia y el peroné, se conectan con el astrágalo para formar el tobillo. (1,3,6)

El mediopié está formado por cinco huesos, el cuboides, el navicular y las tres cuñas, que constituyen entre todos el arco del pie, que sirve como amortiguador. (1,3,6)

El antepié está compuesto por los cinco metatarsianos y sus falanges. El dedo gordo presenta solamente la falange proximal y la falange distal, mientras que el resto de dedos presentan falange próxima, medial y distal. Su función es dinámica. (1,3,6)

Huesos:

Astrágalo. Es el único hueso que está articulado con la pierna a través de la mortaja tibioperonea; también presenta articulación con el calcáneo y el navicular. Consta de una cabeza o porción anterior, un cuello o porción intermedia y un cuerpo o porción posterior. (3,6,7)

Calcáneo. Tiene una forma irregularmente paralelepípeda representando su mitad posterior el talón. En su cara superior distinguimos dos carillas articulares para el astrágalo. Entre ambas carillas existe un surco profundo denominado sulcus calcanei, que junto con sulcus tali forma un conducto o cueva ósea: el seno del tarso (sinus tarsi). La cara inferior es rugosa y presenta dos eminencias: las tuberosidades interna y externa del calcáneo. La cara externa presenta un pequeño tubérculo denominado tubérculo peroneo. En la cara interna podemos

observar el canal calcáneo interno debajo del sustentaculum tali. La cara anterior es lisa y se articula con el cuboides. La cara posterior forma la parte prominente del talón. (3,6,7)

Escafoides o navicular. Presenta una forma navicular. Su cara posterior o proximal ofrece una excavación articular para el astrágalo. Su cara anterior o distal presenta tres facetas triangulares para articularse con las cuñas. En la parte interna del hueso se aprecia un saliente denominado tubérculo del escafoides y en la parte externa una carilla plana para el cuboides. (3,6,7)

Cuñas o huesos cuneiformes. Son tres: primera o medial, segunda o intermedia y tercera o lateral. Todas presentan una cara proximal triangular articulada con el escafoides y una cara distal también triangular articulada con los cuatro primeros metatarsianos. (3,6,7)

Cuboides. Tiene forma irregularmente cuboidea. Su cara proximal es lisa y se articula con el calcáneo. Su cara distal presenta dos facetas articulares para el cuarto y quinto metatarsiano. En la cara medial presenta dos carillas, una anterior para la tercera cuña y otra posterior para el escafoides. El resto de sus caras (dorsal, plantar y lateral) son rugosas y no articulares. (3,6,7)

Metatarsianos. Son pequeños huesos largos, que se disponen de dentro afuera con los nombres de primero, segundo, tercero, cuarto y quinto. No se encuentran en el mismo plano, sino que forman un arco transversal, más elevado por dentro que por fuera. Cada uno de ellos consta de una base o extremo proximal, un cuerpo o diáfisis y una cabeza o extremidad distal. El quinto suele presentar un saliente posteroexterno a nivel de su base: La apófisis estiloides del quinto metatarsiano. (3,6,7)

Falanges. Se conocen con los nombres de primera o proximal, segunda o medial y tercera o distal. (3,6,7)

Sesamoideos: Dos pequeños huesos situados bajo la primera cabeza metatarsal.
(3,6,7)

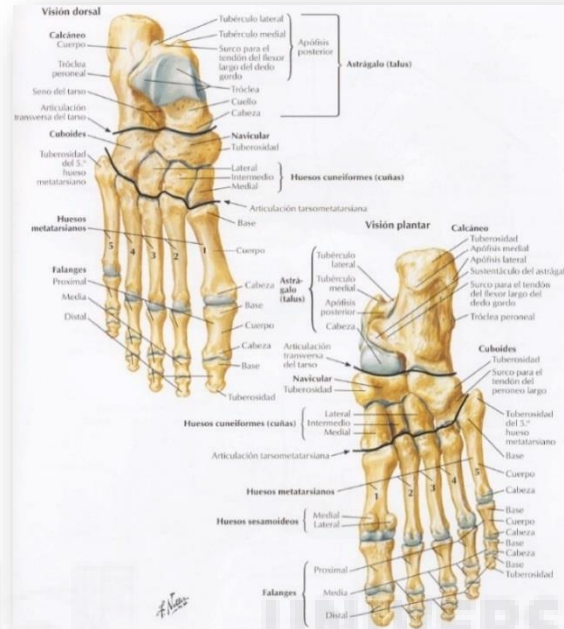


Imagen. 1: Imagen de los huesos del pie. Fuente: Atlas de anatomía humana Frank Netter.(7)

Músculos:

Se clasifican en musculatura extrínseca (origen en la pierna e inserción en el pie) e intrínseca (origen e inserción en el pie).

Extrínsecos:(3,6,7)

- Compartimento anterior (extensores):
 - Músculo tibial anterior
 - Músculo extensor largo de los dedos

- Músculo extensor largo del dedo gordo
- Compartimento lateral:
 - Músculo peroneo lateral largo
 - Músculo peroneo lateral corto
 - Músculo tercer peroneo (separación del M. extensor largo de los dedos)
- Compartimento posterior superficial (flexores)
 - Músculo tríceps sural
 - Músculo plantar
- Compartimento posterior profundo (flexores)
 - Músculo tibial posterior
 - Músculo flexor largo de los dedos
 - Músculo flexor largo del dedo gordo

Intrínsecos: (3,6,7)

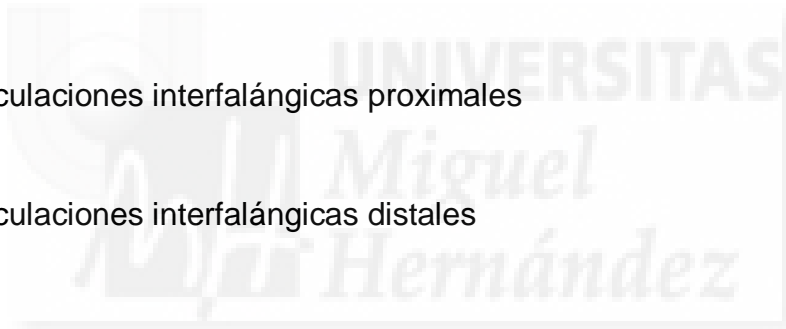
- Músculo extensor corto de los dedos
- Músculo extensor corto del dedo gordo
- Músculo abductor del dedo gordo

- Músculo flexor corto del dedo gordo
- Músculo aductor del dedo gordo
- Músculo abductor del quinto dedo
- Músculo flexor corto del quinto dedo
- Músculo oponente del quinto dedo
- Músculo flexor corto de los dedos
- Músculo cuadrado plantar
- Músculos lumbricales I-IV
- Músculos interóseos plantares I-III
- Músculos interóseos dorsales I-IV

Articulaciones: (3,4,6,7)

- Articulación talocrural o articulación superior del tobillo
- Articulación subastragalina
- Articulación talocalcaneonavicular
- Articulación calcaneocuboidea
- Articulación talonavicular

- Articulación de Chopart o articulación transversa del tarso
- Articulación cuneonavicular
- Articulaciones intercuneiformes
- Articulación cuneocuboidea
- Articulación de Lisfranc o articulación tarsometatarsiana
- Articulación intermetatarsiana
- Articulaciones metatarsofalángicas
- Articulaciones interfalángicas proximales
- Articulaciones interfalángicas distales



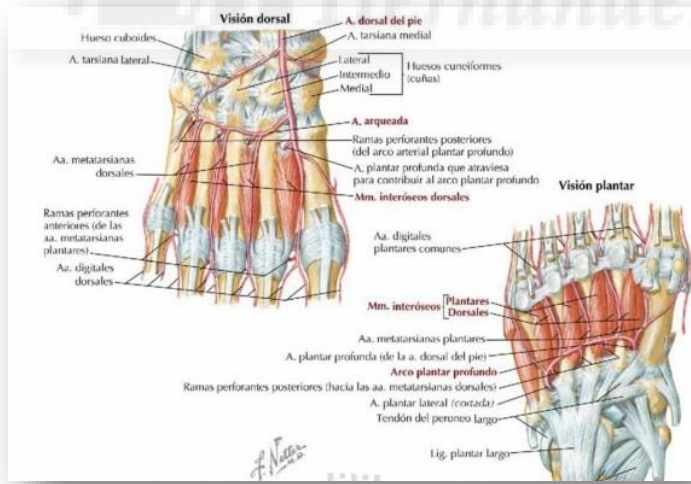
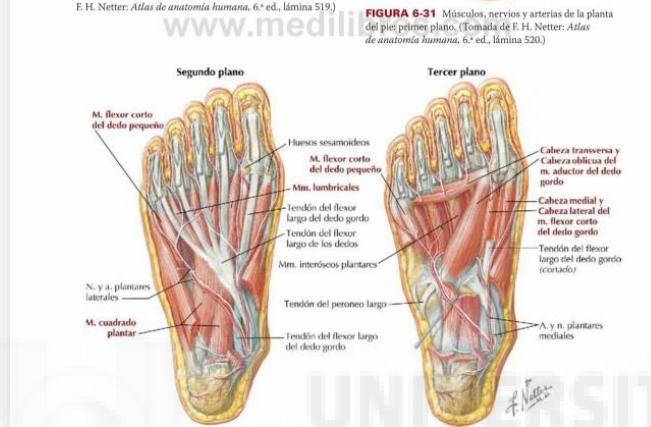
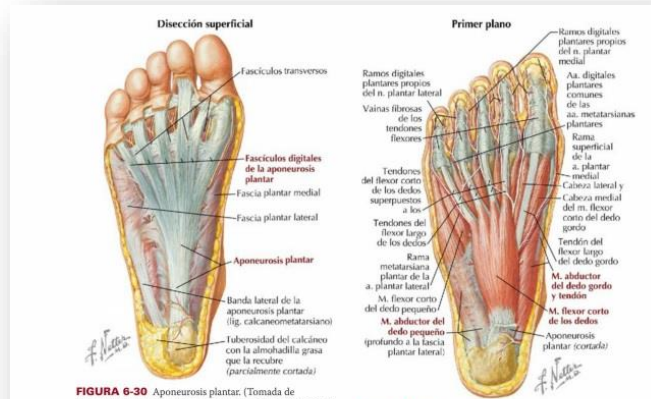


Imagen. 2-3: Imágenes de la musculatura intrínseca del pie, visión plantar y visión dorsal. Fuente: Atlas de anatomía humana Frank Netter.(7)

La bóveda plantar:

La bóveda plantar es un conjunto arquitectónico que socia con armonía todos los elementos osteoarticulares, ligamentosos y musculares del pie. Su adaptación le ha permitido adoptar una nueva función: en la bipedestación la bóveda plantar es la mejor transmisión posible del peso del cuerpo hacia el suelo.(4)

Gracias a sus modificaciones de curva y a su elasticidad, la bóveda es capaz de adaptarse a cualquier irregularidad del terreno. Desempeña el papel de amortiguador indispensable para la flexibilidad de la marcha. Las alteraciones que pueden acentuar o disminuir sus curvas repercuten gravemente en el apoyo en el suelo, de modo que alteran obligatoriamente la carrera, la marcha, el salto e incluso la simple bipedestación.(4)

En la bóveda plantar vamos a distinguir tres arcos:

- El arco interno: Incluye cinco piezas óseas, el primer metatarsiano, la primera cuña, el escafoides, el astrágalo y el calcáneo. El arco interno conserva su concavidad merced a los ligamentos y los músculos. La altura media del arco interno es de 15-18mm en su punto central.(1,4,8)

- El arco externo: sólo contiene tres piezas óseas, el quinto metatarsiano, el cuboides y el calcáneo. Este arco, sólo se despega del suelo entre 3-5mm y contacta con el suelo a través de las partes blandas.(1,4,8)

- El arco anterior o transverso: Se localiza desde la cabeza del primer metatarsiano, descansando sobre los huesos sesamoideos, a 6mm del suelo, has la cabeza del quinto metatarsiano, también a 6mm del suelo. El arco pasa por el resto de las cabezas metatarsales, siendo la segunda cabeza la más elevada a 9mm del suelo.(1,4,8)

2.1.1. Biomecánica de la marcha humana

Podemos definir la marcha humana como “una serie de movimientos alternante, rítmicos, de las extremidades y del tronco que determinan un desplazamiento hacia delante del centro de gravedad”.(9)

El tipo de pie (plano, cavo, normal) que presente el paciente va a tener una incidencia directa en el ciclo de la marcha (10)

No se ha encontrado una relación directa entre el Índice de Masa Corporal del paciente y modificaciones en la biomecánica de su marcha.(11)

En su estudio el ciclo de la marcha comienza cuando un pie hace contacto con el suelo y termina con el siguiente contacto del mismo pie, a la distancia entre estos dos puntos de contacto con el suelo se le llama un paso completo.

También divide al ciclo de la marcha en dos componentes: fase de apoyo y fase de balanceo.(9,12)

La fase de apoyo está dividida en cinco intervalos:(4,7–9,13,14)

- Contacto del talón, instante en que el talón toca el suelo
- Apoyo plantar, contacto de la parte anterior del pie con el suelo
- Apoyo medio, momento en que el trocánter mayor se encuentra alineado verticalmente con el centro del pie, visto desde el plano sagital
- Elevación del talón, instante en el que el talón se eleva del suelo
- Despegue del pie, momento en el que los dedos se elevan del suelo

La fase de balanceo se divide en tres intervalos:(4,7-9,13,14)

- Aceleración, se caracteriza por la rápida aceleración del extremo de la pierna inmediatamente después que los dedos dejan el suelo
- Balanceo medio, la pierna en movimiento rebasa a la pierna de apoyo como un péndulo
- Desaceleración, la pierna desacelera al acercarse al final del intervalo

La fase de apoyo corresponde al 60% del ciclo y la fase de balanceo al 40% del ciclo. El doble apoyo constituye el 20% del ciclo.(4,9,14)

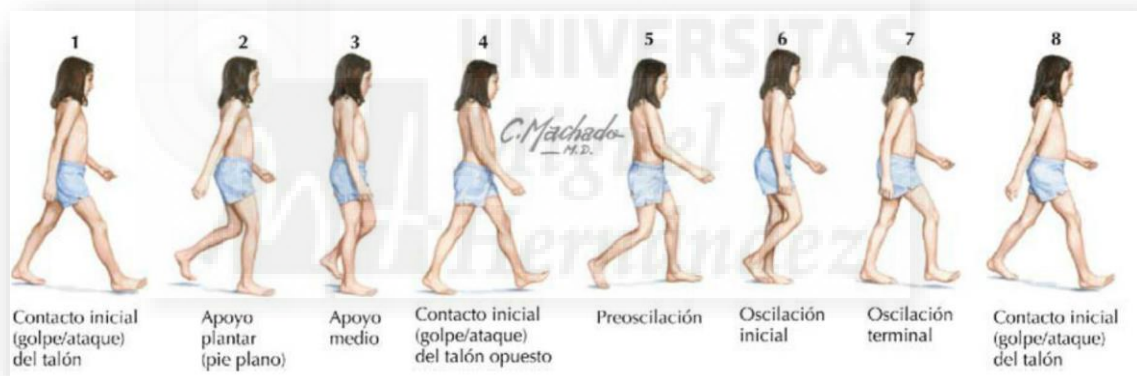


Imagen 4: Imagen del ciclo de la marcha. Fuente: Atlas de anatomía humana Frank Netter.(7)

Los músculos de la marcha:(4,8,14)

Contacto inicial con el suelo:

- Extensión de la rodilla a través del cuádriceps

- Fin de la flexión del tobillo gracias a los flexores del tobillo y extensores de los dedos

Apoyo plantar:

- Acción persistente del cuádriceps
- Inicio de la contracción del glúteo mayor

Apoyo medio:

- Extensión de la cadera gracias al músculo glúteo mayor, ayudado de los isquiotibiales

Elevación de talón:

- Extensión de la cadera
- Extensión de la rodilla
- Extensión del tobillo gracias al tríceps sural y a los flexores de los dedos

Despegue del pie:

- Refuerzo de las acciones del apartado anterior, especialmente gracias al músculo flexor largo del dedo gordo.

En la fase de balanceo la musculatura implicada es la siguiente:

Aceleración:

- Retracción del miembro gracias a los isquiotibiales y a los flexores de tobillo
- Flexión de la cadera a través del psoas-iliaco

Balanceo medio:

- Refuerzo de las acciones anteriores, con la relajación de los isquiotibiales.
- Elevación de los dedos gracias a la acción de los músculos extensores de los dedos

Desaceleración:

- Preparación de la musculatura para volver a iniciar el contacto de talón



2.1.2. Biomecánica de la carrera

El ciclo de la marcha es la referencia básica en la descripción de la locomoción humana.

La principal diferencia de la marcha y la carrera reside en los tiempos de apoyo y en que durante la marcha siempre hay un pie en contacto con el suelo, mientras que en la carrera de velocidad hay un momento en el que ambos pies se encuentran en el aire.(13)

Durante la práctica de la carrera se generan cambios en el miembro inferior en función de la duración, intensidad y entrenamiento del sujeto.(15,16)

La tendencia natural del pie durante una actividad física repetitiva como es la carrera, es la evolución a la pronación, debido a la fatiga muscular y la pérdida de potencia de las estructuras encargadas de mantener la bóveda plantar.(17–19)

El gesto de la carrera comienza con un apoyo del pie, la cadera ligeramente flexionada, la rodilla casi extendida y el pie invertido hacia su cara externa, teniendo que soportar por un lado el peso de nuestro cuerpo multiplicado de 2 a 5 veces y por otro lado la fuerza reactiva del suelo sobre el hueso calcáneo.(5,8,20)

La musculatura anterior e la pierna, principalmente el tibial anterior, tendrá que realizar una contracción excéntrica para ralentizar y amortiguar la caída del pie sobre el suelo, resaltando el papel del hueso astrágalo como repartidor de presiones hacia los huesos del mediopié que se encuentran por delante de él.(4,5,20)

Durante todo el período de contacto la articulación del tobillo irá virando hacia el lado interno del pie “pronación”, con la finalidad de absorber el choque y adaptarse lo más eficazmente posible al terreno. Esto es algo extremadamente importante si

tenemos en cuenta que un corredor realiza aproximadamente 10.000 impactos por cada 10km recorridos, absorbiendo más de 1.000 toneladas de presión.(5,10,20)

En el periodo de apoyo de mediopié o apoyo completo el pie se comporta como una palanca rígida necesaria para la propulsión o despegue del suelo. La principal musculatura implicada en el cambio de apoyo de talón a antepié a través del bloqueo de los huesos del mediopié, es la fascia plantar, cuya inflamación es una de las lesiones más comunes en el deporte.(4,5,21)

En el periodo propulsivo el talón se levanta y termina en el despegue digital. El principal músculo implicado en esta acción será el tríceps sural, es decir, el gemelo y el sóleo. La fascia plantar fijará los metatarsianos y dedos contra el suelo. El despegue en condiciones normales se realizará por el 1er metatarsiano, que es el doble de grueso que el resto y 4 veces más fuerte.(4,5,8)

Otro apartado a tener en cuenta en la biomecánica de la carrera es la asimetría que muchas veces se presenta entre el corredor lesionado y el no lesionado, lo que genera cambios en sus ángulos fisiológicos, apoyos y tiempos de contacto entre una pierna y la otra, pudiendo falsear parte de los datos de análisis del gesto deportivo.(22,23)

2.2. ESCALAS DE MEDICIÓN DEL PIE

Históricamente se ha dado mucha importancia a la clasificación y medición del pie. Poder medir y clasificar el pie es de vital importancia para poder comparar y evaluar entre los distintos tipos el riesgo de lesión, la incidencia de lesión, el tipo de lesión...

También es importante para poder afinar e individualizar cada vez más los tratamientos a llevar a cabo tanto en población deportista como en no deportista.

Probablemente el primer acercamiento a clasificar el pie de manera funcional nace de la necesidad de medir el tamaño y la forma del pie para el diseño de calzado.(24)

Uno de los primeros y más seguidos métodos de medición es el descrito por Root. El diagnóstico de las anomalías del antepié respecto del retropié y otros desalineamientos estructurales constituyen la base de la biomecánica y la podología actual.(24)

Desafortunadamente, la medición clínica del movimiento y la estructura del pie se hace muy difícil debido a la compleja interacción de las articulaciones del pie cuando se produce el movimiento.

Cuando se busca un test para poder medir y clasificar el pie, debería tener una alta fiabilidad y validez.

Algunos de los test más utilizados tradicionalmente no han cubierto estas necesidades y no han sido capaces de resolver todos los problemas que nos encontramos a la hora de clasificar el pie, siendo el principal problema la diferencia entre la estructura estática del pie, y el pie como elemento de la marcha, el pie en dinámica.(24)

A continuación, se describen algunos de los test y sus problemas a la hora de utilizarlos:

- **Altura del arco:** Se ha utilizado desde hace mucho tiempo en la categorización del pie. El test clasifica el pie en plano, cavo o normal. La manera de medir la altura del arco parece un proceso sencillo. Anatómicamente el punto más alto del arco es el navicular, y sólo habría que medir la distancia hasta esa estructura, pero las variaciones óseas y en los tejidos de los sujetos pueden crear confusión entre los examinadores, ya que clasificar un pie en cavo o normal es altamente subjetivo. La validez del test está muy cuestionada. La principal limitación quizás pueda ser que la clasificación de la altura del arco no tiene en cuenta la flexibilidad o el movimiento del pie, por lo tanto, no puede calcular la cantidad y la calidad del movimiento. Por esta razón, varios estudios investigaron la relación entre la altura del arco en estática y el movimiento del retropie, concluyendo que este sistema de clasificación es muy pobre en la predicción del movimiento y función del retropie. Otras investigaciones demostraron que la predisposición de sufrir patología en el miembro inferior no está determinada por la altura del arco.(24,25)
- **Clasificación por la huella:** La observación y la clasificación de la huella plantar se ha realizado desde hace décadas. Se ha supuesto que las variaciones en los diferentes ángulos o áreas medidos desde la huella se correlacionan directamente con la posición ósea del pie y su función dinámica. Hay muy poco consenso en la literatura acerca de que los parámetros medidos desde la huella sean funcionalmente significativos. Varios autores han concluido que las huellas no representan más que los ángulos de la superficie plantar del pie, y que no son válidos como predicción o categorización de la altura del arco y su funcionalidad. La habilidad para predecir el comportamiento dinámico del pie de una simple impresión de la huella plantar está en entredicho. Como conclusión, está claro que la utilidad de medir la huella es

limitada. Este tipo de medición no puede indicar con precisión la altura del arco en el plano sagital, ni predecir el movimiento dinámico del retropié. Por lo tanto, el uso de índices de huella plantar como medio para clasificar la pronación del pie es inválido. Si se pueden usar las huellas como puntos de referencia para evaluar de forma fiable los parámetros espaciales y angulares de la marcha, la longitud del paso, la zancada, la base de sustentación, el ángulo de marcha.(24,25)

- **Índice de valgo:** En 1951 por primera vez se discute acerca de la validez del índice de valgo como medida del pie plano en niños. El índice de valgo es una medida del desplazamiento del maléolo medial, o el desplazamiento en el plano frontal de la articulación del tobillo en relación con la superficie de apoyo del talón. La técnica consiste en obtener una huella en tinta, y proyectar la posición relativa de los maleolos medial y lateral hacia abajo, sobre el papel de registro. Utilizando una fórmula específica, se puede calcular el índice de valgo. Cuanto mayor sea el índice de valgo, en teoría más plano o más pronado está el pie. La limitación importante del índice de valgo es que, al igual que las medidas estáticas de altura de arco, es incapaz de diferenciar entre tipos de pie flexibles y rígidos. Según los conocimientos de varios autores, no se han realizado estudios para determinar la relación entre las medidas estáticas del índice de valgo y el movimiento dinámico. Varios estudios indican que la clasificación de sujetos como “excesivamente pronados” basada en el índice de valgo puede ser válida para la estática, pero no puede predecir la función dinámica del pie.(24,25)

- **“Navicular drop” o caída del navicular:** Algunos autores han nombrado a este test como la medida para la pronación en corredores. Para la realización de la medición, se coloca al paciente sentado con la posición de la subastragalina neutra y se marca la prominencia del navicular, a continuación, se le pide al paciente que se ponga en carga con su pie relajado y se vuelve a marcar la prominencia del navicular.

Se mide la diferencia que hay entre las dos marcas. Para algunos autores un descenso del navicular de más de 10mm es patológico; mientras que para otros autores los valores cambian, siendo esta una de las principales limitaciones de la medición, la falta de consenso en cuanto a los milímetros de caída “normales”. Recientes investigaciones sugieren que la caída del navicular es un indicador válido para calcular la movilidad del retropié con respecto a las medidas tradicionales en el plano frontal. Otra limitación de la medición es la necesidad de una experiencia previa por parte del examinador para realizar la medida; aunque como ya se ha comentado, la principal limitación en la medida de la caída del navicular es la determinación sobre cuánto debe considerarse una caída “anormal”. Esto hace que sea difícil poder comparar estudios utilizando este método en función de cuanto haya considerado el autor como caída “anormal”.(24–26)

- **Posición neutra de la articulación subastragalina:** La posición neutra de la articulación originalmente fue descrita por Root como “la posición donde la articulación no presenta ni pronación ni supinación”. Esta posición es generalmente considerada como el alineamiento ideal del pie. Numerosas técnicas han sido descritas en la literatura para evaluar esta posición. La fiabilidad de los test para mediar la posición neutra es moderada o pobre. La validez de la posición neutra de la articulación subastragalina es difícil de establecer, ya que actualmente no existe una definición anatómica clara. Una de las mayores limitaciones es la gran cantidad de opciones que se han descrito para medir esta posición y la relación de esta posición con la dinámica del pie.(24,25,27)
- **“Navicular drift”:** Para realizar esta medición hay que proyectar el borde más prominente de la tuberosidad navicular sobre un papel en el que el sujeto se apoye tanto en posición neutra de la subastragalina como en con posición relajada. Es una medición en el plano transversal a diferencia del navicular drop que se mide el plano sagital. La poca

referencia acerca de esta medición en la literatura es su principal limitación.(24)

Otras mediciones utilizadas en corredores para evaluar diferentes estructuras del pie son: test de dorsiflexión del tobillo y el test de la extensión de la primera articulación metatarsfalángica.(26)

Las limitaciones presentes en la mayoría de mediciones tradicionales hacen necesaria la búsqueda de una medición que sea capaz de poder clasificar el pie y relacionarlo con el movimiento y la marcha que realiza.



2.2.1. “Foot Posture Index”

Para este trabajo se coge como referencia para medir y clasificar el pie el Foot Postur Index, una medición que la principal ventaja que presenta con respecto al resto es que es multiplanar, no sólo toma referencias en el plano sagital, o el plano frontal o el plan transversal.

El Foot Posture Index ha demostrado mejor fiabilidad que el resto de test tradicionales.(25)

El Foot Posture Index (FPI o Índice de Postura del Pie (IPP) es una herramienta clínica diagnóstica cuya finalidad es cuantificar el grado de posición neutra, pronada o supinada del pie.(28–30)

El objetivo inicial era realizar un método simple de puntuación de varios factores de la postura del pie por medio de un resultado simple y cuantificable. El FPI se valora en carga de acuerdo a los criterios predefinido. Se elaboró inicialmente con 8 criterios, los cuales durante el proceso de validación fueron redefinidos a la versión de seis criterios.(28,29,31)

El FPI se desarrolló a partir de una búsqueda o revisión de la literatura clínica sobre más de 140 artículos. A partir de estos 140 artículos se identificaron 36 mediciones clínicas. Para identificar los criterios más apropiados se siguieron los siguientes condicionantes: la medición debe ser fácil de realizar, buena relación tiempo eficacia, las mediciones no deben depender del coste tecnológicos, los resultados de la medición debe de ser simples y la valoración de cada campo por medio de un número.(28,29)

Hay que considerar esencial la combinación de las mediciones que hacen que se obtenga información de los tres planos del cuerpo. Esto hace que se tengan datos del antepié, retropié y mediopié.(28,29)

La explicación de cada uno de los criterios se desarrolla en el Anexo 1. Cada uno de los criterios debe ser puntuado de forma ordinal simple, como 0 si es neutro, -2 si es muy supinado o +2 si es muy pronado. En caso de duda a la hora de valorar algún criterio siempre debe graduarse de la forma más conservadora. Una vez sumados todos los apartados nos dará un resultado de +12 muy pronado a -12 muy supinado.(29,32)

Los seis criterios clínicos empleados en el FPI son:(29,31–33)

- Palpación de la cabeza del astrágalo
- Curvatura supra e inframaleolar lateral
- Posición del calcáneo en el plano frontal
- Prominencia de la región talo navicular
- Congruencia del arco longitudinal interno
- Abducción/aducción del antepié respecto del retropié

Una vez que el FPI se redujo a seis criterios se volvió a realizar la validación. El FPI de 6 criterios predijo el 64% de las variaciones de la posición del tobillo y de la subastragalina en estática en apoyo bipodal. El mismo FPI predijo el 41% de las variaciones de la posición del tobillo y subastragalina en la fase de apoyo medio.

La validez depende tanto del clínico como del grupo de pacientes que se analiza más que de las características del instrumento de medición. La validez inter test del FPI original de 8 criterios es de 0,62 a 0,91, dependiendo de la población; y la validez intra explorador es de 0,81 a 0,91.(29,32,33)

La validez del FPI se realizó comparando con el Índice de valgo. El modelo de 8 criterios presentaba una predicción del 59% respecto al Índice de valgo.(29,32,33)

Los criterios de congruencia del borde lateral y de la línea de Helbing no demostraron la adecuada validez y se retiraron del resultado final del FPI, quedando en los seis criterios nombrados anteriormente.(29,31–33)

Según Terada et al.(30) 2014, cuando se usa el FPI basándose sólo en la evaluación de 5 imágenes, es decir, quitando la palpación de la cabeza del astrágalo; presenta una excelente fiabilidad intra-observador y una fiabilidad moderada inter-observador utilizando sólo los 5 criterios de imagen.

En el estudio de McLaughlin et al.(34) 2016, se refleja como el FPI es una herramienta clínica adecuada para que sea utilizada por examinadores inexpertos con mínima experiencia y entrenamiento, con una alta fiabilidad. Mientras que para Cornwall et al.(35) 2008 hay que destacar la baja fiabilidad inter-observador y la alta intra-observador.

Si se habla de los valores “normales” del FPI, Redmond et al.(36) 2008 hablan en su estudio de una postura ligeramente pronada como la más normal en reposo. En otro estudio similar Sánchez Rodríguez et al.(37) 2013 encuentran que la posición en población española más común del FPI es la posición neutra con un cierto grado de pronación. No hay diferencias entre hombres y mujeres y los participantes con el pie más grande, tienen valores de FPI más altos.

En población española joven, entre 18 y 30 años, se encuentra que el FPI más normal va desde -1 a +6, lo que significa de ligero supinador a ligero pronador.(38)

Cuando se habla de comparar pie izquierdo y pie derecho, se encuentra que la diferencia normal va desde -2 a +2, se considera asimetría de pies cuando hay diferencia de -2 a -4 y +2 a +4, mientras que será asimetría severa cuando uno esté en <-4 y otro en >+4.(39)

En cuanto a las diferencias del FPI en función del deporte practicado, en el estudio de Martínez-Nova et al.(40) 2014 se analizan a deportistas de baloncesto, running y balonmano. Se encuentra que los corredores y los jugadores de baloncesto tienen unos pies neutros, mientras que, los de balonmano tienen unos pies supinados. La diferencia en el FPI viene principalmente en dos criterios: posición de la cabeza del astrágalo y la prominencia talonavicular.

La dificultad en la extrapolación de datos de normalidad del FPI entre distintas poblaciones radica en las diferencias culturales, antropométricas, estilo de calzado, costumbres...



2.2.2. El Foot Posture Index en la dinámica del pie

Uno de los principales factores para determinar el éxito o el fracaso de una escala de medición y clasificación del pie es su poder a la hora de mediante mediciones estáticas predecir el movimiento del pie en dinámica.

En general el FPI presenta una buena correlación y una relación entre la estática y la dinámica, aunque pueden ser necesario puntos de corte diferentes para los pies supinados, debido a la escasez de sujetos con puntuaciones “altas” en supinación.(41)

Se puede predecir con una precisión razonable la movilidad del pie usando la combinación de la anchura del mediopié, la altura del arco y la clasificación del Foot Posture Index.(42)

La clasificación de la postura del pie basada en el FPI ha demostrado una asociación con el desarrollo de varias lesiones por sobreuso en el miembro inferior y de osteoartritis de la rodilla.(43–45)

En una revisión sistemática de Bult et al.(46) 2013, se observa que existe una relación entre la postura del pie y la cinemática del miembro inferior durante la marcha, aunque no se puede asegurar rotundamente por problemas de metodología de los artículos incluidos en la revisión.

Existe una relación entre la postura estática del pie medida mediante el FPI y la dinámica del pie.(41)

Hay una correlación directa entre las presiones plantares y el FPI, Los individuos con un pie pronado presentan un aumento de contacto del pie en la zona de apoyo del mediopié. También un aumento en el área de contacto en la región del primer metatarsiano y un aumento de la presión media del dedo gordo durante el paso.(41,47)

En los sujetos con un pie supinado se asoció un aumento de presión en el tercer, cuarto y quinto metatarsiano. Estos hallazgos relacionan las mediciones dinámicas de las presiones plantares y la postura del pie.(41,47)

En general se puede hablar de una buena correlación entre el FPI y la dinámica del pie, especialmente del retropié y el mediopié.(48,49)



2.3. EI PIE EN EL DEPORTE. EPIDEMIOLOGÍA DE LAS LESIONES

En la sociedad actual la práctica deportiva se ha convertido en un pilar fundamental para el buen mantenimiento tanto físico como psicológico de las personas. La práctica regular y cada vez más frecuente de actividades deportivas entre la población proporciona muchos beneficios en diferentes aspectos para el estado de salud.(21)

Según la Encuesta de Hábitos Deportivos en España de 2015, el 53,5% de la población de 15 años en adelante practicó deporte en el último año. La mayor parte de ellos, el 86,3% con gran intensidad, al menos una vez a la semana.(50)

Por sexo se observan notables diferencias que muestran que la práctica deportiva continúa siendo superior en los hombres que en las mujeres, tanto si se considera en términos anuales, como en términos semanales.(50)

Entre las modalidades deportivas más practicadas en términos semanales destacan la gimnasia, la carrera a pie, el ciclismo, la natación, la musculación y culturismo y el fútbol (sala, 7 o 11).(50)

Un apartado individual requiere la actividad de andar o pasear por su importancia. Los resultados muestran que un 70,6% de la población suele realizar esta actividad y el 68,2% al menos una vez por semana. (50)

Cualquier tipo de deporte, al implicar ejercicio físico, siempre supone un riesgo para la integridad física de quien lo practica, ya que se lleva al cuerpo a soportar cargas superiores a las habituales, en lo que llamamos una situación de sobreesfuerzo. La falta de hábito en la práctica deportiva y la falta de adaptación a esos sobreesfuerzos aumentan las posibilidades de lesión.(21)

Las lesiones pueden llegar a constituir un porcentaje relevante de baja laboral, además de un coste a nivel económico y de productividad de las empresas. También se derivan otros problemas de las lesiones como son los costes sanitarios, tanto públicos como privados, secuelas o daños que puede acarrear el damnificado...(51)

En función del deporte practicado se encuentran diferentes características y adaptaciones del pie.(52) También en función del deporte practicado se encuentra una mayor prevalencia de un tipo de lesión u otra, siendo la lesión en miembros inferiores la más común en la mayoría de deportes y más concretamente el tobillo y el pie son muy vulnerables a la lesión por sobreesfuerzo.(53)

Estas estadísticas reflejan la importancia del pie en el deporte, ya que el pie es la única parte del cuerpo en contacto con la superficie de juego en deportes tan populares como carrera, fútbol, baloncesto, tenis, gimnasia, caminar...(53)

Las lesiones en el miembro inferior suponen entre el 57% y el 68% del total. Dentro de las lesiones del miembro inferior en el deporte, y más concretamente del pie y del tobillo, la lesión más frecuente es la tendinopatía del tendón de Aquiles, seguida de otras patologías como tendinopatías de tibial posterior y anterior y peroneos. Las fracturas de estrés y la fascitis plantar serían las siguientes en la lista.(21,51,53–55)

2.4. EL "RUNNING"

Correr es una actividad propia del ser humano desde los primeros momentos de la evolución, donde el hombre corría para cazar y no ser cazado.(4)

Con el paso de los años, la práctica del running se ha convertido cada vez en un deporte más popular, siendo en E.E.U.U. donde primero se produce el "boom del running".(22)

Aunque ha sido un deporte importante desde los años 70, el número de corredores y eventos relacionados con correr ha aumentado constantemente desde el año 2000. Este aumento se debe en gran parte porque las mujeres se han sumado a esta práctica deportiva.(56)

Correr se ha convertido en un atractivo turístico para muchas ciudades occidentales que ya cuentan con su propio evento o carrera.(22)

Cada vez hay más estudios que demuestran la importancia de realizar actividad física y reducir el sedentarismo, ya que ambos factores tienen una influencia clara en la mejora de la salud, en la prevención de las enfermedades crónicas y, por tanto, en la calidad y la esperanza de vida en la población.(56)

Llevar una vida activa asocia múltiples beneficios para la salud en todas las personas a cualquier edad.(56)

La práctica del running es beneficiosa para mejorar la salud en adultos inactivos y modificar parámetros como la masa corporal, la grasa corporal, la frecuencia cardíaca en reposo, la absorción máxima de oxígeno, la reducción de los triglicéridos y la reducción del colesterol.(57)

Alguna de las características que hacen al running tan apetecible para personas que no realizan deporte habitualmente son: la facilidad para la realización del

mismo (no es necesario acudir a un recinto concreto), poco equipamiento, equipamiento económicamente asequible, no necesidad de una técnica entrenada...(58) Estas características son un arma de doble filo, ya que hacen que cada vez más corredores amateurs se hayan sumado a practicarlo sin ninguna preparación previa y sin ningún tipo de asesoramiento por parte de profesionales.(59) Por ello cada vez es más frecuente encontrar programas de prevención y educación en corredores sin experiencia.(60)



2.4.1. Datos práctica del running

En España el 53,5%% de la población de 15 años en adelante practica algún tipo de deporte semanalmente, una gran mayoría de ellos lo hacen con gran intensidad al menos una vez a la semana.(50)

El número de licencias deportivas en España ha experimentado una subida interanual del 3,4%, no reflejándose esta subida en el running o atletismo, ya que se trata de un deporte donde la gran mayoría de participantes no se encuentran federados y lo práctica por su cuenta.(50)

En 2015, el total de atletas federados en España es de 70.911, lo que supone un 2% del total de licencias de cualquier deporte en España, cifra muy inferior a los 2.500.000 corredores que se calcula que hay (personas que corren una vez a la semana como mínimo).(50)

Del total de las licencias de atletismo, 40.228 eran hombres y 30.623 eran mujeres; un 56,8% y 43,2% respectivamente.(50)

En 2015, del total de personas en España que realizan alguna actividad deportiva semanal, la carrera a pie supone el 10,6%, sólo superada por la gimnasia con un 19,2% pero por encima de deportes tan populares como fútbol, ciclismo o natación.(50)

En la Comunidad Valenciana, el colectivo que indica no realizar ningún tipo de actividad se reduce del 47,4% al 31,1%. Se observa un incremento significativo entre las personas que manifiestan realizar ejercicio físico varias veces a la semana, un 47% de la población.(50,61)

En general, la actividad física realizada en el tiempo libre se distribuye de forma diferente según sexo, siendo en hombres mayores que en mujeres. Estas declaran no realizar nada de ejercicio en el tiempo libre con mayor frecuencia que los

hombres en la Comunidad Valenciana (35,7% frente al 26,2% en hombre) así como los hombres declaran realizar con mayor frecuencia ejercicio físico varias veces a la semana.(61)

Los federados en la Comunidad Valenciana suponen un total de 363.154 en el año 2015, teniendo sólo el atletismo 5.213 federados, lo que pone de manifiesto lo comentado anteriormente, ya que se trata de un deporte donde el practicante no obtiene la licencia federativa, sino que lo práctica por su cuenta y riesgo.(50)

Estos datos no hacen más que poner de manifiesto el aumento y la evolución de la actividad física en España como elemento de prevención de lesiones y mejora de la calidad de vida; y en concreto el running por su facilidad a la hora de realizarlo.



2.4.2. Evolución de la técnica de carrera

El desarrollo de nuestra estructura corporal estuvo significativamente influenciado por el hecho de que teníamos que correr para sobrevivir. Estos cambios se produjeron en un momento de la evolución en que nuestros cerebros se estaban haciendo más grandes y había una mayor demanda de energía y proteínas. Correr era una actividad imprescindible a la hora de cazar, por lo tanto el correr se encuentra en nuestros genes.(20)

A lo largo del paso de los años la técnica de la carrera ha sufrido una evolución y mucha controversia en cuanto a cuál es la mejor técnica o la menos lesiva.

Durante la evolución del ser humano hemos visto como a partir de la posición cuadrúpeda, íbamos evolucionando hacia una posición más enderezada hasta llegar a la posición de bipedestación actual; la cual nos permite una mayor libertad de movimientos y una mejor precisión en cuanto a la ejecución de los mismos.(4)

Actualmente existen principalmente dos corrientes en cuanto a la técnica de carrera: técnica de apoyo en antepié o técnica de apoyo en retropié (talonar).

Para conseguir evolucionar de una técnica a la otra es necesario trabajar la técnica de carrera y seguir las recomendaciones de los profesionales para evitar el riesgo de lesión derivado de la nueva técnica y las adaptaciones que tiene que generar nuestro cuerpo, tanto a nivel biomecánico como de rendimiento.(62,63)

Hoy en día se utilizan programas de reeducación de la marcha y aumento del feedback en tiempo real a la "técnica correcta" para tener una transición más suave y menos lesiva a la nueva técnica.(64)

Otro de los debates de la actualidad acerca del running es la necesidad de correr descalzo o con calzado minimalista, o con zapatillas tradicionales.

Durante la práctica del running se generan cambios en la estructura del miembro inferior (15) pero todavía se hacen más evidentes cuando se trata de comparar la diferencia entre corredores calzados y sin calzar. (20,65)

El conocimiento y estudio de todas estas diferencias tanto en técnica, como en el uso o no de zapatillas, es de gran utilidad en el avance de la especialización y personalización del diseño de calzado para corredores como un elemento más en la prevención de lesión de los mismos. (20,65)



2.4.3. Tipos de corredores

Existen diferentes tipos de corredores, por lo que no se debe hablar de corredores en general, atendiendo a las diferentes características de cada uno de ellos, el tipo de carrera que practican, a que intensidad, a qué nivel...

Según la modalidad se pueden clasificar en:(66)

- Pista. Sprinters: atletas de pista que compiten en distancias por debajo de 400m.
- Pista. Media distancia: atletas de pista que compiten en distancias entre 800m y 3000m.
- Pista. Larga distancia: atletas que compiten entre 5000m y 10000m.
- Corredores novatos/amateurs: Corredores que no tiene experiencia previa en el running de más de un año.
- Corredores recreacionales: Corredores que no compiten o compiten en carreras por debajo de 10km
- Corredores de cross: Corredores que compiten en carreras de cross
- Corredores de larga distancia: Corredores que compiten en carreras entre 10km y por debajo de un maratón.
- Corredores maratonianos: Corredores que compiten en maratón.
- Corredores ultra maratonianos: Corredores que compiten en carreras más largas que un maratón.

Según el nivel se pueden clasificar en: (58)

- Corredores amateurs: Corredores que no tienen experiencia previa en el running de más de un año.
- Corredores recreacionales: Corredores que no compiten o compiten en carreras por debajo de 10km
- Corredores de élite: Corredores que se dedican al atletismo.

La mayoría de estudios se han centrado en los atletas competitivos o de élite, dejando a un lado los atletas recreativos, cuyo único objetivo es terminar el evento deportivo o carrera en cuestión.(67)

Existen distintos perfiles de estimulación para eventos deportivos en función del nivel y la práctica del sujeto: el positivo, el negativo, el parabólico y el variable.(67)

Durante un evento deportivo o carrera, la mayoría de corredores tanto hombres como mujeres adoptan un perfil de ritmo positivo, donde evitan un inicio excesivamente rápido que podría dar lugar a una disminución de la velocidad en la segunda parte de la carrera e intentan mantener una velocidad constante sin grandes variaciones. Estas variaciones son mucho menores en cuanto a la velocidad durante la carrera son mucho menos en los atletas de élite en relación con los atletas amateurs.(67)

Otro aspecto a tener en cuenta en la diferencia en corredores novatos y corredores de élite es la nacionalidad, características genéticas, demográficas y culturas.

Parte del éxito de los atletas africanos en las pruebas de resistencia se encuentra en que tienen un perfil distinto en algunas variables en comparación con la población general.(68)

Una de las características demográficas que se ha estudiado que influye positivamente en la mejora de la resistencia por parte de estos atletas, es la distancia a recorrer hasta la escuela cada día; esto sumado a los factores ambientales, culturales y algunos genéticos favorece el éxito.(68)

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace de vital importancia la buena clasificación y estudio del nivel, objetivos, y características del sujeto para poder llegar a conclusiones fiables y aplicables en la mejora y prevención de lesiones, ya que, por ejemplo, no se presenta un mismo índice de lesiones en corredores de élite que en corredores amateurs.(66)



2.4.4. Tipos de superficies y su influencia

El running es un deporte que se realiza en diferentes superficies, tierra o caminos de grava, asfalto en la ciudad, hierba, pistas sintéticas... Aunque quizás los más populares puedan resultar la tierra o camino y el asfalto.(69)

Estos cambios de superficie van a dar lugar a respuestas específicas del sistema neuromuscular para la regulación y la adaptación al terreno.(69,70)

El cuerpo es capaz de calcular la rigidez necesaria que tiene que tener la pierna a través de la contracción de la musculatura antes de tocar el suelo, en la fase de vuelo; gracias a la retroalimentación del paso anterior y la información almacenada en el cerebro.(71)

Por ejemplo se sabe que al correr por una superficie inclinada como son ciertas pistas de atletismo para favorecer el drenaje del agua, se genera una mayor exigencia muscular a ciertos músculos de nuestra pierna en comparación con la misma actividad realizada sobre una superficie plana; esta exigencia viene producida por la necesidad del cuerpo de adaptarse a la superficie curvada y paliar y modificar los des alineamientos que se producen a nivel articular.(70)

La capacidad de adaptación del corredores al terreno es una parte importante a tener en cuenta; cuanto mayor sea el nivel del corredor, mayor será su capacidad de adaptación al terreno, lo que le llevará a poder mantener los mismos ritmos y velocidades en distintas superficies sin obtener apenas variación entre ellas.(72)

Es difícil prevenir la lesión en el running, ya que se trata de un conjunto de factores que confluyen para generar lesión, y parece que la superficie es uno de ellos.(73)

Unas de las superficies más recomendadas por los entrenadores es la hierba natural, porque se asume que el riesgo de desarrollar una lesión musculoesquelética en esta superficie es menor.(71,73)

La hierba presenta una mejor diferencia de presiones plantares en relación con otras superficies, produciendo menor pico de presión y menor integral presión-tiempo.(71,73)

La superficie del asfalto es la que mayor tiempo de contacto presenta, pero también la que mayor pico vertical de fuerzas y mayor integral presión-tiempo presenta.(71,73)

Para Dixon et al. "las alteraciones en las características de la superficie pueden afectar al patrón de movimiento y son un factor potencialmente disruptivo para para la correcta ejecución técnica de una habilidad motora".(74)

La hierba parece ser la superficie que mayores cambios ha producido en los patrones de sobrecarga del pie durante la carrera. En el antepié, reduce la presión máxima, prolongando el tiempo de contacto y reduciendo en consecuencia el intervalo presión-tiempo. En el retropié, baja la presión máxima. Como conclusión la hierba es la superficie que parece generar menos demanda a la musculatura y menores sobrecargas en comparación con las superficies más rígidas como son el asfalto y el hormigón.(69,73–75)

La comparación de las velocidades en la carrera practicada en asfalto, tierra o hierba muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas teniendo en cuenta el requisito previo de una correcta técnica de carrera.(69)

En asfalto las estructuras con mayor activación muscular en relación al resto de superficies van a ser los tibiales en corredores con técnica de talón. Esto viene producido por la mayor rigidez de la superficie y el aumento de las fuerzas.(69)

En la tierra la mayor activación muscular la encontramos en el peroneo corto y también en el peroneo largo para conseguir frenar la inversión producida en el retropié por la mayor inestabilidad del terreno.(69)

Por lo tanto, el running en asfalto requiere una rigidez mayor en la articulación del tobillo; el running en tierra requiere una estabilidad mayor en la articulación del tobillo y el running en hierba es el menos exigente para nuestro miembro inferior.(69,73)

Teniendo en cuenta las diferencias en el funcionamiento del miembro inferior en función de la superficie por la que se realiza la carrera, se puede plantear una personalización en la recomendación de la práctica deportiva en una superficie concreta u otra.

En corredores que no presenten lesiones anteriores por fatiga muscular sobre todo en tibiales, y tampoco presenten fracturas de estrés previas, se puede recomendar el asfalto. Para corredores que quieran mejorar su propiocepción y ver cómo reacciona la articulación de su tobillo a las irregularidades del terreno, se debe recomendar la carrera por la tierra. Para corredores con problemas previos de lesiones o fatigados se debe plantear el running por hierba.

En España son pocos los corredores que realizan la práctica deportiva en hierba debido a la poca presencia de espacios donde poder correr con esta superficie.

El tipo de superficie puede ser considerada como un elemento más a tener en cuenta en el entrenamiento del corredor.

2.4.5. Tipos de zapatilla y su influencia

Historia de las zapatillas de correr:

La zapatilla para correr es un invento relativamente nuevo (poco más de 200 años de antigüedad). En el siglo XVIII se produjeron los primeros intentos de fabricar un zapato ligero que pudiera agarrarse al suelo, pero al realizarse de cuero, tenían la tendencia a estirarse al mojarse.(76)

En 1832 se produjo el primer avance cuando se patentó un proceso por el que las suelas de goma se podían pegar a los zapatos y botas de cuero. No fue hasta 1852 cuando el fundador de Reebok tuvo la idea de añadir a la suela de goma unos tacos para mejorar su agarre.(76)

El padre de la zapatilla deportiva moderna fue Adolf Dassler que comenzó la fabricación de calzado en 1920. Se empezó por primera vez a diseñar calzado especialmente pensado para una determinada distancia recorrida; es decir, era la primera vez que se pensaba en si el corredor era velocista o un corredor de larga distancia. En 1936 sus zapatillas fueron reconocidas como las mejores del mundo y fueron usadas por atletas de la talla de Jesse Owens.(76)

En 1962, New Balance introdujo la primera zapatilla científicamente probada.(76)

A finales del siglo 20, la NASA colabora con Nike para desarrollar el primer colchón de aire para calzado deportivo, lo que hoy se conoce como "cámara de aire".(76)

Durante los años 70, se empieza a personalizar el calzado deportivo no sólo en función de la distancia recorrida, sino también en función del tipo de corredor, clasificándolo en corredor neutro, o corredor pronador o supinador. Este avance es posible gracias al uso en las suelas del etil vinil acetato, también conocido como EVA.(76)

Durante los años 80 y 90 gracias al boom de la publicidad en televisión y al reclamo a través de grandes deportistas, el mercado de zapatillas deportivas sufre un gran aumento.(76)

Hoy en día, son muchas las marcas que se esfuerzan por diseñar y fabricar zapatillas de correr cada vez más personalizadas en amortiguación, peso, superficie, distancia recorrida, tipo de corredor...

Partes de la zapatilla de correr:(77)

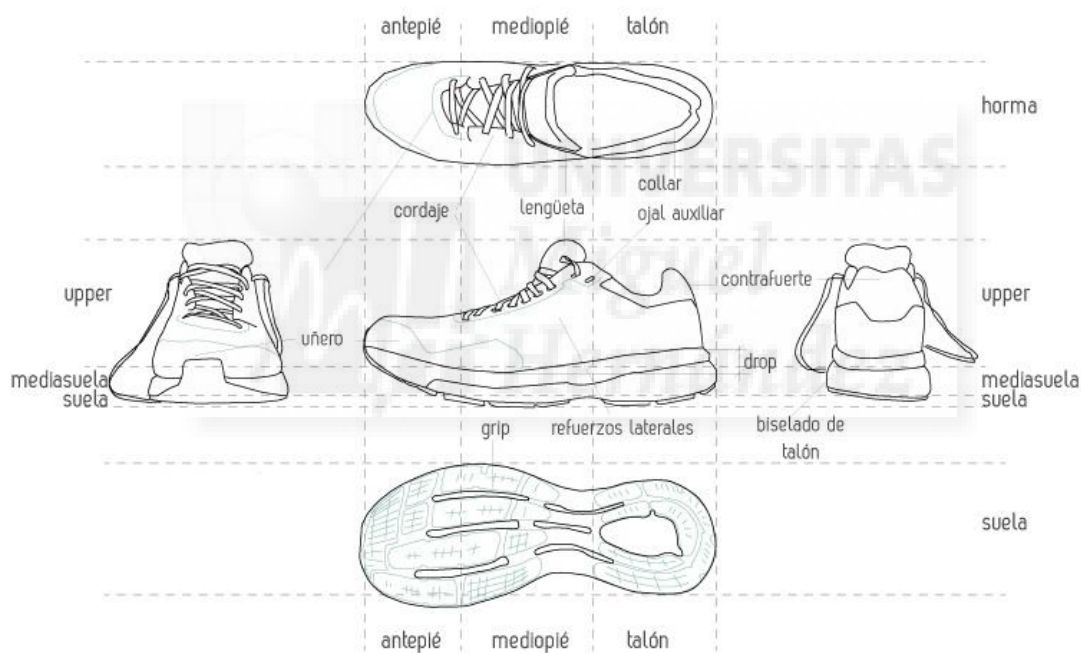


Imagen.5: Imagen de las partes de la zapatilla. Fuente: Sub-aeróbico. La ciencia del running.

Cordaje: Sujetan el pie y controlan el movimiento.

Lengüeta: Confiere confort a la parte dorsal del empeine y permite que se realice la flexión.

Contrafuerte: Es la parte trasera de la zapatilla y aporta estabilidad.

Mediasuela: Tiene materiales que aportan amortiguación, dependiendo del peso, la superficie y la distancia es más o menos densa.

Drop: Es la diferencia de altura entre la suela que hay bajo el antepié y la suela que hay bajo el talón.

Suela: Controla el agarre al suelo para evitar movimientos de deslizamiento.

Upper: Es la parte más versátil de la zapatilla. Donde más variaciones se producen en función de la transpirabilidad, la ligereza, el confort o la estabilidad.

Tipos de zapatilla:

Hoy en día la oferta de zapatillas de correr es cada vez más grande y más variada. Las grandes marcas destinan gran parte de su presupuesto al desarrollo e investigación de nuevas tecnologías y nuevos sistemas para implantar en las zapatillas de correr.

Actualmente se pueden clasificar las zapatillas para correr en 3 grandes grupos:

- Zapatillas neutras o de estabilidad: Zapatillas que ofrecen un confort y amortiguación al corredor sin querer generar ningún control sobre su tipo de pisada.
- Zapatillas con control de pronación: Zapatillas que intenta controlar y frenar el exceso de pronación en la carrera.
- Zapatillas con amortiguación: Zapatillas que pretenden dar un plus de amortiguación a los corredores.

- Zapatillas minimalistas: Zapatillas con menos suela, menos amortiguación y un drop más bajo. Los corredores que utilizan este tipo de zapatilla defienden la teoría de que el ser humano está preparado para correr por naturaleza y no precisa de ayudas externas para controlar o amortiguar las fuerzas que se generan durante la carrera.

Una de las grandes obsesiones de las marcas de zapatillas actualmente consiste en el control y regulación de la pronación, que es un movimiento combinado de retropié, mediopié y antepié. Combinada con la flexión de rodilla, la pronación del pie es la encargada de absorber los impactos durante la marcha o la carrera. La pronación también permite al pie poder adaptarse a cualquier situación del terreno.(78)

Influencia de la zapatilla:

La relación entre la incidencia de lesión y la zapatilla deportiva ha sido el centro de atención de muchos estudios.

Los primeros estudios que relacionaban el calzado o zapatilla deportiva con las lesiones comparaban béisbol, baloncesto, fútbol y calzado militar.(79)

Las zapatillas con control de pronación han sido prescritas tradicionalmente para corredores con un aumento de pronación en el pie, las zapatillas con estabilización para los corredores neutros con ligera pronación, y la zapatilla neutra para corredores con el pie neutro con tendencia a la supinación.(80)

Son varios los estudios que empezaron a probar la recomendación de un tipo de zapatilla u otra para la reducción y prevención de las lesiones. Uno de los primeros colectivos estudiados ha sido el del ejército.

Se ha probado en población militar la prescripción de distintos modelos de zapatillas deportivas según la huella plantar tomada en el podoscopio. Se

clasificaron las zapatillas en: zapatillas de estabilidad, zapatillas con control de movilidad y zapatillas con amortiguación. El resultado obtenido fue que la prescripción de un tipo de zapatilla u otro tiene un pequeño efecto no determinante en la reducción de las lesiones en población militar, siempre controlando el resto de factores de riesgo; mientras que sí que se observó que el uso de zapatillas antiguas aumentaba el riesgo de lesión.(81,82)

En este mismo sentido, se ha demostrado que el uso de más de un par de zapatillas para correr es un factor protector en la aparición de lesiones derivadas del running, ya que los corredores que usaron más de un par de zapatillas tuvieron un riesgo de lesión un 39% menor que los que sólo usaron un par de zapatillas. Esto tiene su explicación en el desgaste que se produce en la zapatilla habitual de carrera, ya que los materiales de la mediasuela pierden gran parte de sus propiedades después de 800-1000 km o entre 6 y 12 meses, dependiendo de los kilómetros y de la intensidad del entrenamiento. Cabe destacar que, pese a estos datos, tan sólo el 10,9% de los fondistas españoles renuevan su calzado deportivo con 1000 o menos kilómetros. Las zapatillas utilizadas para la carrera pierden entre un 30 y un 50% de su capacidad de absorción tras 450km de uso. Otra característica importante a tener en cuenta es el tiempo que pasa entre un entrenamiento y otro ya que los materiales de las zapatillas necesitan unos tiempos de recuperación tras un entrenamiento para volver a tener sus propiedades originales.(77,83)

Ryan et al.(84) cuestionan la eficacia de la prescripción de zapatillas con control de pronación en corredores. Sus resultados indican que no hay una diferencia significativa entre la incidencia de lesiones en corredores con zapatilla neutra y en corredores que se les ha recomendado una zapatilla con control de pronación en función de su huella plantar.

En otra revisión sistemática realizada en 2009, se concluye que la prescripción específica de un tipo de zapatilla basada en la postura del pie en corredores no tiene una evidencia científica.(85)

Theisen et al.(86) encuentran que no existe diferencia en la relación de lesiones en corredores amateurs utilizando dos zapatillas estándar amortiguadas con distinta rigidez del material de la mediasuela. Entregan a un grupo de corredores unas zapatillas con una rigidez más alta y a otro grupo una zapatilla con una rigidez más baja, y los resultados en cuanto a la diferencia de aparición de lesiones en corredores amateurs no son estadísticamente significativos.

Una de las posibles explicaciones a la no relación de la prescripción de la zapatilla deportiva y las lesiones, es que los corredores van modificando su técnica de carrera para mantener constantes las fuerzas externas conforme la zapatilla va perdiendo propiedades, por lo tanto, serían capaces de adaptarse a un tipo de zapatilla u otra.(83,86)

En lo que sí que interviene la zapatilla y es determinante un tipo de material u otro, es en los cambios realizados en la cinemática de la carrera.(78,87,88)

Las zapatillas con aumento de amortiguación son efectivas en la reducción de las presiones plantares en relación con las zapatillas sin el aumento de amortiguación.(78,87)

Las zapatillas con control de pronación son efectivas para la reducción de la pronación y de las fuerzas verticales de impacto durante el running.(78,88)

También se ha observado que la aplicación de una cuña en la parte interna del retropié, como control de pronación, pegada a una plantilla plana, reduce el dolor de rodilla y el riesgo de lesión en la articulación en corredores con el pie pronado en comparación con corredores con pie pronado pero sin la utilización de la cuña en la plantilla.(89) Esto puede llevar a pensar que el sistema de control de las zapatillas también debería ser efectivo para la reducción de la sintomatología por su parecido.

Siguiendo la creencia de la influencia de la zapatilla, Malisoux et alt. (90) encuentran una reducción estadísticamente significativa en el riesgo de lesión en

corredores que se les han asignado zapatillas con control de pronación, en relación con corredores que se les han asignado zapatillas neutras. Este beneficio sólo lo encontraron en los corredores que presentaban un pie pronado, no habiendo diferencia significativa en los pies neutros o supinados. A los pies pronados que se les asignó una zapatilla neutra, presentaron un mayor riesgo de lesión en comparación con los pies neutros.(90)

Pese a la gran variabilidad de resultados de los estudios, y la falta de consenso en la materia, actualmente se sigue pensando que la zapatilla es un elemento importante a la hora de practicar el running. La mayoría de los corredores consideran que el principal elemento a prestar atención es la zapatilla, y basan gran parte de su éxito en las carreras en una buena elección de la misma.(80)

Algunos estudios han demostrado que la percepción de los corredores sobre el confort de la zapatilla con distintas tecnologías de amortiguación es un punto a tener en cuenta.(91)

Sin embargo, al analizar varios modelos de zapatillas; se encuentra que la publicidad que se realiza dónde se dirige al consumidor a pensar que las zapatillas de mayor precio son las que mejores condiciones y seguridad ofrecen, es engañosa; ya que se ha visto que no existen diferencias en función del precio en la duración de la zapatilla y la capacidad que esta tiene para el reparto de presiones en distintas zonas de pie.(92)

Todos estos datos han de llevarnos a la conclusión de que todavía queda mucho camino por recorrer en el diseño y adaptación de la zapatilla de correr; siendo de vital importancia que las marcas evolucionen a un diseño más confortable donde el corredor no sienta que la zapatilla es un elemento que le va a generar una lesión.(88)

2.4.6. Definición de lesión en el running

Según la Real Academia de la Lengua Española. definimos la lesión como: "daño o detrimento corporal causado por una herida, un golpe o una enfermedad"

Según la Organización Mundial de la Salud definimos la lesión como: "cualquier daño, intencional o no intencional, al cuerpo debido a la exposición aguda a energía térmica, mecánica, eléctrica o química; o debido a la ausencia de calor u oxígeno que lleve a un daño corporal o psíquico temporal o permanente y que puede ser o no fatal"

Desde el punto de vista jurídico, definimos la lesión como: "toda alteración anatómica o funcional en el cuerpo o en la salud de una persona, originada por un agente traumático"

Uno de los problemas actuales a la hora de clasificar y estudiar la lesión en el deporte, y más concretamente en el running, es su indefinición, es decir, la falta de consenso por parte de la comunidad científica sobre los términos a incluir en la definición de lesión derivadas del running o RRI (running-related injuries).(58,93–95)

Deportes como el cricket, el tenis, el rugby o el fútbol tiene una definición consensuada de lesión.(93)

Esto hace que las tasas de incidencia y prevalencia de lesiones en running varíen mucho de un estudio a otro. Si se utiliza una definición de lesión más amplia como por ejemplo "cualquier molestia física desarrollada en relación con la actividad del running y que cause restricción en la distancia, velocidad, duración o frecuencia de la carrera" se obtendrá una tasa de lesión más alta; por el contrario si se utiliza una definición de lesión más estrecha como por ejemplo "cualquier molestia o problema que haga que el corredores deje de correr durante al menos siete días" se obtendrá una tasa de lesión más baja.(93,95)

Actualmente se trabaja en la elaboración de una definición de lesión en running consensuada a través de la metodología Delphi; que consiste en un método para estructuras problemas de comunicación de grupo. Este método busca lograr un consenso a través de cuestionarios anónimos estructurados y entrevistas de expertos. El método Delphi parece ser diseño de estudio más adecuado para desarrollar una declaración de consenso.(93)

La propuesta de una definición estandarizada de lesiones derivadas del running podría ayudar a normalizar las definiciones utilizadas en la investigación en ciencias del deporte y facilitar las comparaciones entre estudios.(93,95)

Tradicionalmente las definiciones han sido clasificadas según tres características principales y sus subcategorías según distintos autores:(94)



Tabla 1. Características principales y subcategorías definición de lesión

Categorías	Subcategorías	Descripción
Presencia de complicación física	Síntoma	Relacionado con la palabra clave en el inicio de la definición que se utilizó para describir la propia lesión
	Sistema del cuerpo	Referido al sistema del cuerpo lesionado para los autores
	Región	Relacionado con el área del cuerpo que se describe para considerar la lesión
Necesidad de interrumpir el entrenamiento o competición	Deporte primario involucrado	Relacionado con el deporte que se practica en el momento de la lesión
	Extensión de la lesión	Relacionado con la extensión de la lesión
	Extensión de la limitación	Relacionado con que factor afecta a la lesión
	Interrupción	Tiempo que se considera de lesión
	Descripción del período de lesión	Referido al tiempo considerado por los autores para determinar la ocurrencia de la lesión
Necesidad de visitar a médico o profesional de la salud	(No presenta subcategorías)	

Algunas de las definiciones de lesión en running (RRI) más usadas en las investigaciones por diferentes autores son:(58)

Tabla 2. Definiciones de lesión en el running

Bovens et al. (1989)	“Cualquier complicación física desarrollada en relación con la actividad del running que cause restricción en la distancia de carrera, la velocidad, la duración o la frecuencia”(96)	Jakobsen et al. (1994)	“Cualquier lesión musculoesquelética que se mantuvo durante la carrera e impidió la competición o entrenamiento”(97)
Bredeweg et al. (2010)	“Cualquier complicación musculoesquelética en la extremidad inferior o la espalda baja que cause restricción en la práctica del running durante una semana”(98)	Malisoux et al. (2015)	“Un dolor físico o molestia ubicada en la extremidad inferior o zona baja de la espalda, generada por el running y que impide la actividad planificada durante 1 día”(83)
Buist et al. (2010)	“Cualquier dolor musculoesquelético en la extremidad inferior o en la espalda baja que cause restricción en el running como mínimo 1 día”(99)	Theisen et al. (2014)	“Dolor por primera vez durante el running o como resultado de la práctica del mismo y que impide correr con normalidad durante al menos 1 día”(86)
Buist et al. (2008)	“Cualquier dolor musculoesquelético causado por el running en la extremidad inferior o la espalda que cause restricción en la práctica del running durante al menos 1 semana (o tres sesiones programadas)”(100)	Van Mechelen et al. (1993)	“Cualquier lesión que ocurrió como resultado de correr y que causó uno o más de lo siguiente: el sujeto tuvo que dejar de correr, el sujeto no podría correr la siguiente sesión, el sujeto no podría trabajar al día siguiente, el sujeto necesita atención médica o el sujeto sufría dolor o rigidez durante los siguientes diez días en la práctica deportiva”(101)

Actualmente una de las definiciones más aceptadas y con la que se pretende investigar de aquí en adelante para poder objetivar los resultados y tasas de lesión en el running es:

"Dolor musculoesquelético relacionado con el running en las extremidades inferiores que causa una restricción (en distancia, velocidad, duración o intensidad) u obligación de parar durante al menos siete días o tres sesiones de entrenamiento programadas consecutivas o requiere que el corredor consulte a un médico o a cualquier otro profesional sanitario". Para los estudios retrospectivos, la pregunta de lesión anterior debe cubrir los últimos seis meses.(93)

Pocas son las definiciones de lesión que tienen en cuenta el factor psicológico de los corredores, así como su estado de ánimo o situación emocional.(102)



2.4.7. Impacto socioeconómico de las lesiones

Como ya se ha comentado, el running es una de las actividades que ha experimentado un crecimiento más rápido en los últimos años. Por ejemplo, en los países bajos, con una población de 17 millones de personas, se calcula que alrededor de 1,4 millones practican este deporte con regularidad.(103)

Las razones para querer practicar este deporte incluyen el deseo de reducción de peso, o un estilo de vida saludable en general, o una reducción del estrés... Todas estas razones generan un panorama alentador desde el punto de vista de la salud pública por la mejora en la calidad de vida de los practicantes del running; sin embargo, los últimos datos de lesiones en los Países Bajos revelan que 420.000 de las 3.500.000 de lesiones deportivas sufridas anualmente tienen relación con el running. Los corredores novatos tienen un riesgo mucho mayor de lesión que los que ya llevan corriendo un tiempo.(103)

Las lesiones actúan en contra de la ganancia que genera el running en la salud pública. La prevención de las lesiones para los corredores amateurs debe ser una línea importante a seguir, ya que la prevención exitosa de las lesiones podría contribuir sustancialmente a corto y largo plazo a la mejora de la salud pública.(103)

El número de asistencias médicas necesarias durante un evento deportivo de running varía mucho en función del tipo de carrera, tipo de corredores, superficie... siendo los corredores amateurs los que más tiempo pierden durante el evento debido a las lesiones. En general si clasificamos por tipo de corredores, los corredores de velocidad o pista y los ultra-maratonianos son los que más asistencia necesitan durante un evento.(66)

Según Van der Worp et al.(102) los costes médicos directos por lesión de corredores en el departamento de emergencias se estiman en 1300€, y/o la ausencia del trabajo.

En otro estudio donde se calcula el gasto económico de las lesiones derivadas del running en corredores amateurs que participan en un programa de iniciación al running, se dividen los costes en directos (gasto médico directo generado por la lesión) e indirectos (gastos derivados de la ausencia al trabajo).(104)

En este estudio se estimó que el gasto económico general de una lesión derivada del running en corredor amateur inscrito en un programa de iniciación al running es de 83,22€. Los costes directos son 56,93€ y los indirectos 26,29€.(104)

Estos datos aumentan la necesidad de trabajar en programas de prevención efectivos en la reducción de lesiones derivadas del running, sobre todo en corredores amateurs que son los que más lesiones sufren, y como consecuencia, más costes económicos generan.



2.4.8. Factores de riesgo de lesión

Se considera factor de riesgo a cualquier rasgo, característica o exposición de un individuo que aumente su probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión.

La identificación de los factores de riesgo que pueden intervenir en la lesión provocada por el running se antoja de vital importancia para poder desarrollar estrategias de prevención de lesiones, especialmente cuando estas pueden estar influenciadas por un entrenamiento adecuado, por el ambiente o situación que envuelve al entrenamiento...(102)

Los factores de riesgo se pueden clasificar en distintos apartados en función de los autores:

- Factores personales (edad, sexo, peso, código genético), factores de carrera o entrenamiento (días de carrera por semana, distancia, zapatilla de running, intensidad de la carrera...) y factores de salud y estilo de vida (fumador, antecedentes de lesiones previas...)(102)
- Para Saragiotto et al(105) los factores de riesgo se clasifican en intrínsecos y extrínsecos, y a la vez cada uno de estos apartados presenta 4 subapartados:
 - o Extrínsecos:
 - Zapatilla de running
 - Nutrición
 - Entrenamiento
 - Otros

- Intrínsecos:
 - Características personales
 - Biomecánica y técnica
 - Comportamiento competitivo o no
 - Otros
- En el caso de Van Gent et al.(106) la clasificación quedaría en:
 - Factores sistémicos
 - Factores derivados del entrenamiento o carrera
 - Factores de salud
 - Factores de estilo de vida
- Otra posible clasificación es:(107)
 - Factores intrínsecos: Edad, sexo y IMC
 - Factores extrínsecos: Zapatilla de running, programa de entrenamiento y superficie de entrenamiento.

En todos los casos se observa la coincidencia de los autores en la clasificación de los factores de riesgo en extrínsecos e intrínsecos. Dentro de esos apartados, cada autor hace los subapartados que considera.

Mención aparte requieren los factores cognitivos y sociales por su ausencia en la mayoría de los estudios. Las creencias, opiniones y sensaciones de los corredores y entrenadores deben ser incluidas en los estudios para aumentar la efectividad de los programas de prevención de lesiones.(105)

A continuación, se resumen los principales factores de riesgo encontrados. En algunos artículos se establece una diferenciación entre hombre y mujer:

Tabla 3. Factores de riesgo de lesión en corredores

Autores	Factores de riesgo en el hombre	Factores de riesgo en la mujer	Factores de riesgo comunes
Reinking(108)2006		Tipo de deporte Pronación del pie	
Malisoux et al.(109)2014			Mala estabilización musculatura cadera Pronación del pie IMC Lesión previa
Buist et al.(99)2008	Edad (Ser más joven + riesgo) Poca experiencia en running	Mayor IMC Deportes previos Poca experiencia en running	
Van Gent et al.(106)2007			Mayor distancia de entrenamiento por semana Historia de lesión previa

Hespanhol et al.(110)2013			Velocidad de carrera Lesión previa
Buist et al.(111)2009	IMC alto Lesión previa Participación en deportes anteriores sin carga axial	Navicular Drop	
Nielsen et al.(112)2013			IMC alto Edad entre 45 y 65 años Actitud no competitiva Lesión previa
Gijón-Nogueron et al.(113)2015			Avanzada edad Lesión previa Inadecuada estabilización muscular Fatiga muscular Aumento de pronación
Kluitenberg et al(114)2015			Bajo volumen de carrera Alta intensidad la semana previa

Viendo estos datos se hace difícil pensar en una opinión común a la hora de definir los factores de riesgo en corredores. Para empezar, hay que tener en cuenta que

cada uno de los estudios se dirige a una población en concreto con unas características demográficas y culturales distintas; y lo que es más importante a un tipo de corredores distinto, no son los mismos factores de riesgo para corredores amateurs, recreacionales, de élite; o simplemente, corredores con un objetivo competitivo o no.

Mención aparte requieren las características del entrenamiento, ya que la mayoría de autores las señalan como posibles factores de riesgo de las lesiones en corredores, sin embargo, para Nielsen et al(115)2012, no se puede relacionar los errores en el entrenamiento con la aparición de lesiones en corredores. Consideran que es necesario salvar las barreras metodológicas a la hora de cuantificar las variables del entrenamiento para poder relacionarlas con la aparición de lesiones en corredores.

En lo que sí que coinciden la mayoría de autores es en afirmar que existen diferentes factores de riesgo para los hombres y las mujeres, pero que es necesaria mayor investigación en los factores de riesgo en mujeres, a nivel biomecánico, hormonal, psicológico...para intentar reducir el riesgo de sesgo.(102,111)

Uno de los factores que más se repite tanto en hombres como en mujeres, es la presencia de lesión previa, lo que puede tener dos explicaciones: una sería que la "nueva lesión" es una exacerbación de la lesión anterior que no está curada completamente; y la otra explicación sería que los corredores lesionados adoptan un patrón biomecánico diferente para proteger la estructura lesionada, lo que les puede llevar a aumentar la predisposición a sufrir otra lesión.(110)

Algunos autores señalan a ciertos factores como protectores, es decir, que, si el corredor los presenta, se reduce el riesgo de lesión como un IMC bajo o el entrenamiento interválico.(112,113)

Si se les pregunta a los corredores sobre cuales creen que son los factores de riesgo que causan lesión, los más citados de los factores extrínsecos son: exceso

de entrenamiento, no calentamiento, no estiramientos y falta de fuerza. Y de los factores intrínsecos: no respetar las limitaciones de su cuerpo y los cambios en el tipo de pie.(105)

Como se puede ver, hay poca coincidencia entre lo que los corredores piensan y lo que los estudios demuestran, por lo tanto, se debe hacer un trabajo de prevención y concienciación de los riesgos como ya se ha comentado anteriormente, dándole la importancia que requiere a los factores cognitivos, sociales y psicológicos.



2.4.9. Magnitud de las lesiones

Nos referimos a las lesiones derivadas del running con las siglas RRI "running-related injuries".

Muchas son las teorías que se han lanzado sobre el origen de las RRI. Una teoría puede definirse como un conjunto de propuestas probadas para explicar un fenómeno observado. Cuando se desarrollan programas de prevención y tratamiento de lesiones donde la causa original es desconocida, la teoría es crítica para informar a la investigación y la práctica. Esto significa que una teoría deber estar cuidadosamente desarrollada y sujeta a pruebas.(116)

Algunas de las teorías que intentan explicar la aparición de lesiones derivadas del running se basan en:(116)

- El calzado: La teoría basa la aparición de RRI en las fuerzas de impacto y en la movilidad aumentada de la articulación subastragalina (exceso de pronación). Para llevar a cabo la prevención basada en esta teoría se cuenta con el calzado con amortiguación y el calzado con control de pronación.
- El barefoot: La teoría basa la aparición de RRI en la atrofia de la musculatura intrínseca del pie, la disminución de la propiocepción y la forma antinatural de correr con calzado. Para llevar a cabo la prevención basada en esta teoría se aplica el fortalecimiento de la musculatura intrínseca del pie, la facilitación de la propiocepción y la promoción de una mejor manera de correr.

Se han creado algunos modelos conceptuales que intentan describir el origen de las RRI relacionándolas con asociaciones primarias y secundarias, como son las características del entrenamiento que deben considerarse como una causa necesaria para el desarrollo de lesiones, juntos con otras características personales y de comportamiento que serían secundarias y pueden estar presentes

o no en el mecanismo causal. Las características no relacionadas con el entrenamiento afectan a la carga que es capaz de tolerar el corredor antes de que ocurra la lesión. Se deben probar como modificadores de medida del efecto al investigar los mecanismos causales de RRI.(109)

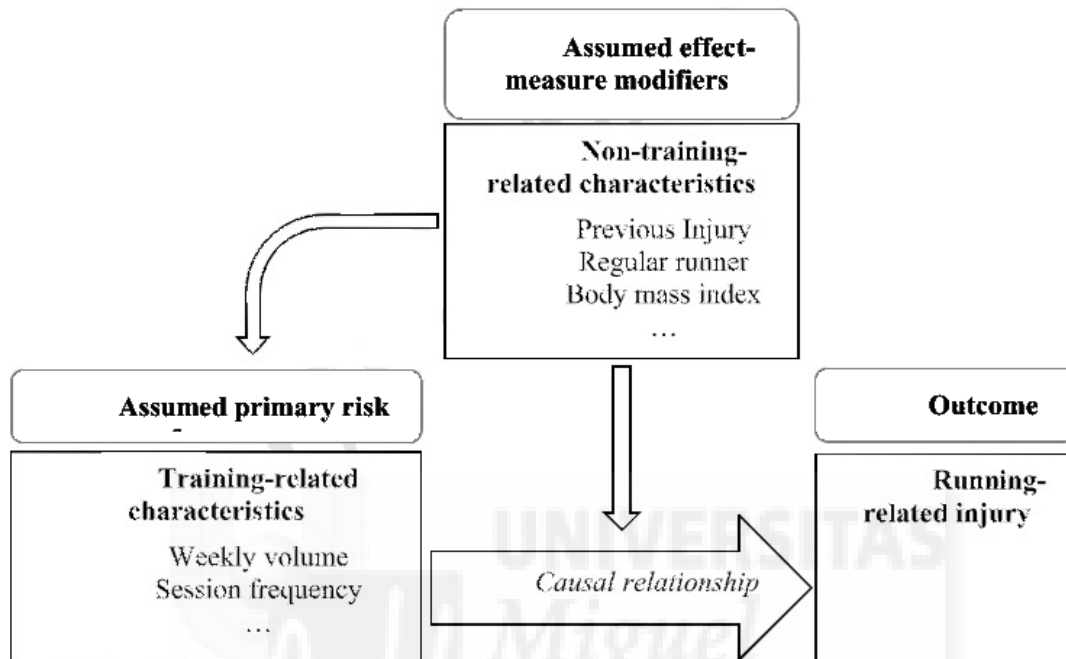


Fig. 1: Modelo conceptual de origen de Running Related Injuries. Fuente: A step towards understanding the mechanisms of running-related injuries(109)

Datos “Running Related Injuries”

Se hace complicada la comparación de los datos acerca de las RRI debido a la falta de consenso y de homogeneidad en algunos aspectos de los estudios:(58)

- Definición de lesión: como ya se ha comentado, la variabilidad en la definición de lesión hace que los datos varíen enormemente.

- Diferente población: no se puede comparar datos de poblaciones distintas, tanto por características culturales, como por las propias características de los sujetos.
- Nivel de los corredores: cada uno de los estudios se dirige a un tipo distinto de corredores, y como es de esperar, la aparición de RRI van a variar mucho en función de, el nivel de los corredores, la motivación de los corredores (competitivos o no), la distancia recorrida por los corredores...
- Duración de la investigación: en función del tiempo de seguimiento que se haga de los corredores el número de RRI variará.

Todo esto nos lleva a encontrar una variabilidad muy alta en los números acerca de las lesiones derivadas en el running.

Expresar la cantidad de lesiones en "Lesiones cada 1000h de running" es una medida importante para poder comprar el riesgo de lesión entre los estudios.(58)

La incidencia de lesiones derivadas del running en corredores oscila entre el 19,4% y el 79,3%.(58,106,117-119)

Para Hespanhol Junior et al.(110)2013, la incidencia de lesiones en corredores recreacionales obtenido durante un período de 12 semanas es del 31% o de 10 RRI por cada 1000 horas de exposición al running.

En otra estudio al comparar la incidencia de lesión en corredores amateur o novatos y corredores ya recreacionales o con mayor nivel competitivo se observa que para los primeros la incidencia de RRI es de 17,8 por cada 1000 horas de running, mientras que para los segundos la incidencia es de 7,7 por cada 1000 horas de running.(58)

En España, el estudio de Pérez et al.(120) 2015, habla de una incidencia de lesión en corredores en el último año de un 40%, datos que se encuentran perfectamente en sintonía con los nombrados anteriormente.

Efectividad de los programas de prevención

Teniendo en cuenta la magnitud de las lesiones y los problemas derivados de ellas, obtienen una importancia especial los programas de prevención de lesiones. A la hora de crearlos y aplicarlos, parece el problema comentado anteriormente de la falta de homogeneidad y de consenso en ciertos apartados como la definición de lesión, y la identificación de los factores de riesgo, lo que genera la mayoría de veces, un fracaso en el programa de prevención.

No se ha encontrado una diferencia significativa en la reducción de RRI en corredores amateurs utilizando en algunos de ellos programas de adaptación previo al running, programas de acondicionamiento.(98,100)

Tampoco se han encontrado diferencias significativas clasificando a los corredores en 3 programas de iniciación al running distintos: programa de estiramientos, programa de entrenamiento funcional y programa de resistencia.(121)

Donde sí aparece una diferencia significativa es en el progreso en la distancia de carrera en un período de dos semanas. Los corredores que progresa más de un 30% parecen ser más vulnerables a la lesión que los progresan menos de un 10% en la distancia de carrera.(122)

Lesiones más comunes

Donde sí se encuentra mayor consenso y coincidencia es en el apartado de las lesiones más comunes y sus localizaciones más frecuentes.

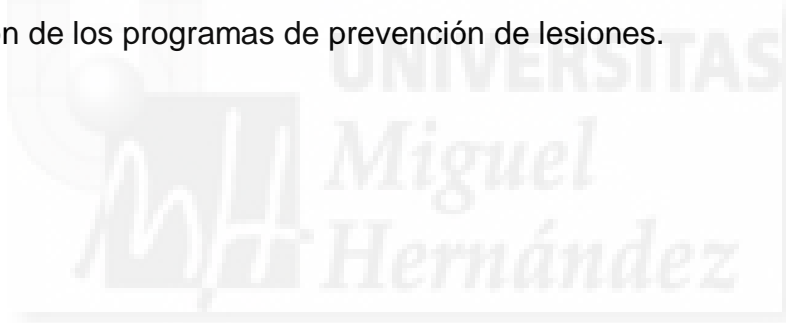
Si se habla del tipo de lesión, las más comunes son tendinopatías, rotura o lesión muscular, lesión ligamentosa y fascitis plantar.(117)

Al hablar de localización, lo que se observa es que las localizaciones más frecuentes de lesión en corredores amateurs son: síndrome estrés tibial, tendón de Aquiles, fascia plantar, esguince tobillo...(66,95,123,124)

- Síndrome estrés tibial:
 - o Dos posibles razones explican esta patología. La primera es que, durante el aterrizaje y el despegue, la contracción repetida de los músculos tibial posterior, soleo y o flexor largo de los dedos, genera un exceso de estrés en la tibia, dando como resultado la inflamación de su inserción en el periostio. La otra explicación pasaría por pensar en la insuficiente capacidad de remodelación ósea constituida por el estrés repetitivo no sólo por la contracción muscular sino también por la fuerza vertical generada por el suelo en el momento de aterrizaje.(125)
- Tendinopatía aquilea:
 - o La carga excesiva durante la práctica deportiva se ha considerado uno de los motivos del desarrollo de tendinopatías. Cuando la carga repetida sobre el tendón supera el límite fisiológico, se produce la degeneración. Durante la carrera, la carga excesiva generada por los gemelos y el sóleo predisponen para el desarrollo de la tendinopatía del tendón de Aquiles.(125,126)
- Fascitis plantar:

- La fascitis plantar está considerada como uno de los problemas más comunes en el pie. Se caracteriza por un proceso degenerativo de la fascia plantar y dolor en la zona medial del calcáneo. Durante la carrera, se generan impactos iguales a tres veces la carga de nuestro cuerpo. La capacidad de absorber y transmitir este impacto depende de la elasticidad de la fascia plantar, la almohadilla de grasa plantar y la musculatura intrínseca del pie. Con el envejecimiento o el uso repetido, la capacidad de absorción de la fascia se ve disminuida y por lo tanto el riesgo de sufrir fascitis plantar aumenta.(55,125,126)

Un gran avance para la prevención de las lesiones derivadas del running sería la total identificación de la región anatómica con más riesgo de sufrir lesión en función de las características del corredor; lo que permitiría una mayor especialización de los programas de prevención de lesiones.



2.5. ANÁLISIS ENTRE LA MORFOLOGÍA Y POSTURA DEL PIE Y LAS LESIONES

Muchos son los estudios que han investigado acerca de la morfología del pie o el tipo de pie como factor de riesgo de lesiones en deportistas, y variados son los resultados, aunque la mayoría coinciden en identificar el tipo de pie como un posible factor de riesgo de lesión, hay algunos estudios como el de Ramskov et al.(127) 2013, que discrepan con esta afirmación.

Cuando hablamos concretamente del running, hay que tener en cuenta que se trata de un deporte donde se realiza el mismo gesto de manera continua. En este gesto el pie es parte principal, encargado de absorber el impacto y única parte de nuestro cuerpo que se encuentra en contacto con la superficie de la práctica deportiva.

Estas características hacen que durante la práctica del running la musculatura de nuestro miembro inferior y nuestro pie se vaya fatigando, generándose cambios en la posición del pie durante la carrera.(128)

Después de correr 60 minutos a una velocidad moderada, se calcula que se ganan 2 puntos en el FPI, generando una tendencia a la pronación. El apoyo total y las áreas de contacto del talón medial aumentan, al igual que las presiones bajo la cabeza del segundo metatarsiano y el talón medial. Esto puede ayudarnos a entender el funcionamiento del pie y prevenir lesiones.(128)

Los corredores con altura del arco más alta presentan una mayor incidencia de lesión de tobillo, lesión ósea y lesiones en compartimento lateral, mientras que; los corredores con un arco del pie más bajo presentan más lesiones de rodilla, lesiones en partes blandas y en el compartimento medial.(129,130)

En esta misma línea se observa que los triatletas con un pie supinado tienen cuatro veces más riesgo de sufrir una lesión por sobreuso durante la temporada de competición.(43)

El pie pronado está asociado con el síndrome de estrés tibial y con la tendinopatía del tendón de Aquiles.(131–133)

Thijs et al.(134) 2007 identifican como factores de riesgo para las lesiones del miembro inferior por sobreuso el aumento de pronación del pie y la aparición lateral del roll-off.

En dos revisiones sistemáticas donde se busca la relación entre el tipo de pie y las lesiones del miembro inferior, se encuentra que existe una moderada asociación entre el pie pronado y algunas lesiones. El FPI y el examen visual y físico del pie mostraron una fuerte asociación con las lesiones del pie.(130,135)

Hay que tener en cuenta que aunque el tipo de pie sea identificado como un factor de riesgo de las lesiones, estas son multifactoriales y se deben valorar más variables a la hora de identificar su origen.(136)

3. JUSTIFICACIÓN



El running se consolida como uno de los deportes más practicados a nivel mundial por su facilidad y accesibilidad para poder practicarlo: no es necesario acudir a un recinto concreto, no es necesario juntar a varias personas para practicarlo ya que se puede realizar de manera individual, se necesita un material accesible, no necesita de un tiempo marcado de duración de la actividad...(58)

Uno de los problemas que se encuentran en la práctica del running es la poca conciencia que presentan los corredores en relación a las lesiones, y los gastos tanto en días de baja como en costes económicos derivados de las RRI.(103,104)

Uno de los factores que los corredores relacionan directamente con la lesión es la morfología del pie(105), mientras que en la literatura sólo encontramos dos estudios que relacionen la morfología del pie con el riesgo de lesión, lo que sugiere que una posible línea de investigación de cara al futuro es encontrar si existe asociación o no con el tipo de pie y el riesgo de lesión.(80,90)

Esto nos lleva a plantear la presente investigación, donde se pretende ser capaz de identificar algunos de los factores de riesgo que favorecen la aparición de lesiones en corredores amateurs con el objetivo de poder generar programas de prevención y asesoramiento en la práctica del running; ya que hay que tener en cuenta, que el corredor que más se lesiona, es el que tiene una experiencia corta en la práctica deportiva del running, lo que sería un amateur.(117)

Se hace mayor hincapié en la relación entre la morfología del pie y el riesgo de lesión como respuesta a la falta de estudios realizados con esta hipótesis y como respuesta a la percepción tanto de los corredores como de los podólogos de la influencia del pie en la aparición de lesión.

4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS



Para realizar y llevar a cabo esta investigación se parte de la hipótesis: “La postura del pie del corredor principiante medida mediante el Foot Posture Index , se asocia con el riesgo de lesión musculoesquelética en miembros inferiores”.

También se trabaja sobre la hipótesis: “El Foot Posture Index se asocia con la aparición de lesiones en determinadas estructuras en corredores principiantes”

Los objetivos planteados para esta investigación son:

Objetivo general:

Analizar el riesgo de lesión musculoesquelética, globalmente y por tipo de lesión, en corredores principiantes en función de la postura de su pie medida mediante el Foot Posture Index.

Objetivos específicos:

- 1) Evaluar la asociación entre la lesión musculoesquelética y el conjunto de variables explicativas.
- 2) Evaluar la asociación entre la lesión musculoesquelética y la exposición teniendo en cuenta del conjunto de variables explicativas mediante el ajuste de un modelo multivariante.
- 3) Evaluar los objetivos anteriores dentro de cada localización de lesión.

5. MATERIAL Y MÉTODOS



5.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

El diseño utilizado en este trabajo es un diseño observacional, un estudio analítico de casos y controles retrospectivo; analizando los datos entre los años 2013 a 2015, para evaluar el riesgo de lesiones musculoesqueléticas de miembro inferior en sujetos que practican running de forma principiante y la relación con la postura del pie.



5.2. POBLACIÓN DIANA Y CENTROS DE ESTUDIO

El estudio se realiza en cuatro centros de fisioterapia y podología de la provincia de Alicante, situados en las ciudades de Alicante, Benidorm, Villena e Ibi.

Cada uno de los centros maneja sus propios pacientes, teniendo en común entre ellos el servicio de podología y biomecánica prestado por el mismo profesional y a través de la misma empresa. Los pacientes acuden al servicio de podología, bien presentando una lesión en miembros inferiores derivada del running, mientras que otros simplemente acuden a la consulta de podología para realizar un estudio biomecánico de la pisada sin ninguna patología o recomendados por otros profesionales de los centros de estudio, con el objetivo de poder prevenirlas antes de su aparición.

Población diana (es la población a la que se desea generalizar nuestros resultados):

La población diana de nuestro estudio hace referencia a las poblaciones totales de los 4 municipios donde se realiza la consulta.

Habitantes de cada uno de los municipios en 2014:

- Alicante: 332.067
- Benidorm: 69.010
- Villena: 34.530
- Ibi: 23.456

- Total: 459.063 habitantes

Población a estudio:

Es la población definida por los criterios de selección y accesibilidad por parte del investigador.



5.3. DEFINICIÓN DE CASO Y CONTROL

Definición de control:

- Sujetos que no presentan lesión musculoesquelética en miembros inferiores derivada del running
- Los controles presentan la misma probabilidad que los casos de estar expuestos.

Definición de caso:

- Sujetos que presentan lesión musculoesquelética en miembros inferiores derivada del running

Definición sobre la exposición o factor de estudio:

- Se considera que un sujeto estaba expuesto si presentaba una lesión musculoesquelética en miembros inferiores derivada del running (factor de estudio) que es la que le obliga a acudir a la consulta.

Definición de lesión en el running:

- Se utiliza la definición de lesión derivada del running propuesta por Yamato et al:(93)

“Dolor musculoesquelético relacionado con el running en las extremidades inferiores que causa una restricción (en distancia, velocidad, duración o intensidad) u obligación de parar durante al menos siete días o tres sesiones de entrenamiento programadas consecutivas o requiere que el corredor consulte a un médico o a cualquier otro profesional sanitario”

Criterio de evaluación o variables respuesta:

- La postura del pie medida mediante el FPI con la que se pretende medir el efecto o la asociación con el factor de estudio.



5.4. TAMAÑO Y SELECCIÓN DE MUESTRA

Para el cálculo del tamaño muestral se estimó una prevalencia de exposición (postura del pie supinador o pronador) en los controles del 26%(38), con un nivel de significación de 0,05 y una potencia del 80%, se calculó un tamaño muestral de 260 pacientes por grupo, en un diseño balanceado con ratio caso/control de 1:1. Teniendo en cuenta un porcentaje de pérdidas del 15% (40 casos), se requirió un tamaño por grupo de 300 sujetos, haciendo un total de 600.



5.5. CRITERIOS DE SELECCIÓN

- Criterios de inclusión:
 - Edad entre 30 y 50 años: se considera la población a estudio para este trabajo, teniendo en cuenta que son la población que por normal general se inicia en la práctica del running sin tener experiencia previa.
 - Experiencia en el running de menos de 1 año: al aplicar este criterio de inclusión, se quiere evitar el sesgo de las posibles adaptaciones que se generan a un deporte una vez ya se conoce y se ha entrenado la técnica. El sujeto a estudio debe ser un corredor principiante.
 - IMC <28: se pretende evitar el último tramo del sobrepeso y también la obesidad para evitar que las posibles lesiones musculoesqueléticas estudiadas en el trabajo, puedan ser producidas por estos factores.
 - 2-3 días de entrenamiento semanales: se excluyen los que entrenan menos, por lo tanto, no tendrían el riesgo de lesiones por sobreuso o estrés, y se excluyen los que entrenan más, precisamente para evitar un aumento de riesgo de esas lesiones por sobreuso o estrés.
 - Utilización de zapatilla neutra: pese a que en la literatura no termina de haber un consenso acerca de la efectividad de los controles de pronación o de movimiento en las zapatillas de running, para evitar este posible sesgo, sólo se incluye sujetos que utilicen zapatillas neutras, sin ningún control de movimiento.

- Criterios de exclusión:
 - Deportista de élite en cualquier disciplina deportiva: se excluyen a estos sujetos para evitar que presenten una condición física de base superior a la media.
 - Cirugía o deformidad previa en miembros inferiores: con este criterio de exclusión se evita que haya posibles lesiones en miembros inferiores que respondan a patologías anteriores y no tengan nada que ver con la práctica del running.
 - Lesión previa en miembros inferiores en el último año (que no sea la actual por la que acudieron a consulta): según la literatura, la lesión previa es uno de los mayores factores de riesgo en la aparición de nuevas lesiones en la práctica del running(110,117), por ello se aplica este criterio de exclusión, para evitar que la nueva lesión sea una exacerbación de la lesión anterior o una nueva lesión provocada por los cambios biomecánicos que se generan para intentar proteger la estructura lesionada con anterioridad.
 - Utilización de ortesis plantares a medida: la utilización de soportes plantares personalizados puede generar cambios en la biomecánica y postura del pie del paciente, por lo tanto, se excluyen a los pacientes que acudan a la consulta ya utilizando estos soportes.

5.6. MÉTODO DE MUESTREO

Para seleccionar la muestra de pacientes a incluir en el estudio se realiza un proceso de orden cronológico. Se crea una única base de datos con 1150 sujetos, ordenados según estricto orden cronológico de llegada a las clínicas; que corresponde a todos los pacientes revisados entre los años 2013 y 2015 en las cuatro clínicas incluidas en el estudio. El tipo de muestreo es consecutivo.

Una vez unidos todos los pacientes en una única base de datos, se le aplican los criterios de inclusión y exclusión.

Terminada la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, se procede a la clasificación de los sujetos en los grupos casos y controles, en función de si presentaban una lesión en miembros inferiores derivada del running o no.

Ambos grupos provienen de la misma población de estudios, es decir todos presentan los criterios de inclusión y se mide mediante el FPI si hay asociación entre la postura del pie y el factor de exposición, es decir, presentar una lesión musculoesquelética en miembros inferiores derivada del running.

5.7. RECOGIDA DE DATOS Y DEFINICIÓN DE VARIABLES

En este apartado se explica cuál es el protocolo de consulta seguido en todos los pacientes, realizando la misma anamnesis y las mismas pruebas a todos los sujetos, lo que nos ha permitido a posteriori, analizar y comparar los datos clasificándolos en casos y controles en función de si presentan lesión en miembros inferiores derivada del running o no, relacionando esta asociación de si presenta lesión o no con la postura del pie medida mediante el Foot Posture Index y una serie de variables potencialmente confusoras; ya que dentro del protocolo de consulta de cada uno de los pacientes se incluyen más pruebas que no han sido analizadas en este trabajo ante la dificultad para poder ser objetivables y comparables entre pacientes, como pueden ser la filmación en cámara de alta velocidad de la marcha y la carrera, o la huella plantar obtenida a través de plataforma de presiones RsScan®.

La variable exposición corresponde a la práctica del running, derivando de esta la presencia o no de lesión musculoesquelética en miembros inferiores.

La variable respuesta corresponde a la postura del pie medida mediante el Foot Posture Index.

Cada uno de los pacientes que han acudido a cualquier de las consultas han sido sometidos al mismo protocolo, realizado siempre por el mismo examinador.

Lo primero que se realiza con cada paciente es una anamnesis y toma de variables explicativas:

1. Centro de estudio: Alicante, Benidorm, Villena e Ibi.
2. Sexo: Hombre o mujer.

3. Peso: Medido en kg.
4. Altura: Medida en cm.
5. Tiempo que lleva practicando running: Esta pregunta hace referencia a los meses que lleva el paciente practicando running de manera asidua con una media de 2 o 3 días de entrenamiento por semana.
6. Tiempo medio de cada entrenamiento: Minutos de media que dura cada una de las salidas de entrenamiento.
7. Superficie predominante: Utilización del asfalto únicamente como superficie predominante para entrenar, o utilización de la tierra como superficie principal para entrenar o una combinación de ambas son las tres opciones que ofrece esta variable.
8. Ritmo medio de entrenamiento: Variable medida en min/km, es decir, cuanto tiempo de media tarda el sujeto en minutos en realizar un kilómetro. No sirve ni el kilómetro más rápido, ni el más lento, se hace referencia la media.
9. Número de días de entrenamiento a la semana: Esta variable sólo presenta dos opciones; 2 o 3 días de entrenamiento a la semana, ya que entrenar menos o más días supondría no cumplir los criterios de inclusión en el estudio.
10. Número de kilómetros a la semana: Media de los kilómetros de media corridos a la semana.
11. Número de carreras populares al año: Número de carreras aproximadamente que tiene previsto correr el sujeto durante este año, contando con las que ya haya realizado.

12. Tipo de carrera más común: Dentro de las distintas modalidades de carreras populares que encontramos, cual es la más común que realizar el sujeto, clasificándolas en carreras de menos de 10km, carreras de 10 a 22km y carreras de más de 22km.
13. Precio medio de la zapatilla: Precio medio en € de la zapatilla de running.
14. Utilización de más de un par de zapatillas: Esta variable hace referencia a si el paciente utiliza más de un par de zapatillas para entrenar o no, ya sea porque realice una combinación de superficies como asfalto y tierra, o porque tenga dos pares de una misma superficie.
15. Identificación de la lesión: En caso de que el paciente presente una molestia o lesión derivada del running, se realiza una exploración física en camilla y clínica de la zona lesionada para clasificarla en distintas lesiones: fascia plantar, tibial posterior, tibial anterior, cabezas metatarsales, gemelos y sóleo, peroneos, tendón de Aquiles, otros/as... En caso de no presentar lesión por parte del paciente, se marca como ninguna y este paciente pertenecería al grupo controles.

Posteriormente, para poder realizar el análisis estadístico y ajustador los modelos multivariantes, las lesiones han sido agrupadas en las categorías de: cabezas metatarsales, fascia plantar, tríceps sural, tibiales, peroneos y otros. En el grupo “otros” se han agrupado todas las lesiones que no estuvieran situadas en la parte baja de la pierna o el pie y el tobillo.

Se realiza la clasificación en grandes áreas anatómicas debido a que el diagnóstico se realiza mediante exploración física y clínica, sin ninguna prueba complementaria, por lo tanto, es complicado señalar con exactitud la zona anatómica concreta que el corredor se ha lesionado.

16. Días de lesión: Días de media aproximados que lleva el paciente sufriendo los dolores y los problemas en la misma zona cada vez que sale a correr.

Todas estas variables más el FPI (ver anexo 4) del paciente son todos los datos que se recogen en el protocolo de consulta a excepción del precio medio de la zapatilla y utilización de más de un par de zapatillas o no, que han sido recogidos a posteriori mediante email o llamada telefónica a cada uno de los sujetos, obteniendo una respuesta del 100% de los pacientes. Estos datos han sido agrupados en el cuaderno de recogida de datos (anexo 1) y las variables cualitativas, convertidas en variables cuantitativas como por ejemplo sexo 1=hombre y 2=mujer.



5.7.1. Criterio de evaluación: Foot Posture Index

Mención aparte requiere el Foot Posture Index, que como ya se ha hablado anteriormente consiste en una escala de medición de la postura del pie desde -12 altamente supinado hasta +12 altamente pronado, pasando por neutro de 0 a +5.

Se trata de una escala validada y con una alta fiabilidad intra-observador (33,36), característica que se cumple en este trabajado, ya que todas las mediciones han sido realizadas por el mismo examinador.

Dentro del protocolo de consulta, se incluye el FPI como una de las pruebas que se han realizado a todos los pacientes, haciendo la medición de los dos pies y apuntando los valores en la historia clínica. Una vez los pacientes ya han sido clasificados en el grupo casos o el grupo controles, se revisa y apunta en el CRD la puntuación de su FPI; tomando en el grupo controles la puntuación del pie más alejado de la normalidad; y en el grupo casos, la puntuación del miembro donde se encuentra la lesión.

El paciente debe estar situado en apoyo bipodal, posición relajada, con su ángulo de Fick normal y los brazos relajados a los lados del cuerpo. No debe inclinarse, ni moverse para ver lo que el examinador está haciendo, ya que eso puede provocar cambios en alguna de las mediciones. El examinador debe ser capaz de moverse alrededor del paciente para tomar las distintas mediciones.

Los seis criterios a medir en el FPI son:

1. Palpación cabeza del astrágalo(29):

- Se busca mediante palpación el borde medial y el borde lateral de la cabeza del astrágalo por la cara anterior del tobillo.
- -2: Cabeza del astrágalo palpable en la cara lateral pero no en la cara medial.
- -1: Cabeza del astrágalo palpable en la cara lateral y ligeramente en la medial.
- 0: Palpable por igual en las dos caras
- +1: Cabeza del astrágalo ligeramente palpable en cara lateral y palpable en cara medial.
- +2. Cabeza del astrágalo no palpable en la cara lateral, pero si en la cara medial.



Imagen 6. Puntos palpación cabeza del astrágalo (Fotografía propia)

2. Curvatura supra e infra maleolar cara lateral(29):

- Si el pie se encuentra en posición neutra, las curvaturas deben ser similares.
- -2: Curva debajo de maléolo más recta o convexa
- -1: Curva debajo del maléolo más cóncava pero más plana, aunque más que la curva superior
- 0: Ambas supra e infra curvatura maleolar iguales
- +1: Curva debajo del maléolo más cóncava que la supra
- +2: Curva infra maleolar marcadamente más cóncava que la curva supra maleolar

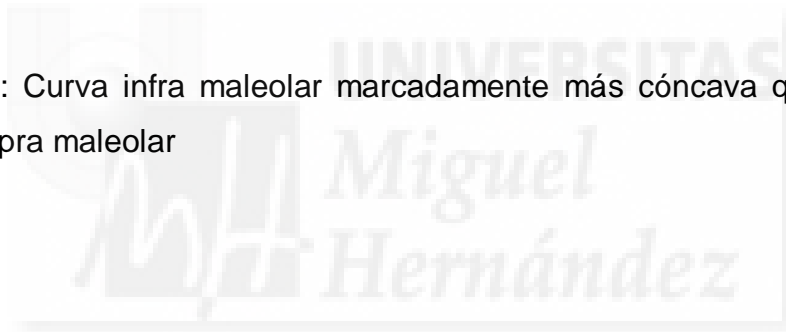




Imagen 7. Curvatura supra e infra maleolar (Fotografía propia)

3. Posición del calcáneo en plano frontal(29):

- Se realiza por medio de la observación y suele ser equivalente a las mediciones que se realizan para cuantificar el PNCA y PRCA. Se observa la cara posterior del calcáneo y se visualiza perpendicular al eje.
- -2: Más de 5 grados de estimación de inversión o varo
- -1: Entre la vertical y los 5 grados de estimación de inversión o varo
- 0: Vertical
- +1: Entre la vertical y los 5 grados de estimación de eversión o valgo
- +2: Más de 5 grados de estimación de eversión o valgo.

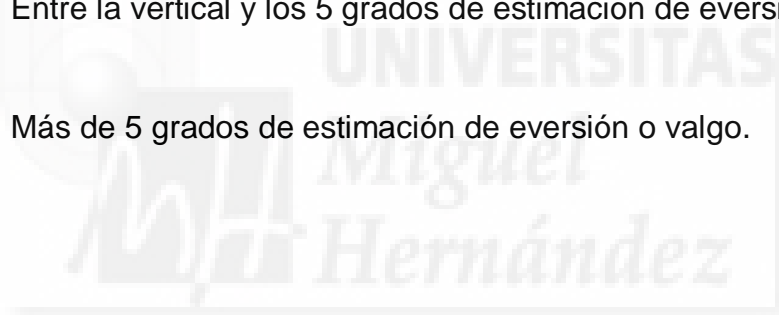




Imagen 8. Inversión o eversión del calcáneo (Fotografía propia)

4. Prominencia de articulación astrágalo escafoidea (AAE)(29):

- El abultamiento de esta zona se asocia a un pie pronado, mientras que en un pie supinado esta área del pie está hundida.
- -2: Área de la AAE marcadamente cóncava
- -1: Área de la AAE ligeramente pero poco definido de forma cóncava
- 0: Área de la AAE plana
- +1: Área de la AAE ligeramente abultada
- +2: Área de la AAE marcadamente convexa o abultada

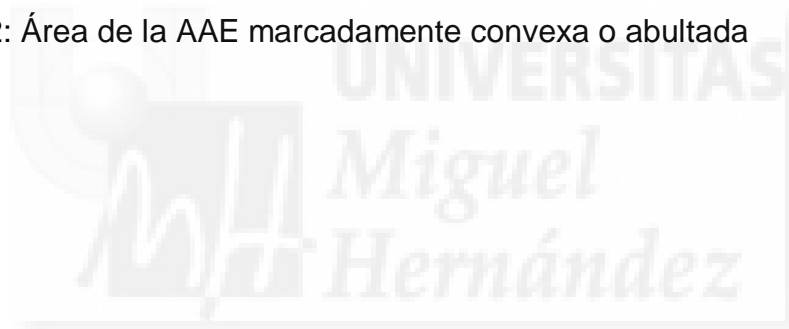




Imagen 9. Prominencia de articulación astrágalo-escafoidea (Fotografía propia)

5. Altura y congruencia del arco longitudinal interno(29):

- En la función del pie es tan importante la altura del arco, como la forma del mismo.
- -2: Arco alto y angulado hacia posterior
- -1: Arco moderadamente alto y ligeramente angulado hacia posterior
- 0: Altura del arco normal y curvatura concéntrica
- +1: Arco ligeramente disminuida y con ligero aplanamiento de la porción central
- +2: Arco con severo aplanamiento y contacto con el suelo

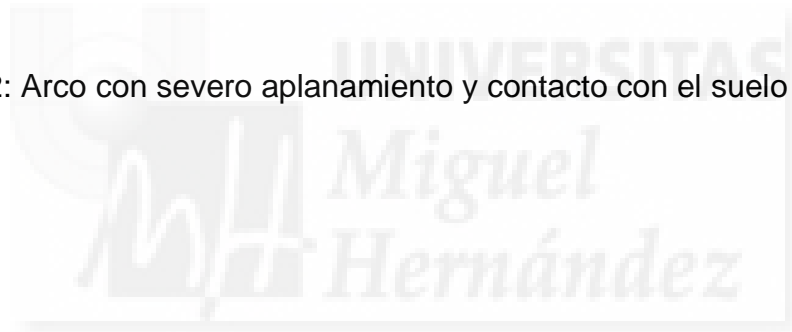




Imagen 10. Congruencia arco interno (Fotografía propia)



6. Abducción/aducción del antepié respecto al retropié(29):

- Al observar el pie desde atrás, en línea con el eje longitudinal del talón, en un pie neutro, se observará la misma porción del antepié a nivel medial y lateral.
- -2: Los dedos laterales no se ven. Visibilidad marcada de dedos mediales
- -1: Los dedos mediales se ven más que los dedos laterales
- 0: Dedos mediales y laterales igual de visibles
- +1: Dedos laterales ligeramente más visibles que los mediales
- +2: Dedos mediales no visibles. Dedos laterales claramente visibles.

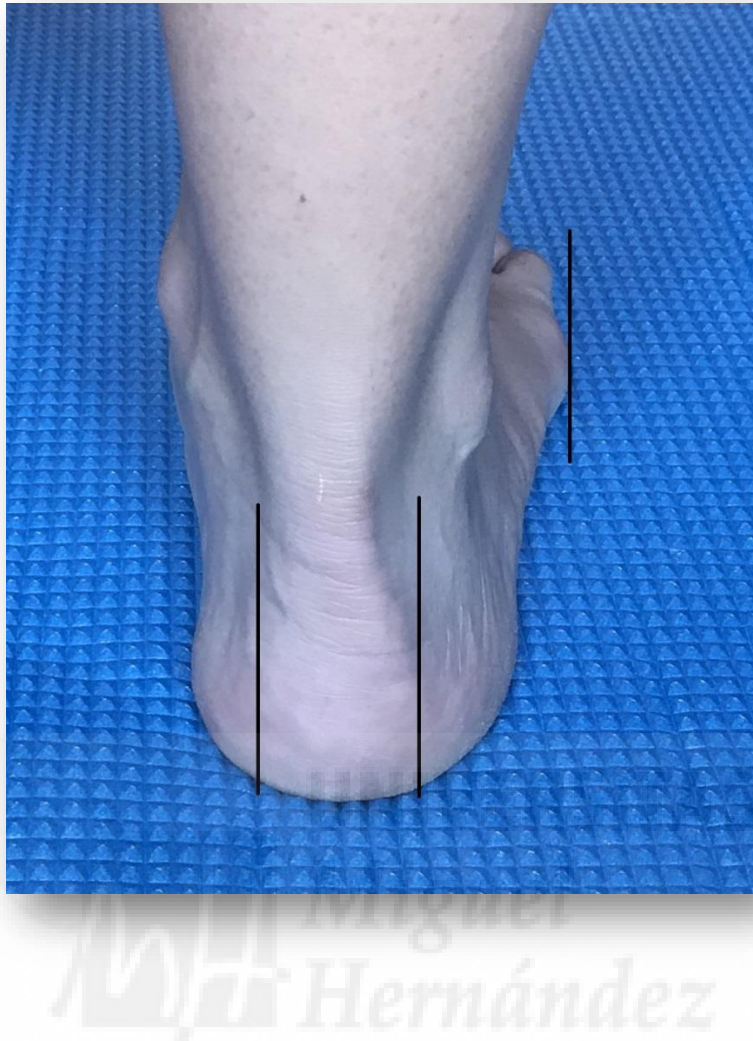


Imagen 11. Abducción o aducción del antepié (Fotografía propia)

5.7. Recogida de datos y definición de variables

La puntuación se obtiene de la suma de todos los valores que se han ido apuntando en la tabla de recogida de datos del FPI que se ve a continuación.

NOMBRE DEL PACIENTE		Nº HISTORIA					
CRITERIOS	PLANO	PUNTUACION 1		PUNTUACIÓN 2		PUNTUACIÓN 3	
		Fecha Comentario Izquierdo -2 a +2	Derecho -2 a +2	Fecha Comentario Izquierdo -2 a +2	Derecho -2 a +2	Fecha Comentario Izquierdo -2 a +2	Derecho -2 a +2
Retropié	Palpación cabeza del astrágalo	Transverso					
	Curvatura supra e inframaleolar lateral	Frontal / Transverso					
	Calcáneo plano frontal	Frontal					
Antepié	Prominencia región talonavicular	Transverso					
	Congruencia arco longitudinal interno	Sagital					
	Abd / ad antepié respecto retropié	Transverso					
TOTAL							

Valores de referencia
 Normal = 0 a +5
 Pronado = +6 a +9. Altamente pronado 10+
 Supinado = -1 a -4. Altamente supinado -5 a -12

Traducido con permiso del autor. ©Anthony Redmon 1998)
 Original www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/FPI

Imagen 12. Tabla de recogida de datos del FPI (29)

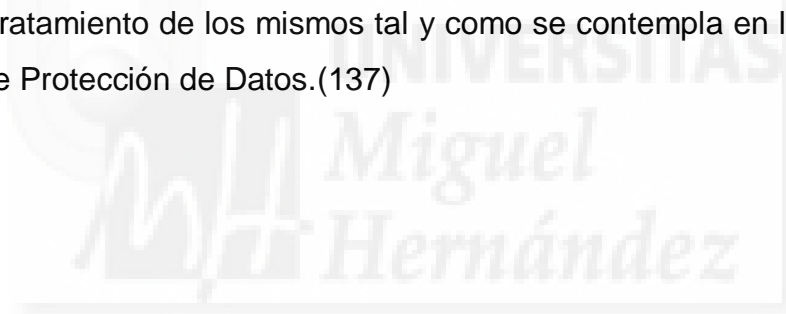
5.8. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Se trata de un estudio observacional, sin intervención sobre el paciente y totalmente anónimo; sólo los investigadores tendrán acceso a los nombres de los pacientes, a los cuales se les otorgará un código a cada uno.

El estudio ha sido aprobado por el comité ético de investigación clínica del Hospital Universitario de San Juan de Alicante. Código de comité: 17/303Tut. (Anexo 3)

Todos los pacientes han firmado un consentimiento informado. (Anexo 2)

El tratamiento de la información del estudio se realizará conforme a la legislación vigente de protección y confidencialidad de los datos en relación a los métodos, riesgos y tratamiento de los mismos tal y como se contempla en la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos.(137)



5.9. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Para la búsqueda bibliográfica se utiliza la base de datos “ Medline/Pubmed”.

Se utilizan los “MeSH (Medical Subject Headings-Encabezados de temas médicos)”:

- Foot injuries
- Running
 - i. Injuries
 - ii. Classification

Se combinan los “Mesh” de foot injuries y running.

Se realizan búsquedas libres en Medline/Pubmed con los términos:

- Running related injuries
- Foot Posture Index
- Running shoes and running injuries

5.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para realizar el análisis estadístico de todos los datos obtenidos en el estudio, se ha realizado un análisis descriptivo de la prevalencia de exposición y un análisis de prevalencia de los casos en función de las variables explicativas, calculando número y porcentaje para las variables cualitativas y aplicando el test Chi-Cuadrado de asociación, y calculando valores mínimos, máximo, medio y desviación típica para las variables cuantitativas, aplicando el test T de Student.

Para estimar la magnitud de las asociaciones de la exposición y el resto de variables explicativas con la aparición de lesión, se han ajustado modelos de regresión logística, estimando el OR de lesión junto con un intervalo de confianza al 95% (IC95%). Se realiza un análisis simple para cada variable, y un ajuste multivariante.

En el ajuste multivariante se realiza un proceso de selección de variables mediante un procedimiento manual por pasos hacia atrás, basado en el criterio AIC (Akaike Information Criterion), calculando indicadores de bondad de ajuste de modelo, e indicadores predictivos.

Estos análisis se realizaron de forma global y por cada tipo de lesión.

Los análisis se han realizado mediante el programa estadístico SPSS v.18.

6. RESULTADOS



1150 sujetos han sido seleccionados para este trabajo durante el periodo de duración del estudio. Un total de 600 participantes han sido incluidos en el estudio al ser los que cumplían los criterios de inclusión. Estos 600 sujetos han sido clasificados en casos (N=300) y controles (N=300).

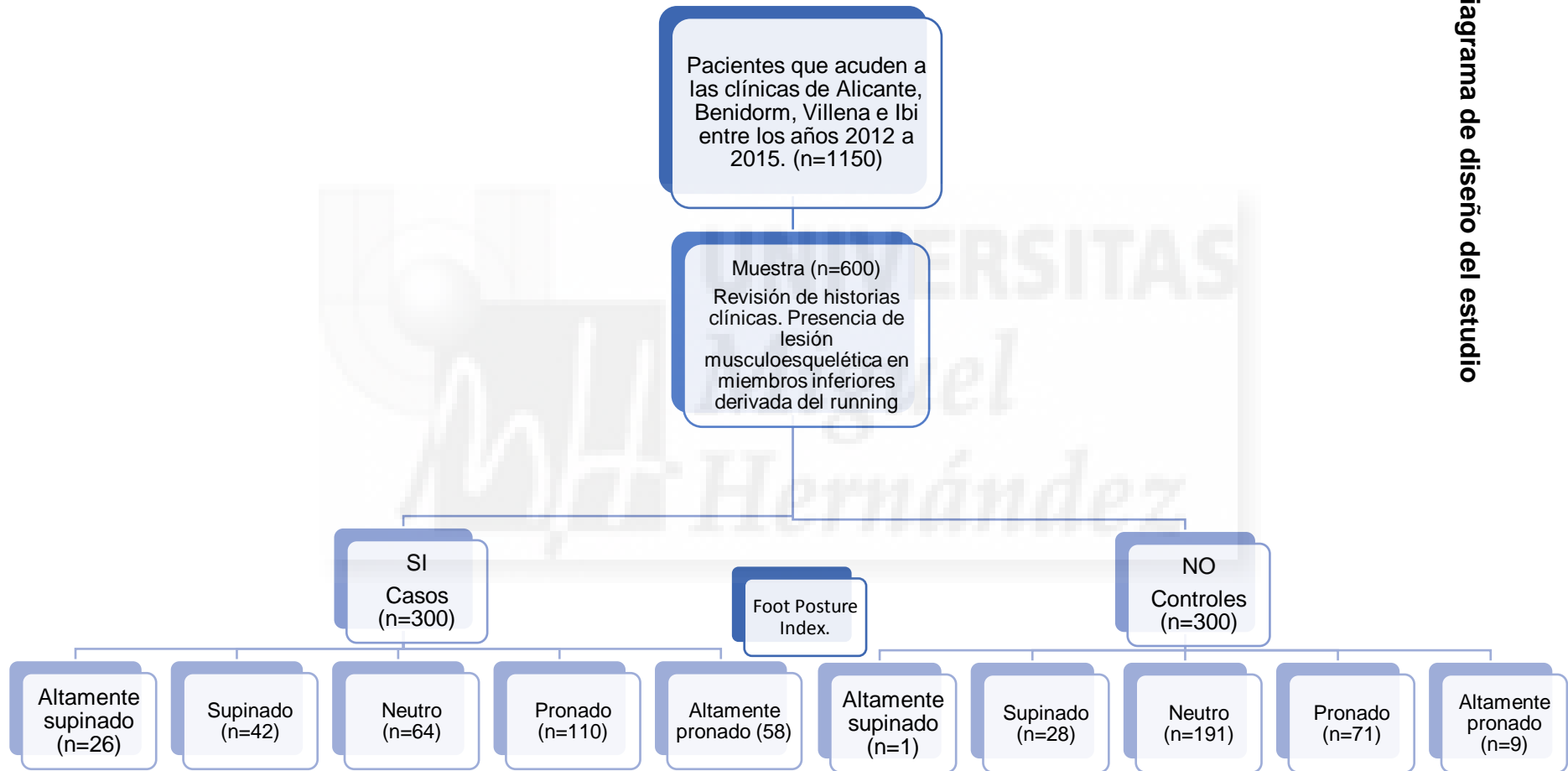
El sexo predominante es el masculino en los dos grupos, en el grupo control hombres (49,4% n=212) y mujeres (51,5% n=88); mientras que en el grupo casos, hombres (50,6% n=217) y mujeres (48,5% n=83). Véase tabla 10.

La edad media de los participantes en ambos grupos es muy similar, siendo para el grupo casos la edad media de $38,8 \pm 6,9$ años y para el grupo controles $38,3 \pm 6,8$ años. Véase tabla 10.

El centro de estudio con más aportación de sujetos al trabajo es el de Alicante (56,2% n=337), seguido del de Villena e Ibi (27,7% n=166) y por último el de Benidorm (16,1% n=97). Véase tabla 10.

Y con respecto al pie estudiado en el grupo caso se observa el mismo número de pie izquierdo y derecho estudiado (50% n=150); mientras que en el grupo control es mayor el pie derecho (53,4% n=172) por encima del pie izquierdo (46% n=128)

Diagrama de diseño del estudio



6.1.1. Foot Posture Index 5 categorías

En la tabla 4, se observa que la exposición es homogénea en todas las variables cualitativas expresadas en porcentaje para el Foot Posture Index de 5 categorías. No se observa ningún p-valor por debajo de 0,005, lo que significaría que algunas de las variables no presentan una homogeneidad en la muestra.



Tabla 4: Homogeneidad de la muestra para el FPI 5 categorías en las variables cualitativas

		Supinador alto		Supinador		Neutro		Pronador		Pronador alto		p-valor
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Centro Del estudio	Alicante	19	5,6%	39	11,6%	141	41,8%	96	28,5%	42	12,5%	0,583
	Benidorm	4	4,1%	8	8,2%	45	46,4%	31	32,0%	9	9,3%	
	Villena	4	2,4%	23	13,9%	69	41,6%	54	32,5%	16	9,6%	
Sexo	Hombre	20	4,7%	55	12,8%	179	41,7%	121	28,2%	54	12,6%	0,155
	Mujer	7	4,1%	15	8,8%	76	44,4%	60	35,1%	13	7,6%	
Pie estudiado	Derecho	18	5,6%	36	11,2%	137	42,5%	93	28,9%	38	11,8%	0,626
	Izquierdo	9	3,2%	34	12,2%	118	42,4%	88	31,7%	29	10,4%	
Superficie Carrera	Asfalto	22	4,7%	59	12,6%	193	41,1%	137	29,1%	59	12,6%	0,230
	Tierra	4	5,6%	7	9,7%	31	43,1%	27	37,5%	3	4,2%	
	Ambos	1	1,7%	4	6,9%	31	53,4%	17	29,3%	5	8,6%	
Distancia habitual Competición	< 10 km	9	4,3%	31	14,7%	82	38,9%	64	30,3%	25	11,8%	0,783
	10-22 km	12	4,3%	27	9,6%	127	45,0%	87	30,9%	29	10,3%	
	>22 km	6	5,6%	12	11,2%	46	43,0%	30	28,0%	13	12,1%	
N.º de zapatillas	2 o más	8	5,4%	18	12,2%	63	42,9%	45	30,6%	13	8,8%	0,844
	Una	19	4,2%	52	11,5%	192	42,4%	136	30,0%	54	11,9%	

En la tabla 5 se observa la homogeneidad de la muestra para las variables cualitativas en el FPI de 5 categorías. Ninguna de las variables presenta un p-valor estadísticamente significativo.

Tabla 5. Homogeneidad de la muestra para el FPI 5 categorías en las variables cuantitativas.

		n	Mínimo	Máximo	Media	D. típica	p-valor
EDAD	Supinado alto	27	30,0	50,0	40,0	6,4	0,170
	Supinado	70	30,0	50,0	40,0	7,3	
	Neutro	255	30,0	50,0	38,5	6,8	
	Pronado	181	30,0	50,0	38,2	7,0	
	Pronado alto	67	30,0	50,0	37,5	6,2	
PESO	Supinado alto	27	50,0	92,0	71,5	10,4	0,183
	Supinado	70	49,0	90,0	69,8	10,1	
	Neutro	255	45,0	90,0	69,1	9,5	
	Pronado	181	49,0	90,0	67,6	8,8	
	Pronado alto	67	46,0	90,0	69,4	9,8	
ALTURA	Supinado alto	27	155,0	202,0	177,3	11,5	0,184
	Supinado	70	155,0	194,0	174,9	9,2	
	Neutro	255	155,0	202,0	175,0	9,3	
	Pronado	181	157,0	202,0	173,6	8,4	
	Pronado alto	67	150,0	196,0	175,8	9,2	
IMC	Supinado alto	27	20,0	24,6	22,6	1,1	0,507
	Supinado	70	19,5	26,8	22,7	1,7	
	Neutro	255	16,6	25,7	22,5	1,5	
	Pronado	181	17,3	26,0	22,4	1,5	
	Pronado alto	67	19,1	26,3	22,3	1,4	
TIEMPO CORRIENDO (meses)	Supinado alto	27	2,0	12,0	7,4	3,2	0,874
	Supinado	70	2,0	12,0	6,8	3,2	
	Neutro	255	1,0	12,0	7,2	3,1	
	Pronado	181	1,0	12,0	7,2	2,9	
	Pronado alto	67	1,0	12,0	7,3	3,0	
TIEMPO CARRERA (min)	Supinado alto	27	20,0	90,0	53,3	19,6	0,704
	Supinado	70	25,0	120,0	50,6	20,2	
	Neutro	255	20,0	120,0	53,3	19,8	

	Pronado	181	20,0	120,0	51,3	18,4	
	Pronado alto	67	20,0	90,0	50,9	18,0	
RITMO HABITUAL (min/Km)	Supinado alto	27	4,0	7,0	5,4	0,8	0,834
	Supinado	70	4,0	7,0	5,5	0,8	
	Neutro	255	3,5	7,0	5,4	0,8	
	Pronado	180	4,0	7,0	5,4	0,8	
	Pronado alto	65	4,0	7,0	5,4	0,8	
DIAS CARRERA SEMANA	Supinado alto	27	2,0	3,0	2,8	0,4	0,124
	Supinado	70	2,0	3,0	2,8	0,4	
	Neutro	255	2,0	3,0	2,7	0,5	
	Pronado	181	2,0	3,0	2,7	0,4	
	Pronado alto	67	2,0	3,0	2,8	0,4	
KM CARRERA SEMANA	Supinado alto	27	10,0	70,0	30,1	16,4	0,974
	Supinado	70	10,0	70,0	28,2	16,0	
	Neutro	255	7,0	90,0	28,8	15,5	
	Pronado	181	7,0	80,0	28,2	14,1	
	Pronado alto	67	6,0	70,0	28,8	14,4	
NUM COMPETI AÑO	Supinado alto	27	0,0	8,0	2,8	2,3	0,999
	Supinado	70	0,0	8,0	2,7	2,0	
	Neutro	255	0,0	8,0	2,7	1,9	
	Pronado	181	0,0	7,0	2,7	1,9	
	Pronado alto	67	0,0	8,0	2,7	2,1	
PRECIO ZAPATILLA	Supinado alto	27	60,0	180,0	123,3	32,0	0,672
	Supinado	70	60,0	180,0	112,9	32,4	
	Neutro	255	50,0	180,0	116,9	31,3	
	Pronado	181	50,0	180,0	117,2	31,7	
	Pronado alto	67	50,0	180,0	118,4	34,3	

6.1.2. Foot Posture Index 3 categorías

En la tabla 6, se observa el reparto y homogeneidad de la muestra en las variables cualitativas para el FPI de 3 categorías, sin presentar ningún valor estadísticamente significativo.

Tabla 6: Homogeneidad de la muestra para el FPI 3 categorías en las variables cualitativas.

		Supinador		Neutro		Pronador		p-valor
		n	%	n	%	n	%	
Centro Del estudio	Alicante	58	17,2%	141	41,8%	138	40,9%	0,818
	Benidorm	12	12,4%	45	46,4%	40	41,2%	
	Villena	27	16,3%	69	41,6%	70	42,2%	
Sexo	Hombre	75	17,5%	179	41,7%	175	40,8%	0,381
	Mujer	22	12,9%	76	44,4%	73	42,7%	
Pie estudiado	Derecho	54	16,8%	137	42,5%	131	40,7%	0,892
	Izquierdo	43	15,5%	118	42,4%	117	42,1%	
Superficie De Carrera	Asfalto	81	17,2%	193	41,1%	196	41,7%	0,348
	Tierra	11	15,3%	31	43,1%	30	41,7%	
	Ambos	5	8,6%	31	53,4%	22	37,9%	
Distancia habitual Competición	< 10 km	40	19,0%	82	38,9%	89	42,2%	0,531
	10-22 km	39	13,8%	127	45,0%	116	41,1%	
	>22 km	18	16,8%	46	43,0%	43	40,2%	
Número de par de zapatillas	2 o mas	26	17,7%	63	42,9%	58	39,5%	0,798
	Una	71	15,7%	192	42,4%	190	41,9%	

En la tabla 7, se puede ver el reparto de la muestra en las distintas variables cuantitativas, observando que todas presentan una homogeneidad excepto el número de días de carrera por semana, que presenta un p-valor de 0,039, viendo que los corredores con pies neutros presentan una media de días de $2,7 \pm 0,5$, mientras que los corredores pronadores y supinadores presenta una media de días de carrera a la semana de $2,8 \pm 0,4$.



Tabla 7: Homogeneidad de la muestra para el FPI 3 categorías en las variables cuantitativas.

		n	Mínimo	Máximo	Media	D. típica	p-valor
EDAD	Supinador	97	30,0	50,0	40,0	7,0	0,050
	Neutro	255	30,0	50,0	38,5	6,8	
	Pronador	248	30,0	50,0	38,0	6,8	
PESO	Supinador	97	49,0	92,0	70,3	10,1	0,137
	Neutro	255	45,0	90,0	69,1	9,5	
	Pronador	248	46,0	90,0	68,1	9,1	
ALTURA	Supinador	97	155,0	202,0	175,6	9,9	0,366
	Normal	255	155,0	202,0	175,0	9,3	
	Pronador	248	150,0	202,0	174,2	8,7	
IMC	Supinador	97	19,5	26,8	22,7	1,5	0,199
	Neutro	255	16,6	25,7	22,5	1,5	
	Pronador	248	17,3	26,3	22,4	1,5	
TIEMPO CORRIENDO (meses)	Supinador	97	2,0	12,0	7,0	3,2	0,828
	Neutro	255	1,0	12,0	7,2	3,1	
	Pronador	248	1,0	12,0	7,2	2,9	
TIEMPO CARRERA (min)	Supinador	97	20,0	120,0	51,3	20,0	0,417
	Neutro	255	20,0	120,0	53,3	19,8	
	Pronador	248	20,0	120,0	51,2	18,3	
RITMO HABITUAL (min/Km)	Supinador	97	4,0	7,0	5,5	0,8	0,653
	Neutro	255	3,5	7,0	5,4	0,8	
	Pronador	245	4,0	7,0	5,4	0,8	
DIAS CARRERA SEMANA	Supinador	97	2,0	3,0	2,8	0,4	<u>0,039</u>
	Neutro	255	2,0	3,0	2,7	0,5	
	Pronador	248	2,0	3,0	2,8	0,4	
KM CARRERA SEMANA	Supinador	97	10,0	70,0	28,8	16,1	0,949
	Neutro	255	7,0	90,0	28,8	15,5	
	Pronador	248	6,0	80,0	28,4	14,1	
NUM COMPETI AÑO	Supinador	97	0,0	8,0	2,8	2,0	0,967
	Neutro	255	0,0	8,0	2,7	1,9	
	Pronador	248	0,0	8,0	2,7	1,9	
PRECIO ZAPATILLA	Supinador	97	60,0	180,0	115,8	32,4	0,900
	Neutro	255	50,0	180,0	116,9	31,3	
	Pronador	248	50,0	180,0	117,6	32,4	

6.1.3. Foot Posture Index 2 categorías

En la tabla 8 se puede observar el reparto de la muestra en las variables cualitativas para el FPI de 2 categorías presentando una correcta homogeneidad de la misma; sin tener que destacar ningún p-valor estadísticamente significativo.

Tabla 8: Homogeneidad de la muestra para el FPI 2 categorías en las variables cualitativas

		Neutro		Supinador/Pronador		p-valor
		n	%	n	%	
Centro Del estudio	Alicante	141	55,3%	196	56,8%	0,679
	Benidorm	45	17,6%	52	15,1%	
	Villena	69	27,1%	97	28,1%	
Sexo	Hombre	179	70,2%	250	72,5%	0,543
	Mujer	76	29,8%	95	27,5%	
Pie estudiado	Derecho	137	53,7%	185	53,6%	0,980
	Izquierdo	118	46,3%	160	46,4%	
Superficie Carrera	Asfalto	193	75,7%	277	80,3%	0,197
	Tierra	31	12,2%	41	11,9%	
	Ambos	31	12,2%	27	7,8%	
Distancia habitual Competición	< 10 km	82	32,2%	129	37,4%	0,388
	10-22 km	127	49,8%	155	44,9%	
	>22 km	46	18,0%	61	17,7%	
Numero de par de zapatillas	2 o mas	63	24,7%	84	24,3%	0,920
	Una	192	75,3%	261	75,7%	

En la tabla 9 se puede ver que la exposición es homogénea en todas las variables excepto en los días de carrera por semana, que al igual que ocurría en el análisis anterior del FPI con 3 categorías, los corredores con FPI neutros presentan una media de días de carrera por semana de $2,7 \pm 0,5$, ligeramente inferior que el otro grupo de corredores que presenta una media de $2,8 \pm 0,4$ con un p-valor de 0,023.

Tabla 9: Homogeneidad de la muestra para FPI 2 categorías en las variables cuantitativas.

		n	Mínimo	Máximo	Media	D. típica	p-valor
EDAD	Neutro	255	30,0	50,0	38,5	6,8	0,908
	Supin/Pron	345	30,0	50,0	38,5	6,9	
PESO	Neutro	255	45,0	90,0	69,1	9,5	0,615
	Supin/Pron	345	46,0	92,0	68,7	9,5	
ALTURA	Neutro	255	155,0	202,0	175,0	9,3	0,583
	Supin/Pron	345	150,0	202,0	174,6	9,0	
IMC	Neutro	255	16,6	25,7	22,5	1,5	0,876
	Supin/Pron	345	17,3	26,8	22,4	1,5	
TIEMPO CORRIENDO (meses)	Neutro	255	1,0	12,0	7,2	3,1	0,873
	Supin/Pron	345	1,0	12,0	7,1	3,0	
TIEMPO CARRERA (min)	Neutro	255	20,0	120,0	53,3	19,8	0,186
	Supin/Pron	345	20,0	120,0	51,2	18,8	
RITMO (min/Km)	Neutro	255	3,5	7,0	5,4	0,8	0,627
	Supin/Pron	342	4,0	7,0	5,4	0,8	
DIAS CARRERA SEMANA	Neutro	255	2,0	3,0	2,7	0,5	<u>0,023*</u>
	Supin/Pron	345	2,0	3,0	2,8	0,4	
KM CARRERA SEMANA	Neutro	255	7,0	90,0	28,8	15,5	0,813
	Supin/Pron	345	6,0	80,0	28,5	14,7	
NUM COMPETI AÑO	Neutro	255	0,0	8,0	2,7	1,9	0,918
	Supin/Pron	345	0,0	8,0	2,7	2,0	
PRECIO ZAPATILLA	Neutro	255	50,0	180,0	116,9	31,3	0,848
	Supin/Pron	345	50,0	180,0	117,1	32,3	

En los posteriores análisis multivariantes, se elimina el análisis del FPI con 2 categorías, al ser un modelo con puntos de corte demasiado amplios, donde se agrupan en el mismo grupo a los pies tanto pronados como supinados, lo que no tiene ningún valor a nivel clínico; por lo tanto, se mantiene el FPI original de 5 categorías y el FPI de 3 categorías (neutro, pronador y supinador).





6.2. PREVALENCIAS DE LESIÓN SEGÚN VARIABLES EXPLICATIVAS

En la tabla 10, se observa la asociación de las variables explicativas con el factor de exposición. Se pueden ver dos variables con p-valor estadísticamente significativo, la superficie de carrera y el número de pares de zapatillas utilizados.

Los corredores que utilizan el asfalto como superficie principal de entrenamiento presentan una mayor prevalencia significativa de lesión (53%), seguidos de los corredores que sólo utilizan la tierra (47,2%) y por último los que utilizan las dos superficies (29,3%).

Los corredores que utilizan un solo par de zapatillas presentan una mayor prevalencia significativa de lesión (52,3) % que los que utilizan 2 o más pares de zapatillas (42,9%).

Y por último se observa, que, sin llegar a ser significativo, el pie izquierdo aparece con mayor prevalencia de lesión (54%) que el pie derecho (46,6%).

Tabla 10. Análisis variables cualitativas según la exposición

		Caso		Control		p-valor
		n	%	n	%	
Centro Del estudio	Alicante	170	50,4%	167	49,6%	0,201
	Benidorm	41	42,3%	56	57,7%	
	Villena	89	53,6%	77	46,4%	
Sexo	Hombre	217	50,6%	212	49,4%	0,651
	Mujer	83	48,5%	88	51,5%	
Pie estudiado	Derecho	150	46,6%	172	53,4%	0,072
	Izquierdo	150	54,0%	128	46,0%	
Superficie Carrera	Asfalto	249	53,0%	221	47,0%	0,003
	Tierra	34	47,2%	38	52,8%	
	Ambos	17	29,3%	41	70,7%	
Distancia habitual Competición	< 10 km	110	52,1%	101	47,9%	0,128
	10-22 km	146	51,8%	136	48,2%	
	>22 km	44	41,1%	63	58,9%	
Numero de par de zapatillas	2 o mas	63	42,9%	84	57,1%	0,046
	Una	237	52,3%	216	47,7%	

En cuanto a las variables cuantitativas, se observa en la tabla 11, dos variables con p-valor estadísticamente significativo: el IMC y el tiempo que lleva corriendo el sujeto. Los corredores con lesión presentan un IMC ($22,6\pm 1,5$) ligeramente superior a los no lesionados ($22,3\pm 1,5$) y también presentan una menor experiencia en el running, ya que, el tiempo que llevan corriendo los corredores con lesión es significativamente menor ($6,9\pm 2,9$) que el que llevan los corredores sin lesión ($7,4\pm 3,2$)

Tabla 11. Análisis variables cuantitativas según la exposición.

		n	Mínimo	Máximo	Media	D. típica	p-valor
EDAD	Caso	300	30,0	50,0	38,8	6,9	0,392
	Control	300	30,0	50,0	38,3	6,8	
PESO	Caso	300	46,0	92,0	69,2	9,2	0,415
	Control	300	45,0	90,0	68,6	9,7	
ALTURA	Caso	300	155,0	202,0	174,7	8,5	0,887
	Control	300	150,0	202,0	174,8	9,8	
IMC	Caso	300	18,6	26,8	22,6	1,5	0,046*
	Control	300	16,6	26,3	22,3	1,5	
TIEMPO CORRIENDO (meses)	Caso	300	2,0	12,0	6,9	2,9	0,030*
	Control	300	1,0	12,0	7,4	3,2	
TIEMPO CARRERA (min)	Caso	300	20,0	120,0	51,0	18,1	0,158
	Control	300	20,0	120,0	53,2	20,3	
RITMO (min/Km)	Caso	300	4,0	7,0	5,5	0,7	0,119
	Control	300	3,5	7,0	5,4	0,8	
DIAS CARRERA SEMANA	Caso	300	2,0	3,0	2,8	0,4	0,228
	Control	300	2,0	3,0	2,7	0,5	
KM CARRERA SEMANA	Caso	300	7,0	75,0	27,7	13,3	0,137
	Control	300	6,0	90,0	29,5	16,5	
NUM COMPETI AÑO	Caso	300	0,0	8,0	2,6	1,9	0,350
	Control	300	0,0	8,0	2,8	2,0	
PRECIO ZAPATILLA	Caso	300	50,0	180,0	117,0	31,3	0,969
	Control	300	50,0	180,0	116,9	32,5	

6.3. ASOCIACIÓN DE LESIÓN CON LA POSTURA DEL PIE

Según se puede ver en la tabla 12, en las tres clasificaciones del FPI existe una asociación estadísticamente significativa con tener lesión

- En el FPI de 5 de categorías, los supinadores altos son los que más prevalencia de lesión presentan con un 96,3%, seguidos de los pronadores altos con el 86,6%. En esta misma categoría, los supinadores y pronadores presentan una prevalencia de lesión parecida, del 60%. Y por último los corredores con pie neutro, presentan una prevalencia de lesión de sólo el 25,1%.
- En el FPI de 3 categorías, los supinadores presentan una prevalencia de lesión del 70,1%, los pronadores el 67,7% y los pies neutros el 25,1%.
- En el FPI de 2 categorías, los pronadores y supinadores presentan conjuntamente el 68,4% de lesión.

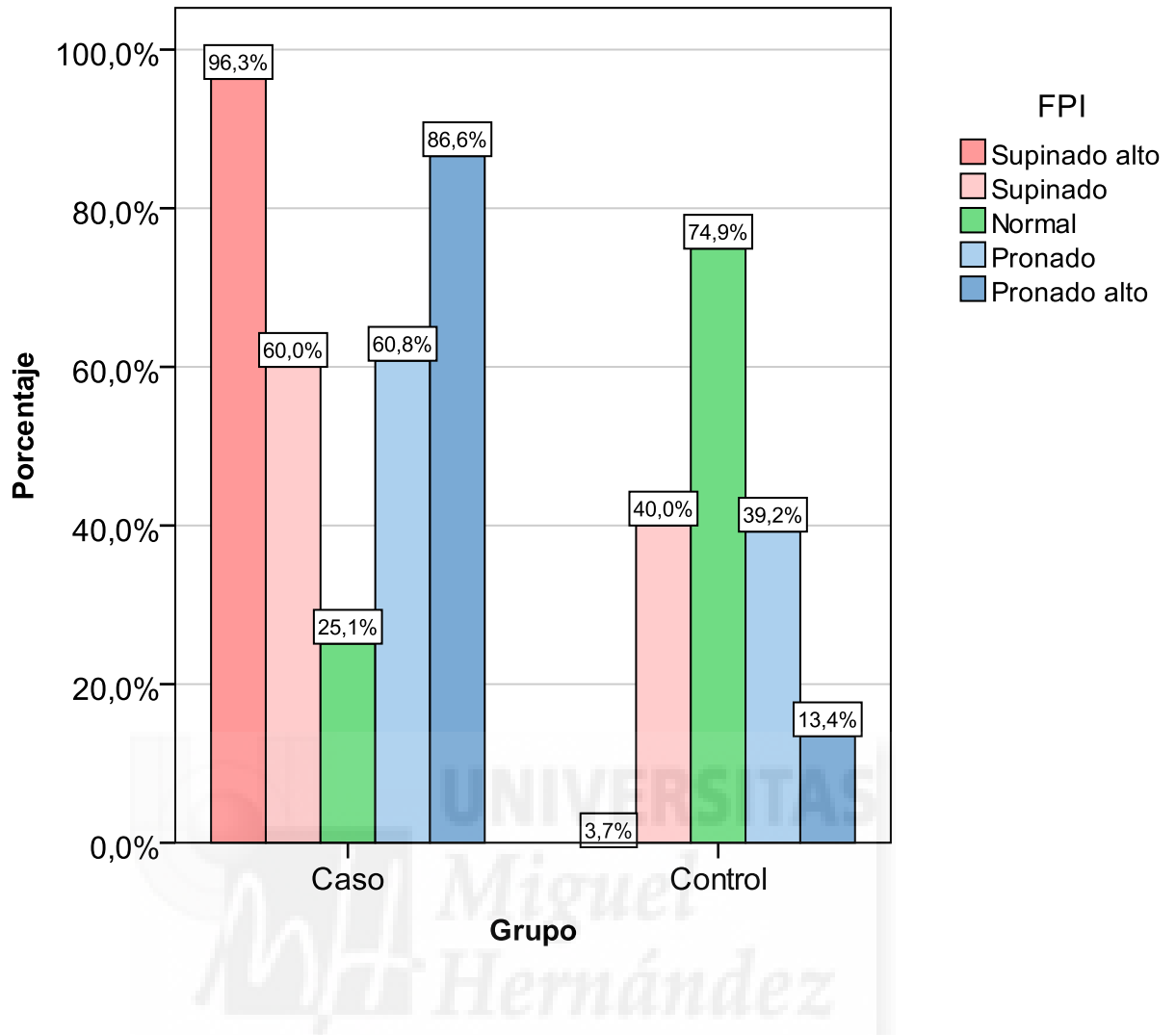
Tabla 12. Asociación de las variables exposición con la variable respuesta

		Caso		Control		p-valor
		n	%	n	n	
FPI 5 categorías	Supinado alto	26	96,3%	1	3,7%	< 0,001*
	Supinado	42	60,0%	28	40,0%	
	Neutro	64	25,1%	191	74,9%	
	Pronado	110	60,8%	71	39,2%	
	Pronado alto	58	86,6%	9	13,4%	
FPI 3 categorías	Supinador	68	70,1%	29	29,9%	< 0,001*
	Neutro	64	25,1%	191	74,9%	
	Pronador	168	67,7%	80	32,3%	
FPI 2 categorías	Neutro	64	25,1%	191	74,9%	< 0,001*
	Supin/Pron	236	68,4%	109	31,6%	

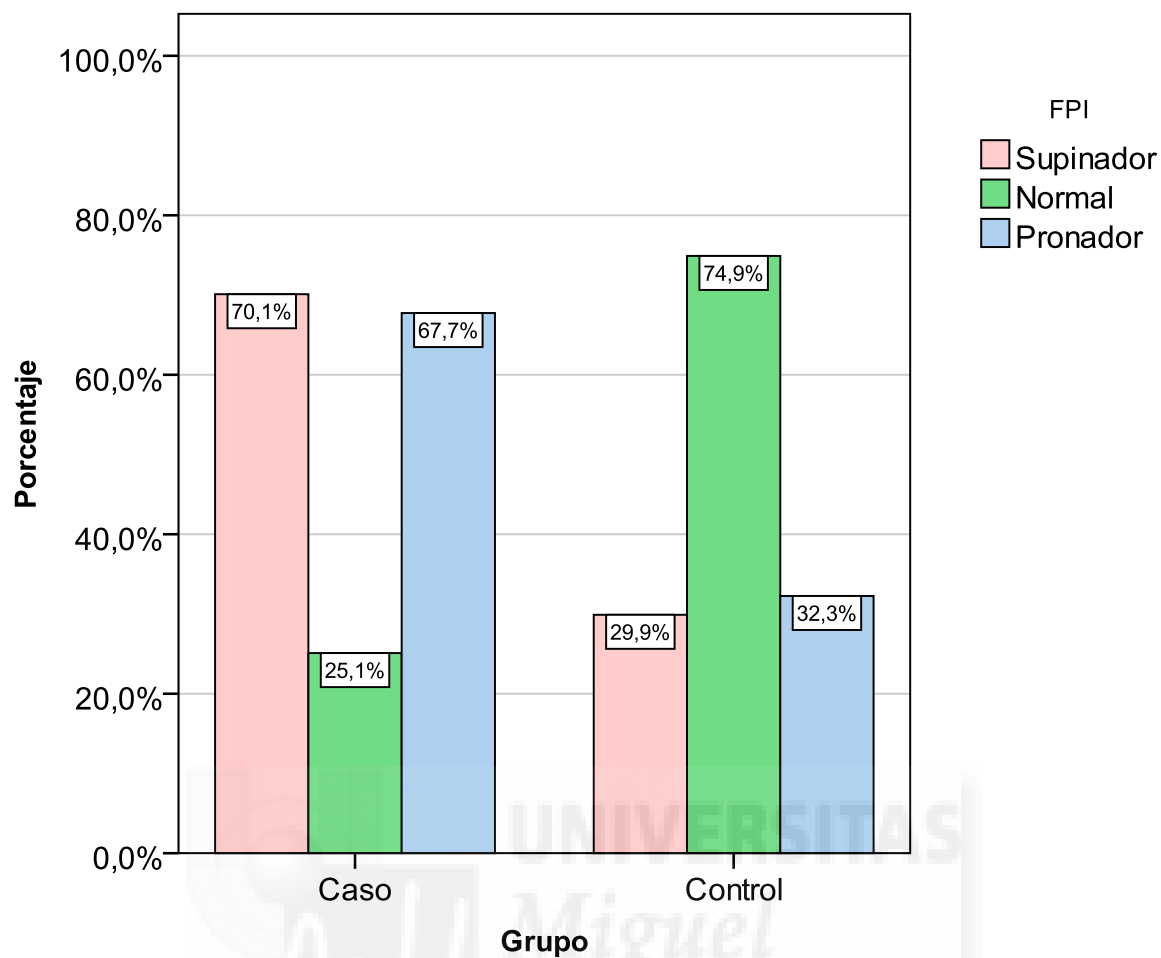
Tabla 13: Puntuación media FPI por grupos

		n	Mínimo	Máximo	Media	D. típica	p-valor
FPI	Caso	300	-11,0	12,0	4,6	5,8	0,005*
	Control	300	-5,0	11,0	3,5	3,1	

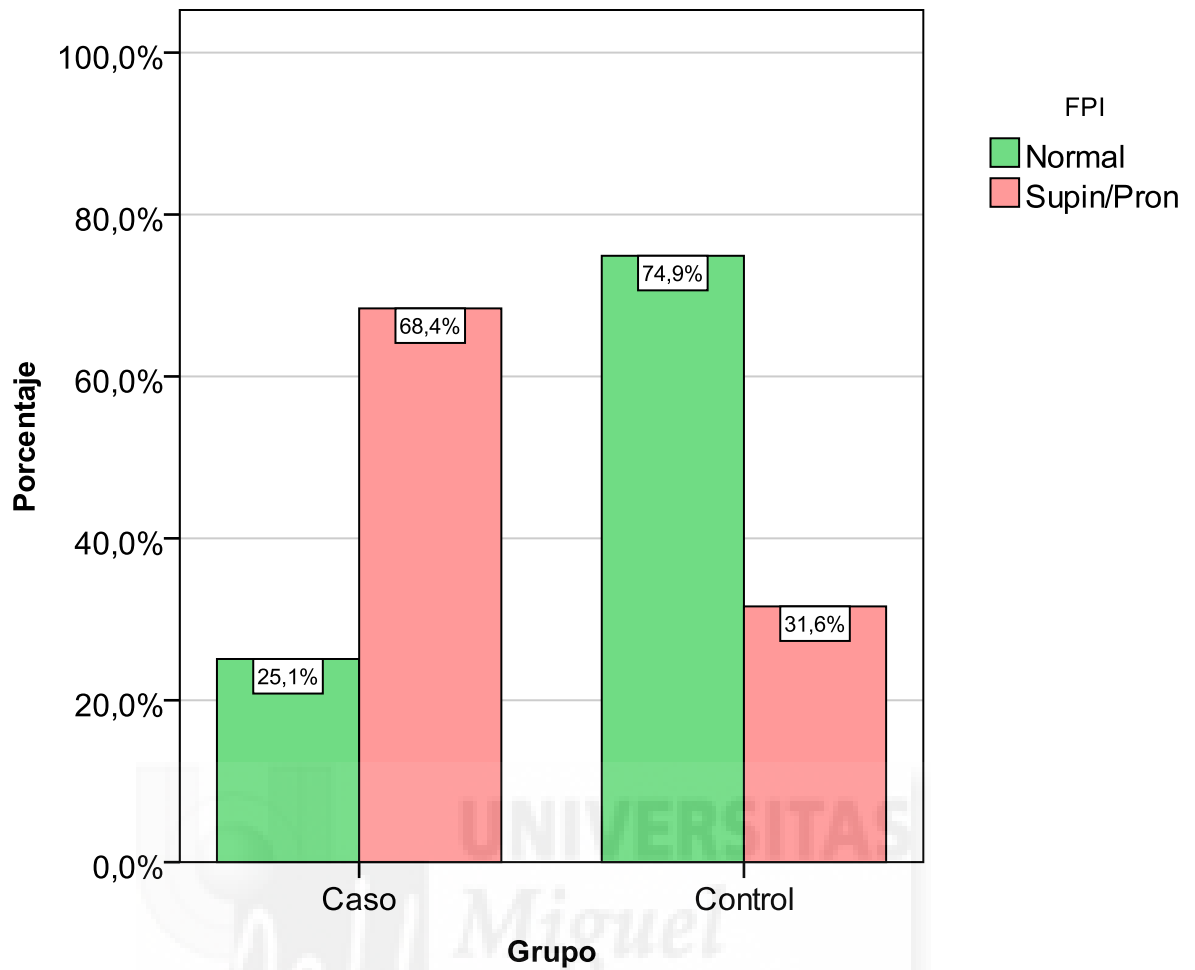
Tomando el FPI como variable continua, la puntuación media en lesionados es 4,6 y en no lesionados es 3,5, habiendo diferencias estadísticamente significativas.



Gráfica 1. Distribución según la exposición para FPI 5 categorías



Gráfica 2. Distribución según la exposición para FPI 3 categorías.



Gráfica 3: Distribución según la exposición para FPI 2 categorías

6.4. MODELO LOGÍSTICO MULTIVARIANTE DE LESIÓN CON FPI 5 CATEGORÍAS

El modelo logístico multivariante óptimo para el FPI de 5 categorías presenta los términos de FPI, superficie de carrera e IMC, como se puede ver en la tabla 14.

Se observa en la tabla 14:

- Ser supinador alto presenta OR 76,87 IC 95% (10,14-582,4) valor de $p < 0,001$ para tener lesión
- Ser pronador alto presenta OR 20,02 IC 95% (9,28-43,1) valor de $p < 0,001$ para tener lesión
- Ser supinador presenta OR 4,23 IC 95% (2,41-7,43) valor de $p < 0,001$ para tener lesión
- Ser pronador presenta OR 4,80 IC 95% (3,15-7,30) valor de $p < 0,001$ para tener lesión
- Correr por tierra presenta OR 2,57 IC 95% (1,32-5,02) valor de $p = 0,044$
- Correr por asfalto presenta OR 2,22 IC 95% (0,98-5,06) valor de $p = 0,004$
- Por cada punto de aumento de IMC el riesgo de lesión aumenta un 15,9%. OR 1,159 IC 95% (1,025-1,31) valor de $p = 0,018$

Tabla 14: Modelo logístico multivariante óptimo FPI 5 categorías

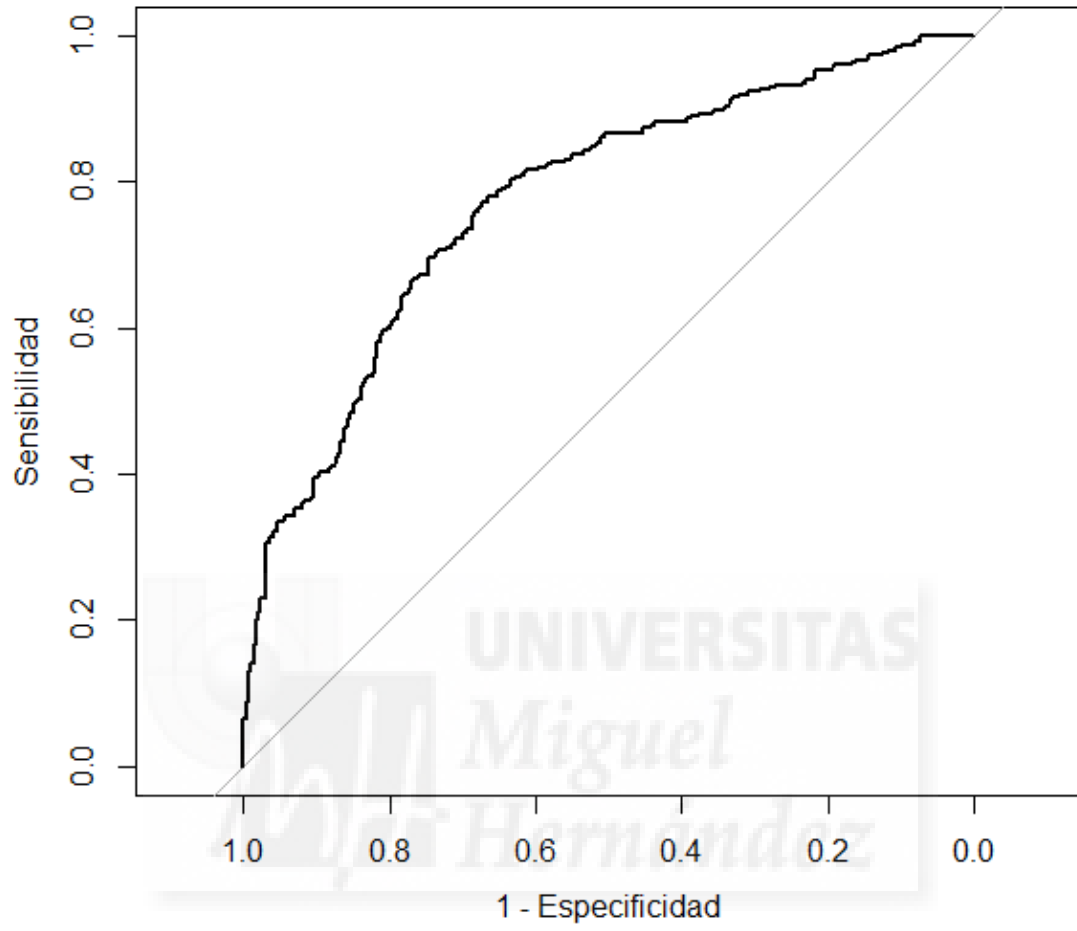
Términos	OR	IC 95%	p-valor
FPI Neutro	1		
FPI Supinado alto	76,87	(10,14-582,4)	<0,001
FPI Supinado	4,23	(2,41-7,43)	<0,001
FPI Pronado	4,80	(3,15-7,30)	<0,001
FPI Pronado alto	20,02	(9,28-43,1)	<0,001
SUPERFICIE_CARRERA Ambas	1		
SUPERFICIE_CARRERA Tierra	2,57	(1,32-5,02)	0,044
SUPERFICIE_CARRERA Asfalto	2,22	(0,98-5,06)	0,004
IMC	1,159	(1,025-1,31)	0,018

Tabla 15. Indicadores del modelo multivariante:

n	casos	Chi2	p-valor	área ROC	IC 95%
600	300	166,68	< 0,001	0,7753	(0,7382-0,8124)

El modelo ajusta bien a los datos. La capacidad predictiva es buena, con un área bajo CURVA ROC de 0,7753. Ver figura 2.

Figura 2. CURVA ROC



6.5. MODELO LOGÍSTICO MULTIVARIANTE DE LESIÓN CON FPI 3 CATEGORÍAS

El modelo logístico multivariante óptimo para el FPI de 3 categorías presenta los términos de FPI, superficie de carrera e IMC, como se observa en la tabla 16.

En la tabla 16 se observa:

- Los supinadores presentan OR 6,68 IC 95% (3,95-11,29) valor de $p < 0,001$ para tener lesión
- Los pronadores presentan OR 6,49 IC 95% (4,37-9,65) valor de $p < 0,001$ para tener lesión

Tabla 16: Modelo logístico multivariante óptimo para FPI 3 categorías

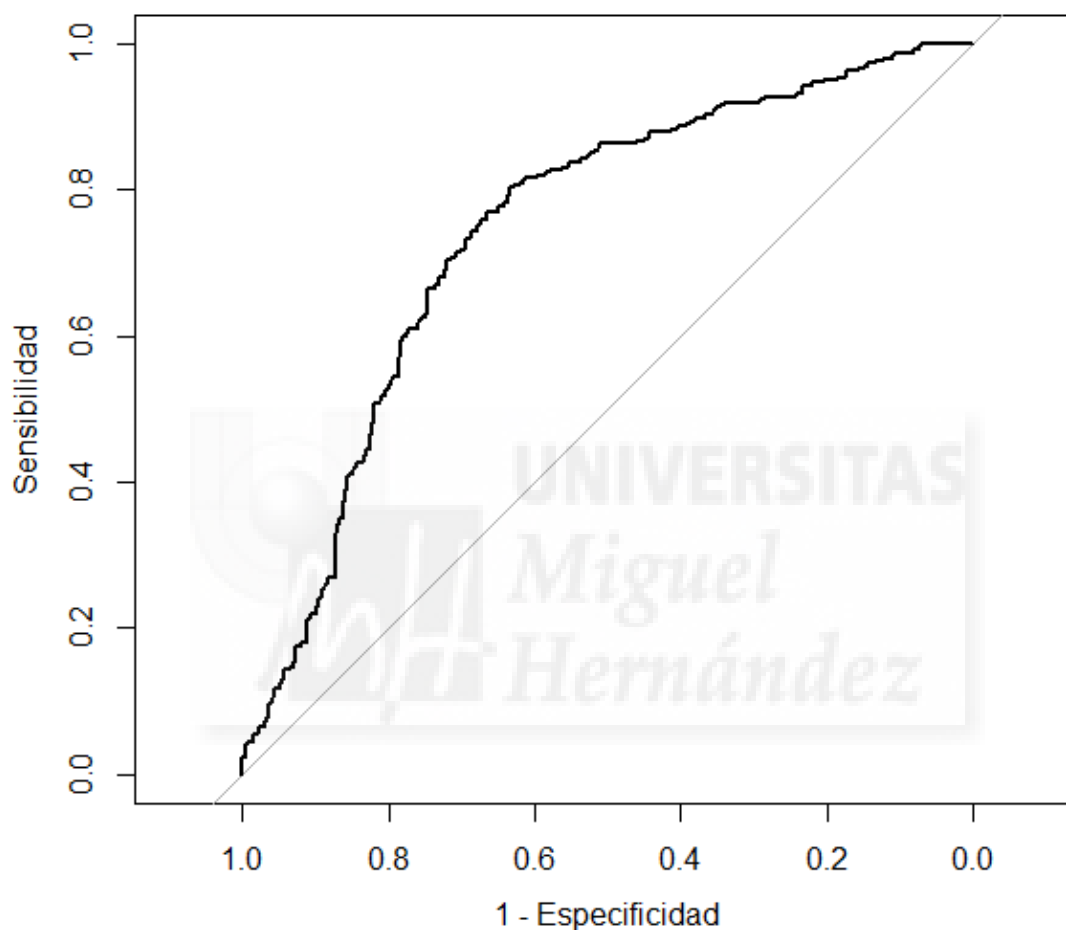
Términos	OR	IC 95%	p-valor
FPI Neutro	1		
FPI Supinado	6,68	(3,95-11,29)	<0,001
FPI Pronado	6,49	(4,37-9,65)	<0,001
SUPERFICIE_CARRERA Ambas	1		
SUPERFICIE_CARRERA Tierra	2,58	(1,35-4,93)	0,004
SUPERFICIE_CARRERA Asfalto	2,07	(0,93-4,62)	0,073
IMC	1,148	(1,017-1,297)	0,026

Tabla 17. Indicadores del modelo multivariante:

n	casos	Chi2	p-valor	área ROC	IC 95%
600	300	128,2	< 0,001	0,7439	(0,7038-0,784)

El modelo ajusta bien a los datos. La capacidad predictiva es moderada, con un área bajo CURVA ROC de 0,7439. Ver figura 3.

Figura 3. CURVA ROC



6.6. ANÁLISIS POR LOCALIZACIÓN DE LESIÓN

Para poder ajustar los modelos se han agrupado distintas localizaciones en una sola y así poder crear grandes regiones anatómicas que puedan ser analizadas estadísticamente. Gemelo, sóleo y tendón de Aquiles se han agrupado en tríceps sural; y toda la patología de tibial posterior y tibial anterior se han agrupado en tibiales. Ver tabla 29.

No se ha podido ajustar un modelo para los peroneos por falta de casos.

Se han ajustado los modelos para localización de lesión con el FPI de 3 categorías.



6.6.1. Tríceps sural

En la tabla 18 se puede ver la distribución en el grupo casos y en el grupo control de los sujetos según el FPI de 3 categorías para la lesión de tríceps sural (N=60).

Tabla 18: Distribución en grupos según la exposición para lesión de tríceps sural.

		Control		Caso		p-valor
		n	%	n	n	
FPI 3 categorías	Supinador	29	55,8%	23	44,2%	< 0,001*
	Normal	191	91,4%	18	8,6%	
	Pronador	80	80,8%	19	19,2%	

En la tabla 19 se observa: que las lesiones de tríceps sural se explican por el FPI y el IMC.

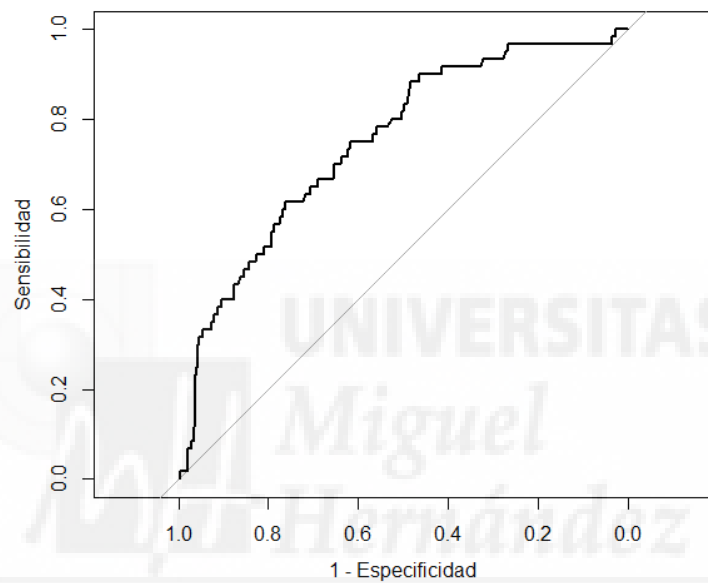
Los supinadores son los que más riesgo de esta lesión presentan, OR 8,460 IC 95% (4,041-17,713) valor de $p=0,000$ y los pronadores presentan OR 2,657 IC 95% (1,315-5,369) valor de $p=0,006$.

Tabla 19: Modelo logístico multivariante para lesión de tríceps sural.

Términos	OR	IC	p- valor
FPI neutro	1		
FPI Supinador	8,460	(4,041-17,713)	0,000
FPI Pronador	2,657	(1,315-5,369)	0,006
IMC	1,300	(1,045-1,617)	0,019

Tabla 20. Indicadores del modelo logístico multivariante

n	casos	Chi	pChi	área	IC
360	60	39,4	<0,0001	0,7475	(0,6799-0,8151)

Figura 4. CURVA ROC

Se observa en la figura 4 que el modelo presenta una capacidad predictiva moderada con área bajo curva ROC 0,7475.

6.6.2. Cabezas metatarsales

En la tabla 21 se observa la distribución en el grupo casos y en el grupo control de los sujetos según 3 categorías del FPI para la lesión de cabezas metatarsales (N=50)

Tabla 21: Distribución en grupos según la exposición para lesión de cabezas metatarsales

		Control		Caso		p-valor
		n	%	n	n	
FPI 3 categorías	Supinador	29	80,6%	7	19,4%	<0,001*
	Neutro	191	93,2%	14	6,8%	
	Pronador	80	73,4%	29	26,6%	

En la tabla 22 se observa que el FPI, el sexo y el tiempo corriendo son los factores que explican esta lesión.

Los lesionados llevan menos tiempo medio corriendo, con OR 0,799 IC 95% (0,716-0,892) valor de $p=0,005$.

Los pronadores son los que más riesgo tienen con OR 5,467 IC 95% (2,641-11,354) valor de $p=0,000$.

Las mujeres tienen 2,5 veces más riesgo de sufrir esta lesión que los hombres OR 2,576 IC 95% (1,327-4,999) valor de $p=0,005$.

Tabla 22: Modelo logístico multivariante para lesión de cabezas metatarsales

Términos	OR	IC	pvalor
FPI Neutro	1		
FPI Supinador	3,729	(1,308-10,628)	0,014
FPI Pronador	5,476	(2,641-11,354)	0,000
SEXO hombre	1		
SEXO Mujer	2,576	(1,327-4,999)	0,005
TIEMPO_CORRIENDO	0,799	(0,716-0,892)	0,000

Tabla 23. Indicadores del modelo logístico multivariante:

n	casos	Chi	pChi	área	IC
350	50	49,4	0,0000	0,7976	(0,7393-0,8559)

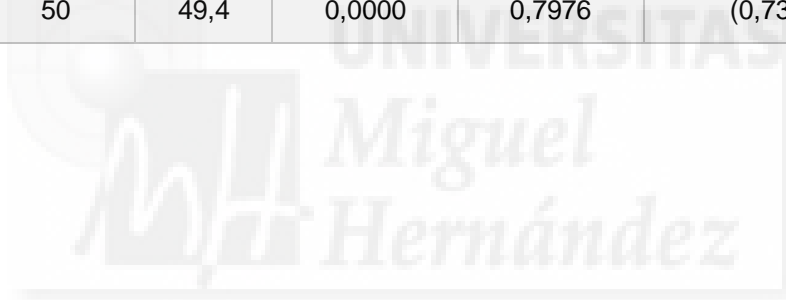
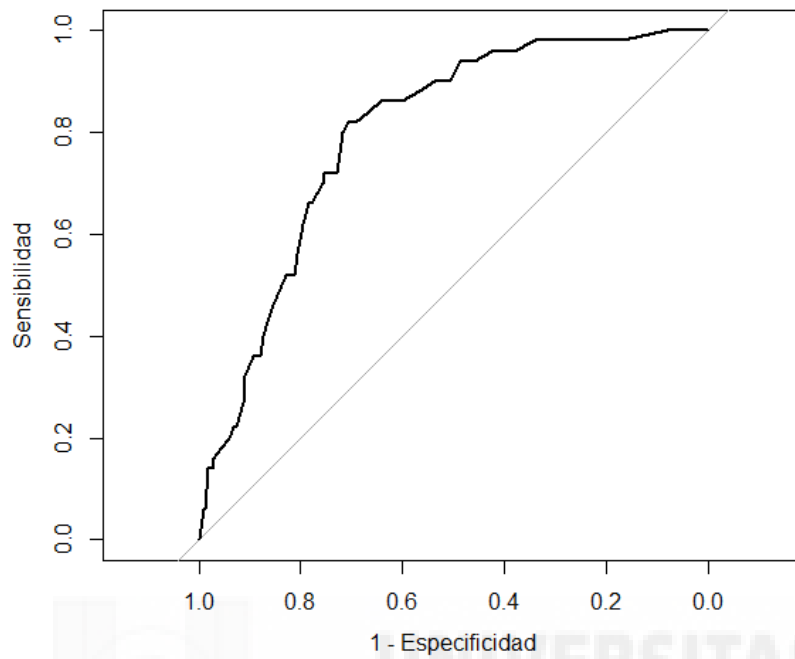


Figura 5. CURVA ROC



Se observa en la figura 5 que el modelo presenta una capacidad predictiva buena con área bajo curva ROC 0,7976.

6.6.3. Fascia plantar

En la tabla 24, se observa la distribución según si presentan lesión o no los sujetos en base a las 3 categorías del FPI para la lesión de fascia plantar (N=70).

Tabla 24. Distribución en grupos según exposición para lesión de fascia plantar

		Control		Caso		p-valor
		n	%	n	n	
FPI 3 categorías	Supinador	29	65,9%	15	34,1%	< 0,001*
	Normal	191	91,4%	18	8,6%	
	Pronador	80	68,4%	37	31,6%	

En la tabla 25 se observa:

Los corredores que realizan habitualmente como distancia más habitual entre 10 y 22 km son los que presentan mayor prevalencia de lesión en fascia plantar que el resto de corredores con OR 1,313 IC 95% (0,709-2,43) valor de $p=0,387$.

El FPI, el centro al que acude el paciente, la distancia media de competición y el IMC son los términos que aportan capacidad explicativa a esta lesión.

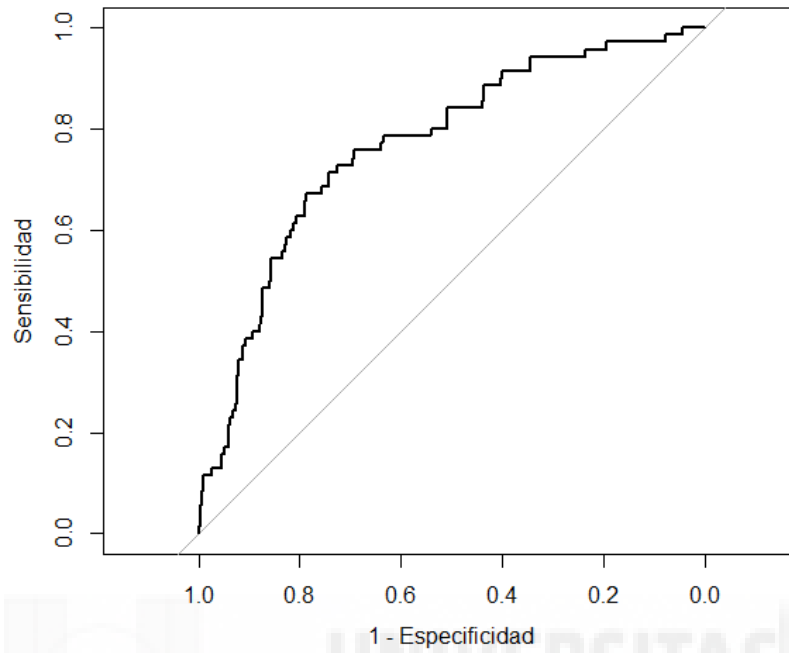
Tanto los pronadores (OR 5,190 IC 95% (2,734-9,85) valor de $p=0,000$) como supinadores (OR 5,290 IC 95% (2,306-12,138) valor de $p=0,000$) presentan altos riesgos similares de tener esta lesión.

Tabla 25: Modelo logístico multivariante para lesión de fascia plantar

Términos	OR	IC	pvalor
FPI Neutro	1		
FPI Supinador	5,290	(2,306-12,138)	0,000
FPI Pronador	5,190	(2,734-9,85)	0,000
CENTRO DE ESTUDIO Alicante	1		
CENTRO DE ESTUDIO Benidorm	0,303	(0,115-0,802)	0,016
CENTRO DE ESTUDIO Villena	1,058	(0,554-2,021)	0,864
DISTANCIA_COMPETI < 10 km	1		
DISTANCIA_COMPETI 10-22 km	1,313	(0,709-2,43)	0,387
DISTANCIA_COMPETI >22 km	0,334	(0,116-0,963)	0,042
IMC	1,245	(1,02-1,519)	0,031

Tabla 26. Indicadores del modelo logístico multivariante

n	casos	Chi	pChi	área	IC
370	70	54,8	0,0000	0,7657	(0,7035-0,8279)

Figura 6. CURVA ROC

En la figura 6 se observa que el modelo presenta una capacidad predictiva moderada con área bajo curva ROC 0,7657.

6.6.4. Tibiales

Por último, en la tabla 27 se observa el reparto de los casos y los controles según las 3 categorías del FPI para la lesión en tibiales (N=69)

Tabla 27: Distribución en grupos según exposición para lesión en tibiales

		Control		Caso		p-valor
		n	%	n	n	
FPI 3 categorías	Supinador	29	93,5%	2	6,5%	< 0,001*
	Normal	191	97,4%	5	2,6%	
	Pronador	80	56,3%	62	43,7%	

En la tabla 28 se observa:

Que el FPI, la superficie de carrera y el precio de la zapatilla son los factores que explican la lesión en tibiales.

Los pronadores son los que más riesgo presentan (OR 33,103 IC 95% (12,529-87,463) valor de $p=0,000$) mientras que los supinadores presentan menos riesgo (OR 2,270 IC 95% (0,413-12,467) valor de $p=0,345$)

El asfalto es la superficie que produce más riesgo de lesión con OR 4,128 IC95% (1,274-13,382) valor de $p=0,018$.

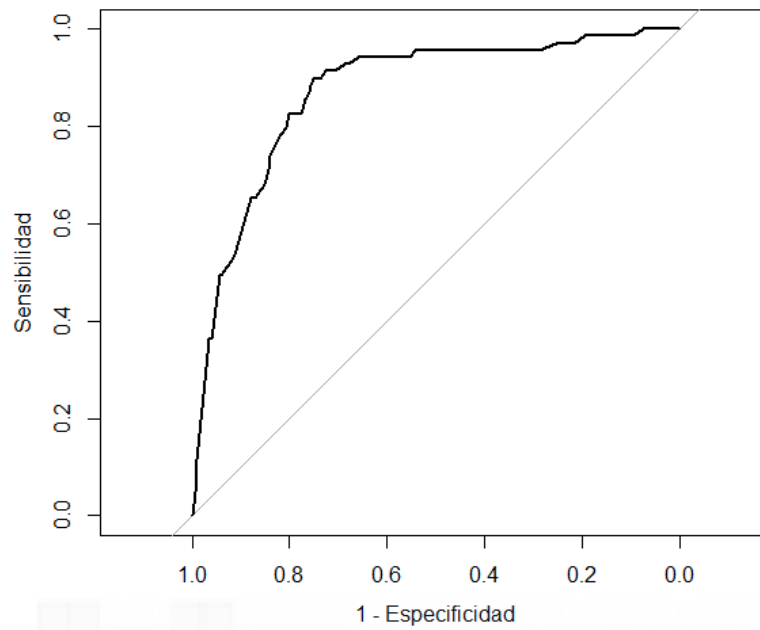
Tabla 28: Modelo logístico multivariante para lesión en tibiales

Términos	OR	IC	p-valor
FPI Normal	1		
FPI Supinador	2,270	(0,413-12,467)	0,345
FPI Pronador	33,103	(12,529-87,463)	0,000
SUPERFICIE_CARRERA Mixta	1		
SUPERFICIE_CARRERA Asfalto	4,128	(1,274-13,382)	0,018
SUPERFICIE_CARRERA Tierra	1,272	(0,286-5,661)	0,752
PRECIO_ZAPATILLA	1,018	(1,008-1,028)	0,001

Tabla 29. Indicadores del modelo logístico multivariante

n	casos	Chi	pChi	área	IC
369	69	116,7	0,0000	0,871	(0,8244-0,9176)

Figura 7. CURVA ROC



En la figura 7 se observa que el modelo presenta una capacidad predictiva alta con área bajo curva ROC 0,871.

6.6.5. Resumen por localización de lesión

A continuación, se muestra un resumen de los modelos multivariantes con los términos de número casos/controles, OR estimados de cada FPI (IC 95%), área bajo curva ROC (IC95%), y las variables de ajuste de cada modelo.

Tabla 30: Descripción de las lesiones entre casos y controles.

Tipo de lesión	caso/control	Neutro	Supinador	Pronador	Área ROC	Variable ajuste
TODAS	300/300	1	6,7 (3,9-11,3)	6,5 (4,4-9,6)	0,74 (0,70-0,78)	Superficie de carrera e IMC
Tríceps sural	60/300	1	8,5 (4,0-17,7)	2,6 (1,3-5,4)	0,74 (0,67-0,81)	IMC
Tibiales	69/300	1	2,3 (0,4-12,4)	33,1 (12,5-87,4)	0,87 (0,82-0,91)	Superficie de carrera y precio zapatilla.
Fascia	70/300	1	5,3 (2,3-12,1)	5,2 (2,7-9,8)	0,76 (0,70-0,82)	KM más habituales de competición e IMC
Peroneos*	20/300	-	-	-	-	-
Cabezas metatarsales	50/300	1	3,7 (1,3-10,6)	5,5 (2,6-11,3)	0,79 (0,73-0,85)	Sexo, meses corriendo

* Para el grupo lesión de peroneos, no hay suficientes casos para ajustar un modelo

Según se observa en la tabla 30, la suma de las lesiones que se han analizado estadísticamente en este trabajo suma 269, siendo los otros 31 casos correspondientes al grupo de localización de lesión “otros”, del cual no se ha realizado ajuste de modelo logístico multivariante.

Como ya se ha comentado en los apartados anteriores de cada una de las lesiones, todos los modelos presentan una capacidad moderada/buena con áreas bajo curva ROC de más de 0,74, excepto el modelo ajustado para tibiales que presenta una capacidad predictiva alta con un área bajo curva ROC de 0,87.



7. DISCUSIÓN



7.1. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se expondrá una explicación general de los resultados obtenidos en el presente estudio, revisando los siguientes aspectos: análisis e interpretación de los resultados y determinar si los resultados obtenidos responden a la hipótesis de estudio planteada.

Se puede observar en esta investigación, que existe una asociación significativa entre la postura del pie y la aparición de lesión musculoesquelética en miembros inferiores en corredores principiantes (Véase tabla 12). Se observa que los supinadores altos presentan una prevalencia de lesión del 96,3% (n=26), los pronadores altos el 86,6% (n=58), supinadores y pronadores presentan prevalencias similares del 60,0% (n=42) y 60,8% (n=110) respectivamente; y, por último, los corredores con pies neutros presentan una prevalencia de lesión del 25,1% (n=64). Estos datos reflejan la relación que puede tener la postura del pie con el riesgo de lesión en corredores principiantes, pero hay que ser cautelosos a la hora de analizarlos, sobre todo los datos de pronadores altos y supinadores altos, debido a la poca muestra de sujetos con estas puntuaciones en el FPI en el grupo "control".

En el modelo logístico multivariante para el FPI de 5 categorías (véase tabla 14), se observa que el modelo óptimo presenta los términos de FPI, superficie de carrera e IMC. En este modelo se observan riesgos de lesión muy altos para pronadores altos y supinadores altos con respecto al pie neutro, encontrando la explicación en lo mencionado en el párrafo anterior, la falta de sujetos en el grupo "control" con puntuaciones altas en el FPI; aun así, para los pies pronados y supinados, también se observa un riesgo de lesión mayor que en pies neutros, encontrando en estos dos grupos, valores mucho más normalizados donde el OR de los pies pronados es de 4,80 IC 95% (3,15-7.30), mientras que los pies supinados presentan un OR 4,23 IC 95% (2,41-7,43).

La variable superficie también se presenta como uno de los términos de ajuste del modelo logístico multivariante para el FPI 5 categorías (tabla 14). Al contrario de lo que se podría pensar inicialmente, los corredores que sólo utilizan la tierra presentan un riesgo de lesión 2,57 veces mayor que los que utilizan ambas superficies; mientras que los corredores que sólo utilizan el asfalto presentan un riesgo de lesión 2,22 veces mayor que los que utilizan ambas. La posible explicación a este dato se debe buscar en el perfil de los corredores participantes en este estudio, es decir, corredores sin experiencia previa, y que llevan menos de 1 año corriendo, por lo tanto, su falta de técnica y experiencia puede ser lo que les lleve a sufrir más lesiones en tierra, ya que esta superficie suele ir asociada a correr por montaña, donde suele ser necesaria una mayor experiencia, preparación física y técnica.

Por último, en las variables de ajuste de este modelo (tabla 14), encontramos el IMC, donde por cada aumento del IMC se aumenta el riesgo de lesión en un 15,9%, probablemente debido al aumento de cargas, impactos y fatiga muscular. Este dato tiene que ser interpretado teniendo en cuenta que unos de los criterios de inclusión de nuestro estudio era un $IMC < 28$, por lo tanto, este riesgo de lesión crece dentro de los parámetros de IMC estudiados en nuestro trabajo, sin sobrepasar el IMC de 28, donde un $IMC > 25$ hasta 28 se considera sobrepeso y puede presentar mayor riesgo de lesión,

Respecto a la localización de la lesión, se ha encontrado una asociación significativa de ciertas localizaciones de lesiones con algunas puntuaciones del FPI (tabla 30).

La fascia plantar, tibiales, tríceps sural y las cabezas metatarsales han sido las localizaciones de lesión donde se ha podido realizar un modelo de ajuste multivariante y relacionar con la postura del pie, es decir, el FPI. Para la localización de los peroneos, no se ha podido realizar un modelo de ajuste debido a la falta de muestra.

En la fascia plantar se observa que las variables que explican la lesión en nuestro estudio son el FPI, el centro de estudio, la distancia de competición y el IMC (tabla 25).

Los pronadores y supinadores presentan riesgos altos y similares de sufrir esta lesión, 5,290 más riesgo presentan los supinadores y 5,190 los pronadores. Para entender este dato, probablemente sea necesario entender que las lesiones en la fascia plantar tienen un origen o etiología muy variado, pudiendo ser lesiones ocasionadas simplemente por un exceso de tensión o un arco más alto, lo que nos llevaría a pensar en pies supinadores, o por un exceso de pronación lo que nos llevaría a pensar en pies pronadores.

Para la lesión en tibiales, el modelo logístico multivariante es el que mayor capacidad predictiva tiene con un área bajo curva ROC de 0,871 y se explica con las variables de FPI pronador, superficie de carrera asfalto y precio de la zapatilla. Los pies pronadores, presentan un riesgo de lesión en tibiales 33,103 veces mayor que los pies neutros, mientras que los pies supinadores presentan sólo un 2,270 más de riesgo de lesión en tibiales que los pies neutros. Estos datos van en la misma línea que lo encontrado en la literatura, donde los pies pronadores tienen un mayor riesgo de originar lesiones en tibial posterior y tibial anterior; y donde el asfalto es la superficie con peor capacidad de amortiguación y de absorción de impactos, lo que aumentará el riesgo de poder sufrir un síndrome de estrés tibial medial.

Las lesiones en el tríceps sural se explican mediante el FPI supinador y el IMC (tabla 19). Los pies supinadores presentan un riesgo mayor de lesión en tríceps sural de 8,460. Este dato se puede explicar si se piensa que los pies supinadores, van a presentar un exceso de supinación en dinámica, generando un aumento de arco y una mayor tensión tanto en la fascia plantar como en todo el sistema Aquileo calcáneo plantar, que está conectado a su vez con los gemelos y el sóleo.

Y, por último, se observa que las lesiones en cabezas metatarsales se explican por el FPI, el sexo y el tiempo corriendo (tabla 22). Las mujeres presentan 2,5

veces más riesgo de sufrir lesión en esta zona que los hombres, algo fácil de explicar si tenemos en cuenta el calzado de vida diaria que normalmente va a utilizar cada uno, donde el calzado de la mujer, suele ser algo más estrecho y con menor amortiguación en el antepié, por lo que ya en su vida diaria va a generar una carga en toda la zona de cabezas metatarsales que va a favorecer la aparición de la lesión en el running. Si se habla del tiempo corriendo, los lesionados de cabezas metatarsales llevan menos tiempo y corren menos de 10 km, algo que podemos relacionar con la falta de adaptación de su pie a los impactos generados en el running en toda esa zona; otra posible explicación la encontramos en el intento por parte de muchos corredores principiantes de realizar una técnica forzada de antepié, ya que para muchos es la técnica más adecuada para correr, pero que necesita de bastante progresión y entrenamiento. Y, por último, los corredores con pies pronadores presentan un riesgo 5,476 mayor que los corredores con pies neutros, mientras que los supinadores presentan un riesgo 3,729 mayor que los corredores con pies neutros.

Para terminar este capítulo de interpretación de los resultados, se debe recalcar las variables explicativas que han resultado tener una asociación significativa con la aparición de lesiones en corredores principiantes como son: el tipo de superficie, la utilización de más de un par de zapatillas o no, experiencia previa en el running y el IMC. (tablas 10 y 11)

7.2. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA RELACIÓN DE LA POSTURA DEL PIE CON EL RIESGO DE LESIÓN

En la literatura encontramos disparidad de resultados acerca de la influencia de la morfología del pie en la aparición de lesiones.

Uno de los principales motivos que dificultan la comparación entre estudios de prevalencia o riesgo de lesión en corredores principiantes es la falta de una definición estándar de lesión en running, algo que ya se ha comentado anteriormente en este trabajo, llegando a encontrar más de 20 definiciones distintas en trabajos de investigación relacionados con las lesiones en corredores principiantes o amateurs(94,95); aunque nosotros hemos utilizado la definición de lesión derivada del running de Yamato et al.(93). Otro de los motivos es los distintos niveles de experiencia en el running que presentan los corredores que participan en los estudios(95).

Hay estudios coinciden en señalar la postura del pie como un elemento a manejar y tener en cuenta en la prevención y evaluación del corredor principiante, siempre con cautela, ya que son muchas las variables que intervienen en la aparición de una lesión en corredor principiante (43,90,130,135,136,138); aun así, hay estudios que afirman no encontrar una relación significativa entre la lesión en corredores y la postura del pie(80,127); como el estudio de Ramskov et al.(127), donde no encuentran una diferencia significativa entre los distintos tipos de postura del pie y la lesión, ni entre los distintos grados del ángulo Q y la lesión. Los propios autores piden interpretar sus resultados con cautela debido a la poca muestra del estudio, la falta de pies con puntuaciones altas en el FPI y la falta de control de algunas variables como la existencia de lesión previa más allá de los últimos 3 meses, los ritmos utilizados por cada sujeto, tipo de superficie, etc. Estos resultados contradicen los obtenidos en nuestra investigación, donde si se encuentra una asociación entre el FPI y el riesgo de lesión, con una prevalencia de lesión del

96,3% en altamente supinados, 86,6% en altamente pronados y 60% para pronadores y supinadores.

En otro estudio de Nielsen et al.(80) se habla también de la no asociación entre la pronación del pie y el aumento del riesgo de lesión en corredores novatos utilizando zapatilla neutra. En los resultados obtenidos en su estudio, no se evidencia una asociación significativa entre el FPI y el riesgo de lesión, contradiciendo la creencia popular de que el pie pronado es un factor de riesgo de lesión en corredores principiantes. Estos resultados obtenidos por Nielsen et al. discrepan con los obtenidos en nuestra investigación, donde si existe una asociación entre el FPI y el riesgo de lesión en corredores principiantes (tabla 12), teniendo en cuenta además el tiempo de lesión previa, situándolo como un criterio de inclusión algo que no realizan Nielsen et al. ya que cuando un corredor se lesionaba en una pierna, seguía participando en el estudio. Además, hay que observar que la edad para su estudio es de 18 años a +60 años, mientras que en nuestro estudio un criterio de inclusión es tener entre 30 y 50 años, considerando que es pretencioso intentar comparar en un mismo estudio sobre lesiones en el running a gente de 18 años que puede estar en perfecta forma, con gente de más de 60 años. Los puntos de corte para el FPI también son diferentes en su estudio, aumentando el grupo pies neutros a +7 hasta los 60 años y +8 por encima de los 60, lo que favorece la aparición de sus resultados, mientras que en nuestro estudio se utilizan los puntos de corte descritos por Redmond et al. en su Guía de Utilización del FPI (Anexo 4).

En relación a la asociación entre FPI y lesión en corredores amateurs, es importante hacer referencia a dos revisiones sistemáticas y metaanálisis (130,135) donde se estudia por un lado la asociación entre el tipo de pie y las lesiones de extremidad inferior; y por otro lado la postura del pie como un factor de riesgo en la aparición de lesiones por sobreuso en extremidad inferior.

En la primera de las revisiones sistemáticas, Tong et al.(130) se plantean como objetivo investigar la asociación entre los tipos de pies no-neutrales y las lesiones en miembro inferior; así como los métodos más apropiados para clasificar el pie.

Los resultados muestran que existe una asociación significativa entre los pies no-neutrales y las lesiones de miembro inferior con un OR de 1,23; encontrando en nuestro estudio un OR 6,68 para pies supinados y 6,49 para pies pronados. El Foot Posture Index y el examen visual y físico los dos métodos que más asociación significativa obtienen.

En la otra revisión sistemática, realizada por Neal et al.(135), los resultados obtenidos son similares. En los resultados se encuentra una evidencia de que la postura del pie en pronación es un factor de riesgo para la aparición del síndrome de estrés tibial medial; algo que coincide con nuestros resultados, ya que como ya se ha expuesto en el apartado de resultados, la lesión en tibiales se explica por el pie pronado y es el modelo que mayor capacidad predictiva presenta con un área bajo curva ROC de 0,871.

Estas dos revisiones sistemáticas, hablan de las lesiones en miembros inferiores y su relación con la postura del pie, pero no lo hacen específicamente en el running; siendo esta una actividad especial por su biomecánica y el papel importante que juega el pie dentro de la misma.

En nuestro trabajo, se observa una asociación estadísticamente significativa entre la postura del pie y el riesgo de lesión en corredores principiantes (tabla 12), algo que también encontramos en el trabajo de Malisoux et al.(90), donde se observa una reducción del riesgo de lesión en los corredores que recibieron el calzado con control de pronación y presentaban un pie pronado (HR=1.80; 95% IC 1.01 a 3.22). En un análisis secundario, se observa que existe un riesgo de lesión más alto en el subgrupo que presenta una postura del pie más pronada, y, por lo tanto, este grupo, se beneficia más de la utilización de zapatillas con control de pronación según los autores, lo que lleva a pensar, que la pronación del pie sí que puede ser identificada como un factor de riesgo en corredores. Hay que tener en cuenta, que el trabajo de estos autores está realizado sobre corredores clasificados como recreacionales, es decir, corredores que ya tienen una experiencia mayor en el running que los analizados en nuestro trabajo, pese a ello, los resultados se sitúan en la misma dirección.

En otros estudios se relaciona la postura del pie directamente con el riesgo de sufrir una lesión en concreto, como en el trabajo de Ryan et al.(131) donde se relaciona el pie pronado, con la lesión en la porción medial del tendón de Aquiles; mientras que en nuestro trabajo, el riesgo de lesión en la nombrada como “Tríceps sural” donde está agrupado el tendón de Aquiles, es mayor en el grupo de pacientes supinadores, algo que se puede explicar teniendo en cuenta que para poder realizar el ajuste estadístico, se han agrupado gemelos, sóleo y tendón de Aquiles en una misma estructura, lo que genera una zona anatómica demasiado amplia, mientras que en el trabajo de Ryan et al, los autores son muy precisos a la hora de la identificación anatómica de la lesión.

En la mayoría de estudios (78,135,139), se habla principalmente de la pronación del pie como un posible factor de riesgo de lesión en corredores, sin haber profundizado en el análisis de la supinación del pie. Una posible explicación para esto se encuentra en los valores de normalidad para la población general. En el estudio de Gijón-Noguerón et al. (38) se muestra la distribución normal del FPI en población joven española, obteniendo como resultado que la postura normal del pie oscila desde un punto de supinación a +6 de pronación, lo que quiere decir, que la población clasificada como “pronadores” va a ser mayor que la población clasificada como “supinadores”, siendo difícil, como se muestra en algunos de los trabajos de la literatura, poder acceder a pies altamente supinados, incluso muchas veces también a los altamente pronados. Este estudio de Gijón-Noguerón et al. (38)

Pese a lo comentado anteriormente, en el trabajo de Burns et al. (43) si se relaciona el pie supinado medido mediante el FPI, con el riesgo de sufrir lesiones por sobreuso en triatletas durante la temporada de competición, encontrando un riesgo 4,304 veces mayor que los pies neutros, algo en lo que coincide nuestra investigación, ya que los corredores con pies supinados o altamente supinados, son los que mayor asociación estadísticamente significativa han presentado con el riesgo de sufrir una lesión musculoesquelética en miembros inferiores derivada del running con un riesgo mayor de lesión 6,68 veces más que en pies neutros.

Tras el análisis de la literatura se observa disparidad en los resultados acerca de la influencia de la postura del pie en el riesgo de lesión en corredores, siendo necesaria mayor investigación y consenso acerca de la definición de lesión en el running y el nivel de los corredores a estudiar. Pese a esto, la mayoría de estudios coinciden en señalar la postura del pie como un factor de riesgo o al menos un factor a tener en cuenta en la evaluación del corredor, algo en lo que coincide plenamente nuestro estudio.



7.3. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA LOCALIZACIÓN DE LESIÓN

En este trabajo se ha planteado como uno de los objetivos la relación de la localización de las lesiones encontradas en los corredores del grupo casos con su FPI.

Atendiendo a lo que la literatura dice sobre las lesiones más comunes en pie y tobillo, se encuentra un consenso generalizado en cuáles son las más comunes. Así, por ejemplo, en el trabajo de Kindred et al.(55) se habla de algunas de las zonas más comúnmente lesionadas en el pie en corredores: lesiones de sesamoideos, lesiones en cabezas metatarsales, fascitis plantar, problemas de tibia posterior y tendinitis peroneal, haciendo especial hincapié al barefoot, ya que la moda de muchos corredores principiantes de intentar sumarse a este estilo de carrera, el cual requiere de una buena técnica y una adaptación progresiva, ha hecho que aumenten ciertos tipos de lesiones en los corredores principiantes, como todas las que tienen que ver con las cabezas metatarsales, debido a ese impacto forzado en la zona del antepié(55); algo que coincide con lo encontrado en nuestro estudio, donde la lesión en cabezas metatarsales es una de las lesiones estudiadas y con una relación directa con la postura del pie (tabla 22).

Aplicando la hipótesis anterior sobre la iniciación al barefoot o a la técnica de carrera de antepié, se podría explicar las diferencias entre el trabajo de Lopes et al.(125) donde la mayoría de las lesiones coinciden con las analizadas en nuestro estudio, pero no aparece como lesión común en su grupo de corredores la lesión en cabezas metatarsales, teniendo en cuenta que son corredores con una mayor experiencia que los analizados en nuestro estudio, y por lo tanto una mejor técnica de carrera, lo que evita ese posible problema comentado anteriormente al intentar forzar una técnica de carrera para la que el corredor principiante no tiene preparación. Las lesiones más comunes para estos autores son, por este orden: el síndrome de estrés medial tibial (quedaría englobado en el grupo tibiales), la tendinopatía de Aquiles (quedaría englobada en el grupo, tríceps sural, y ya se ha

comentado con anterioridad el por qué) y la fascitis plantar, lesiones que coinciden con las estudiadas en nuestro estudio. En el grupo de corredores cuya actividad principal era la ultra maratón, las principales lesiones fueron la tendinopatía de Aquiles y el síndrome patelofemoral, teniendo en cuenta que los corredores analizados en nuestro estudio son principiantes, ninguno de ellos realizaba la práctica del ultramaratón, y además todas las lesiones que no estuvieran presentes en la zona baja de la pierna o el pie y tobillo eran clasificadas en el grupo “otros” por lo tanto no se pueden comparar datos con nuestro estudio para el síndrome patelofemoral.

Pese a esta dificultad para comparar las proporciones de lesión y las localizaciones en distintos grupos de corredores, las lesiones analizadas en nuestro trabajo, siempre se encuentran presentes entre las más comunes, como en el estudio de Nielsen et al.(123) donde la principal lesión es el síndrome de estrés medial tibial y entre las cinco primeras se encuentran la fascitis plantar y la tendinopatía de Aquiles.

Como se ha observado en la mayoría de trabajos que hablan de la localización de lesiones en corredores, la principal lesión es el síndrome de estrés medial tibial y la fascitis plantar. Lopes et al.(125) en su revisión sistemática explican la aparición del síndrome de estrés tibial medial por dos motivos: el primero debido a la contracción repetitiva de los músculos tibial posterior, flexor largo de los dedos y/o sóleo, lo que generaría un estrés excesivo en la tibia, y como consecuencia, la inflamación del periostio; la segunda explicación sería consecuencia de la falta de capacidad de remodelación ósea, no sólo para soportar las tracciones musculares, si no también, para soportar las fuerzas de verticales del suelo durante el impacto en la carrera; algo que coincide totalmente con los resultados de esta investigación, donde el modelo de ajuste multivariante de la lesión en el grupo tibiales se explica mediante las variables FPI pronador (OR 33,103), es decir, aumento de contracción del tibial posterior para frenar la pronación; superficie de carrera, con 4,128 veces más riesgo en asfalto, es decir, influencia directa de la capacidad de absorber impactos de la superficie de entrenamiento; y por último,

la zapatilla, ya que puede jugar un papel importante también a la hora de la absorción de las fuerzas verticales del suelo.

Estos autores también explican la tendinopatía de Aquiles como una carga excesiva durante la actividad física que generando un estímulo repetitivo de carga sobre el tendón, provoca la degeneración del mismo; siendo los causantes de esta carga excesiva principalmente los gemelos y el sóleo(125); algo que va en la misma línea que los resultados obtenidos en nuestro trabajo, ya que los pies supinadores, presentan una mayor magnitud de lesión en el grupo tríceps sural (tabla 19), siendo estos pies normalmente, pies con una altura de arco aumentada, y por lo tanto una mayor tensión en todo el sistema Aquileo calcáneo plantar y musculatura posterior.

Por el contrario, para la fascia plantar, encontramos una magnitud similar de lesión entre los pies pronadores y supinadores (tabla 25), algo que se puede explicar si atendemos a las funciones de la fascia plantar descritas por el Dr. Kirby (140) donde se puede identificar algunas funciones de la fascia que se verían comprometidas en un pie pronador y otras en un pie supinador por igual.

Tras la discusión y el análisis de la literatura acerca de la postura del pie y su relación con la localización de la lesión, se puede observar que probablemente la lesión más común en corredores sea el síndrome de estrés tibial medial, y que entre las más comunes se encuentran las lesiones en fascia plantar y tendón de Aquiles, lo que coincide con nuestro estudio. En la literatura también se hace referencia en repetidas ocasiones a la lesión de rodilla en corredores (97,125), no pudiendo comparar estos datos con nuestro estudio debido que no ha sido una de las estructuras analizadas.

Tras el análisis sobre las lesiones más comunes en running y las principales localizaciones de las mismas en función del tipo de corredores, estructura del pie, deben ser analizadas con mucha cautela los datos de prevalencia e incidencia de lesión, ya que como ya se ha comentado anteriormente, existe un problema a la hora de comparar estudios debido a la falta de consenso en la definición de lesión.

Donde sí existe un mayor consenso es a la hora de enumerar las lesiones más comunes en corredores, siendo algo más complicado asociarlas con el nivel del corredor según la experiencia en el running que tenga. De todo esto, habla Kluitenberg et al.(95) en su trabajo sobre el impacto de la definición de lesión en el seguimiento de las mismas en corredores novatos, haciendo referencia a los distintos porcentajes de lesión encontrados en función de qué tipo de definición se utilice y sobre qué tipo de grupo de corredores se aplique.



7.4. ASOCIACIÓN DE LESIÓN CON EL RESTO DE VARIABLES EXPLICATIVAS

Del resto de variables explicativas analizadas en el trabajo, algunas han presentado una asociación significativa con la lesión en corredores amateurs y otras no; a continuación, se va a analizar brevemente el porqué de estos resultados.

Al analizar los resultados sobre la asociación entre utilizar un tipo de superficie u otra, una posible explicación es que el cuerpo genera respuestas específicas del sistema neuromuscular para la regulación y la adaptación al terreno(70), siendo capaz de calcular la rigidez necesaria que tiene que tener la pierna a través de la contracción de la musculatura antes de tocar el suelo, en la fase de vuelo; gracias a la retroalimentación del paso anterior y la información almacenada en el cerebro(71). En este trabajo se ha detectado que los corredores que utilizaban sólo el asfalto como superficie de entrenamiento tenían una mayor prevalencia significativa de lesión (53%), este hallazgo coincide con lo descrito por Tessutti et al.(71) y Tessutti et al.(73) donde el asfalto es la superficie que mayor tiempo de contacto y la que mayor pico vertical de fuerzas y mayor integral presión-tiempo presenta. El asfalto se presenta como la superficie que mayor demanda genera a la musculatura y mayores sobrecargas provoca(74,75).

En esta investigación se observa que los corredores que utilizaban una sola zapatilla para entrenar tenían una mayor prevalencia de lesión que los que utilizaban dos pares o más de zapatillas; esto tiene su explicación en el desgaste que se produce en la zapatilla habitual de carrera, ya que los materiales de la mediasuela pierden gran parte de sus propiedades después de 800-1000 km o entre 6-12 meses(83). También hay que tener en cuenta que los materiales de las zapatillas necesitan un tiempo de recuperación tras un entrenamiento para volver a tener sus propiedades originales, lo que hace que los corredores que utilizan más de un par de zapatillas tengan la posibilidad de combinarlas, sin llegar a perder las propiedades de los materiales por fatiga.

Existe un gran consenso es a la hora de señalar que la experiencia previa en el running es un factor de riesgo de lesión, es decir, que los corredores principiantes presentan un mayor riesgo de lesión frente a los ya expertos. Aunque en este estudio todos los individuos son corredores con menos de 12 meses de experiencia, en el grupo control se encontró que la experiencia media de carrera era de 7,4 meses y en el grupo casos era de 6,9 meses. Esto coincide con lo encontrado en el artículo de Buist et al.(98) donde tanto los hombres (HR 2.6; 95% CI 1.2 a 5.5) como las mujeres (HR 2.1; 95% CI 1.2 a 3.7) con poca experiencia en el running presentaban un mayor riesgo de sufrir una RRI. Lo mismo apuntan Hespanhol et al.(117) en su investigación al señalar que el corredor amateur es el que más lesiones sufre.

Una de las variables en la que más autores coinciden en señalar como factor de riesgo de lesión en corredores es la lesión previa; una posible explicación se encuentra en la investigación de Hespanhol et al.(110) ya que la “nueva lesión” puede ser una exacerbación de la lesión anterior que no está curada completamente, o también puede ser que los corredores lesionados adoptan un patrón biomecánico diferente para proteger la estructura lesionada, lo que les puede llevar a aumentar el estrés en otra estructura, aumentando la predisposición a sufrir otra lesión. En la revisión sistemática Lopes et al.(117) concluyen que el principal riesgo de lesión fue la lesión en los últimos 12 meses. Muchos más factores de riesgo fueron identificados en la literatura en su revisión, pero la falta de estudios prospectivos reduce la capacidad para detectar factores de riesgo. Destaca la necesidad de crear más estudios prospectivos bien diseñados para poder identificar los factores de riesgo asociados al funcionamiento.

Como reflexión final, comentar que debe ser sin duda labor de todos los profesionales de la salud encargados de velar por la buena práctica deportiva de nuestros pacientes, la educación de los mismos en la prevención de las lesiones y no sólo en el tratamiento de las mismas.

Hay que saber explicar al paciente que no pueden alcanzar los tiempos y distancias de los profesionales, sin llevar el mismo entrenamiento y control que llevan estos.

Hoy en día se acepta como normal que un paciente acuda a la consulta con toda la información que ha obtenido de internet y se pueda permitir poner en duda los diagnósticos o consejos de los profesionales médicos si no coinciden con lo que le ha dicho su compañero de entrenamiento o con lo que ha leído en internet.

Debe ser labor de las administraciones y organizaciones de los eventos deportivos la exigencia de ciertos controles mínimos a los corredores para poder participar en diversas pruebas deportivas, ya que, cada día vemos por desgracia, mayor número de participantes que se suman a estas pruebas atraídos por el reto y la superación, pero sin ningún tipo de preparación física y mental, teniendo que lamentar en muchas ocasiones a posteriori la aparición de lesiones graves o incluso consecuencias mucho peores.

Desde el punto de vista podológico, debemos de ser capaces de hacer entender a los pacientes que el podólogo es el profesional encargado del diagnóstico y tratamiento de los problemas del pie, no las tiendas de zapatillas, grandes superficies, ni marcas comerciales... Si un paciente tiene una lesión o una inquietud acerca de su pisada, debe acudir a un podólogo para realizar un estudio biomecánico de la pisada, no dejarse aconsejar por vendedores de tiendas y grandes superficies.

Pese a todo esto, creo que es un gran paso para el bienestar y la salud de toda la población el auge que se ha producido en la práctica del running por las mejoras que presenta para el organismo y la disminución del sedentarismo, pero siempre bajo la supervisión de los profesionales.

7.5. FORTALEZAS Y LIMITACIONES

Como principales fortalezas del estudio encontramos la utilización de la definición de lesión derivada del running de Yamato et al.(93), lo que permitirá la comparación con otras investigaciones que utilicen esta misma definición propuesta como definición estándar para las RRI.

El intento por parte de los autores de controlar los posibles sesgos mediante la utilización de un solo examinador para toda la toma de las variables, aprovechando así el alto nivel de fiabilidad que presenta el Foot Posture Index al ser utilizado siempre por un único examinador, debe ser destacado como una fortaleza.

La identificación de la lesión y la variable respuesta, es decir, el FPI, han sido medidas analíticamente en cada sujeto, lo que supone también una fortaleza del estudio.

Como limitaciones en el estudio se puede hablar de que algunas variables tomadas son autorreferidas, lo cual es habitual en este tipo de estudio basado en práctica clínica habitual, en donde los pacientes dicen sus opiniones sobre lo que preguntamos. Lo importante es que hay un gran número de sujetos.

En relación a la población de estudio, la cual es demandante las ventajas que presenta son:

- Más fáciles de identificar
- Tienden a recordar mejor su historia de exposición
- Más cooperativos, por lo que el número de no respuestas es menor
- Al estar expuestos, es más fácil que tengan algún factor de riesgo relacionado con la enfermedad de estudio.
- Más fácil de mantener al entrevistador ciego al grupo al que pertenece cada individuo.

7.6. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Una continuación de este trabajo podría ser la realización de un estudio prospectivo de cohortes donde se controlarán todas las variables que han demostrado asociación con el riesgo de lesión para observar si se produce una disminución de la incidencia de lesiones en corredores amateurs.

Otra posible línea de investigación sería la validación de los modelos con alta capacidad predictiva.

También planteamos la realización de un estudio similar donde se pueda comparar a corredores principiantes con corredores ya expertos, es decir, introducir las variables experiencia y técnica en el running para observar si se produce una disminución de los riesgos de lesión y sobre todo si la postura del pie sigue siendo un valor asociado a la lesión en corredores pese a presentar una mayor experiencia y mejor técnica.

También planteamos la realización de estudios similares en otros deportes multitudinarios como pueden ser el fútbol o el baloncesto, para determinar si la postura del pie juega un papel tan importante en la aparición de lesiones como en el running.

Y por último planteamos la posibilidad de identificar el riesgo de lesión según la postura del pie en niños que se inician en el atletismo, es decir, en edad de crecimiento donde quizás se podría actuar sobre su postura con el fin de evitar mayor riesgo en un futuro.

8. CONCLUSIONES



Tras la finalización de nuestro estudio, las conclusiones son según los objetivos planteados son:

Objetivo general:

Analizar el riesgo de lesión musculoesquelética, globalmente y por tipo de lesión, en corredores principiantes en función de la postura de su pie medida mediante el Foot Posture Index.

Se ha detectado una asociación significativa entre la postura del pie medida mediante el Foot Posture Index y el riesgo de lesión en corredores principiantes, observando una prevalencia de lesión en supinadores altos de 96,3% (n=26), pronadores altos 86,6% (n=58), supinadores 60% (n=42), pronadores 60,8% (n=110) y neutros 25,1% (n=64).

Objetivos específicos:

- 1) *Evaluar la asociación entre la lesión musculoesquelética y el conjunto de variables explicativas.*

Las variables explicativas que han demostrado una asociación con la lesión musculoesquelética en miembros inferiores en corredores principiantes han sido:

- La superficie de carrera, donde los corredores por asfalto presentan una mayor prevalencia de lesión 53% (n=249) con un valor de $p=0,003$.
- La utilización de más de un par de zapatillas para running, donde los corredores que sólo utilizan un par, presentan una prevalencia de lesión de 52,3% (n=237) con valor de $p=0,046$.

- Se ha observado que por cada punto de aumento de IMC el riesgo de lesión aumenta un 15,9%. OR 1,159 IC 95% (1,025-1,31) valor de $p=0,018$
- El valor medio del IMC, en nuestro estudio es de 22,6 en los casos y de 22,3 en los controles, valor de $p=0,046$
- La experiencia en el running, donde el grupo casos presenta una experiencia en meses de $6,9\pm 2,9$, mientras que el grupo control presenta una media de $7,4\pm 3,2$, con valor $p=0,030$

2) *Evaluar la asociación entre la lesión musculoesquelética y la postura del pie teniendo en cuenta del conjunto de variables explicativas mediante el ajuste de un modelo multivariante.*

En el modelo logístico multivariante para el FPI de 5 categorías se observa:

- Ser supinador alto presenta OR 76,87 IC 95% (10,14-582,4) valor de $p<0,001$ para tener lesión
- Ser pronador alto presenta OR 20,02 IC 95% (9,28-43,1) valor de $p<0,001$ para tener lesión
- Ser supinador presenta OR 4,23 IC 95% (2,41-7,43) valor de $p<0,001$ para tener lesión
- Ser pronador presenta OR 4,80 IC 95% (3,15-7,30) valor de $p<0,001$ para tener lesión
- Correr por tierra presenta OR 2,57 IC 95% (1,32-5,02) valor de $p=0,044$

- Correr por asfalto presenta OR 2,22 IC 95% (0,98-5,06) valor de $p=0,004$

En el modelo logístico multivariante para el FPI de 3 categorías se observa:

- Los supinadores presentan OR 6,68 IC 95% (3,95-11,29) valor de $p<0,001$ para tener lesión
- Los pronadores presentan OR 6,49 IC 95% (4,37-9,65) valor de $p<0,001$ para tener lesión

3) *Evaluar los objetivos anteriores dentro de cada localización de lesión.*

Existe asociación de cada una de las lesiones analizadas con una determinada postura del pie. Las lesiones analizadas y sus datos son:

- Tibiales:
 - i. El FPI, la superficie de carrera y el precio de la zapatilla son los factores que explican la lesión en tibiales.
 - ii. Los pronadores son los que más riesgo presentan (OR 33,103 IC 95% (12,529-87,463) valor de $p=0,000$) mientras que los supinadores presentan menos riesgo (OR 2,270 IC 95% (0,413-12,467) valor de $p=0,345$)
 - iii. El asfalto es la superficie que produce más riesgo de lesión con OR 4,128 IC95% (1,274-13,382) valor de $p=0,018$.
- Fascia plantar
 - i. Los corredores que realizan habitualmente como distancia más habitual entre 10 y 22 km son los que presentan mayor prevalencia de lesión en fascia plantar que el resto de corredores con OR 1,313 IC 95% (0,709-2,43) valor de $p=0,387$.

- ii. El FPI, el centro al que acude el paciente, la distancia media de competición y el IMC son los términos que aportan capacidad explicativa a esta lesión.
 - iii. Tanto los pronadores (OR 5,190 IC 95% (2,734-9,85) valor de $p=0,000$) como supinadores (OR 5,290 IC 95% (2,306-12,138) valor de $p=0,000$) presentan altos riesgos similares de tener esta lesión.
- Cabezas Metatarsales:
- i. El FPI, el sexo y el tiempo corriendo son los factores que explican esta lesión
 - ii. Los lesionados llevan menos tiempo medio corriendo, con OR 0,799 IC 95% (0,716-0,892) valor de $p=0,005$.
 - iii. Los pronadores son los que más riesgo tienen con OR 5,467 IC 95% (2,641-11,354) valor de $p=0,000$.
 - iv. Las mujeres tienen 2,5 veces más riesgo de sufrir esta lesión que los hombres OR 2,576 IC 95% (1,327-4,999) valor de $p=0,005$.
- Tríceps Sural:
- i. las lesiones de tríceps sural se explican por el FPI y el IMC.
 - ii. Los supinadores son los que más riesgo de esta lesión presentan, OR 8,460 IC 95% (4,041-17,713) valor de $p=0,000$ y los pronadores presentan OR 2,657 IC 95% (1,315-5,369) valor de $p=0,006$.

9. BIBLIOGRAFÍA



1. Martínez Lopez R. El pie en la evolución del ser humano: desarrollo, trastornos y prevención. Madrid. Visión Libros. 2007
2. Guillén Álvarez M. Podología Deportiva en el Fútbol. Madrid. Gymnos. 1999
3. Staubesand J. Sobotta. Atlas de Anatomía Humana. Vol. 53, Journal of Chemical Information and Modeling. 2013. .
4. Kapandji AI. Fisiología Articular: esquemas comentados de mecánica humana - Tomo 2: Cadera, rodilla, tobillo, pie, bóveda plantar y marcha. 2012.
5. De la Rubia A. Biomecánica del pie en la carrera. Madrid. Available from: <http://www.podologiadeportiva.com/prensa/articulos/> (Última visita 28-Mayo-2017)
6. Schünke, Michael; Schulte, Erik; Schumacher U. Prometheus. Texto y atlas de anatomía. 1ª Edición. Tomo 1. Anatomía General y Aparato Locomotor. 2008.
7. Netter, Frank. H. Training O, Training P, Darin C, Training RO, Kimberly M, et al. Atlas de Anatomía Humana. Barcelona. 2007.
8. Winter DA. Biomechanics and motor control of human movement. John Wiley & Sons; 4ª Edición. 2009.
9. Vera Luna PM, Sánchez Lacuesta JJ, Hoyos Fuentes JV, Prat Pastor JM, Viosca Herrero E, Soler García C, et al. Biomecánica de la marcha humana. Biomecánica la marcha humana Norm y patológica. Instituto Biomecánica de Valencia. 2006

10. Buldt AK, Levinger P, Murley GS, Menz HB, Nester CJ, Landorf KB. Foot posture is associated with kinematics of the foot during gait: A comparison of normal, planus and cavus feet. *Gait Posture* [Internet]. 2015;42(1):42–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.03.004> (Última visita 27-Mayo-2017)
11. Sheehan KJ, Gormley J. The influence of excess body mass on adult gait. *Clin Biomech* [Internet]. 2013;28(3):337–43. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2013.01.007>. (Última visita 27-Mayo-2017)
12. Agudelo AI, Briñez TJ, Guarín V, Ruiz JP. Marcha: descripción, métodos, herramientas de evaluación y parámetros de normalidad reportados en la literatura. *CES Mov y Salud* [Internet]. 2013;1(1):29–43. Available from: <http://revistas.ces.edu.co/index.php/movimientoysalud/article/view/2481>. (Última visita 27-Mayo-2017)
13. Carrier DR. The Energetic Paradox of Human Running and Hominid Evolution. *Curr Anthropol*. 1984;25(4):483.
14. Agudelo AI, Briñez TJ, Guarín V, Ruiz JP. Marcha: descripción, métodos, herramientas de evaluación y parámetros de normalidad reportados en la literatura. *CES Mov y Salud*. 2013;1(1):29–43.
15. Napier C, Cochrane CK, Taunton JE, Hunt MA. Gait modifications to change lower extremity gait biomechanics in runners: a systematic review. *Br J Sport Med* [Internet]. 2015;49(1):1382–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/> (Última visita 27-Mayo-2017)
16. Murach K, Greever C, Luden ND. Skeletal muscle architectural adaptations to marathon run training. *Appl Physiol Nutr Metab* [Internet]. 2015;40(1):99–102. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25494870>. (Última visita 27-5-2017)

17. Cowley E, Marsden J. The effects of prolonged running on foot posture: a repeated measures study of half marathon runners using the foot posture index and navicular height. *J Foot Ankle Res* [Internet]. 2013;6(September):20. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3668212&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> (Última visita 27-Mayo-2017)
18. Bravo-Aguilar M, Gijón-Noguerón G, Luque-Suarez A, Abian-Vicen J. The Influence of Running on Foot Posture and In-Shoe Plantar Pressures. *J Am Podiatr Med Assoc* [Internet]. 2016;106(2):109–15. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27031546> (Última visita 27-Mayo-2017)
19. Anbarian M, Esmaeili H. Effects of running-induced fatigue on plantar pressure distribution in novice runners with different foot types. *Gait Posture* [Internet]. 2016;48:52–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.04.029> (Última visita 27-Mayo-2017)
20. Altman AR, Davis IS. Barefoot running: Biomechanics and implications for running injuries. *Curr Sports Med Rep*. 2012;11(5):244–50.
21. García González C, Albaladejo Vicente R, Villanueva Orbáiz R, Navarro Cabello E. Deporte de ocio en España. epidemiología de las lesiones y sus consecuencias. *Apunt Educ física y Deport*. 2015;1(119):62–70.
22. Bredeweg SW, Buist I, Kluitenberg B, Hespanhol Junior LC, Pena Costa LO, Lopes AD, et al. Differences in kinetic asymmetry between injured and noninjured novice runners: A prospective cohort study. *Gait Posture* [Internet]. 2013;38(4):847–52. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3388464&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> (Última visita 27-Mayo-2017)

23. Mann R, Malisoux L, Nhrenbrger C, Urhausen A, Meijer K, Theisen D. Association of previous injury and speed with running style and stride-to-stride fluctuations. *Scand J Med Sci Sport*. 2015;25(6):e638–45.

24. Menz HB. Alternative techniques for the clinical assessment of foot pronation. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1998;88(3):119–29.

25. Evans AM, Copper AW, Scharfbillig RW, Scutter SD, Williams MT. Reliability of the foot posture index and traditional measures of foot position. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2003;93(3):203–13.

26. van der Worp MP, de Wijer A, Staal J, van der Sanden M. Reproducibility of and sex differences in common orthopaedic ankle and foot tests in runners. *BMC Musculoskelet Disord* [Internet]. 2014;15(1):171. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4040482&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> (Última visita 27-Mayo-2017)

27. Elveru RA, Rothstein JM, Lamb RL, Riddle DL. Methods for taking subtalar joint measurements. A clinical report. *Phys Ther* [Internet]. 1988;68(5):678–82. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3362981> (Última visita 27-Mayo-2017)

28. Redmond A. The foot posture index: easy quantification of standing foot posture: six item version: FPI-6: user guide and manual. United Kingdom [Internet]. 2005;(August):1–19. Available from: <http://www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/fpi.htm> <http://www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/z/pdf/FPI-manual-formatted-August-2005v2.pdf> [http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:The+Foot+Posture+Index+\(FPI\)+Easy+quantification+of+st](http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:The+Foot+Posture+Index+(FPI)+Easy+quantification+of+st) (Última visita 27-Mayo-2017)

29. Index FP, Evans A, Keenan A. Índice postura del pie. Versión de seis criterios. :1–19. (Internet). Disponible en: https://drive.google.com/file/d/0B6tRyqGo_2zdNjNhNTY2NDAtYTg5NS00NDAXLWFmOWItOTA0MjZmMzM4Nzhm/view (Última visita 29-Mayo-2017)
30. Terada M, Wittwer AM, Gribble PA. Intra-rater and inter-rater reliability of the five image-based criteria of the foot posture index-6. *Int J Sports Phys Ther* [Internet]. 2014;9(2):187–94. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4004124&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> (Última visita 27-Mayo-2017)
31. Keenan AM, Redmond AC, Horton M, Conaghan PG, Tennant A. The Foot Posture Index: Rasch Analysis of a Novel, Foot-Specific Outcome Measure. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88(1):88–93.
32. Scharfbillig R, Evans AM, Copper AW, Williams M, Scutter S, Iasiello H, et al. Criterion validation of four criteria of the foot posture index. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2004;94(1):31–8.
33. Redmond AC, Crosbie J, Ouvrier RA. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: The Foot Posture Index. *Clin Biomech*. 2006;21(1):89–98.
34. McLaughlin P, Vaughan B, Shanahan J, Martin J, Linger G. Inexperienced examiners and the Foot Posture Index: A reliability study. *Man Ther* [Internet]. 2016;9–11. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2016.06.009> (Última visita 27-Mayo-2017)
35. Cornwall MW, McPoil TG, Lebec M, Vicenzino B, Wilson J. Reliability of the modified Foot Posture Index. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2008;98(1):7–13.

36. Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the Foot Posture Index. *J Foot Ankle Res* [Internet]. 2008;1(1):6. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2553778&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> (Última visita 27-Mayo-2017)
37. Sánchez Rodríguez R, Martínez Nova A, Escamilla Martínez E, Gómez Martín B, Martínez Quintana R, Pedrera Zamorano JD. The foot posture index: anthropometric determinants and influence of sex. *J Am Podiatr Med Assoc* [Internet]. 2013;103(5):400–4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24072369> (Última visita 27-Mayo-2017)
38. Gijon-nogueron G, Sanchez-rodriguez R, Lopezosa-reca E, Cervera-marin JA, Martinez-quintana R, Martinez-nova A. Normal Values of the Foot Posture Index in a Young Adult Spanish Population. *J Am Pod Med Assoc*. 2015;105(1):42–6.
39. Rokkedal-Lausch T, Lykke M, Hansen MS, Nielsen RO. Normative values for the foot posture index between right and left foot: A descriptive study. *Gait Posture* [Internet]. 2013;38(4):843–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.04.006> (Última visita 27-Mayo-2017)
40. Martínez-Nova A, Gómez-Blázquez E, Escamilla-Martínez E, Pérez-Soriano P, Gijon-Nogueron G, Fernández-Seguín LM. The foot posture index in men practicing three sports different in their biomechanical gestures. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2014;104(2):154–8.
41. Teyhen DS, Stoltenberg BE, Eckard TG, Doyle PM, Boland DM, Feldtmann JJ, et al. Static foot posture associated with dynamic plantar pressure parameters. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. 2011;41(2):100–7. Available from: http://www.jospt.org/doi/abs/10.2519/jospt.2011.3412#.U-njDfl_sgE (Última visita 27-Mayo-2017)

42. Cornwall MW, McPoil TG. Relationship between static foot posture and foot mobility. *J Foot Ankle Res* [Internet]. 2011;4(1):4. Available from: <http://www.jfootankleres.com/content/4/1/4> (Última visita 27-Mayo-2017)
43. Burns J, Keenan A-M, Redmond A. Foot type and overuse injury in triathletes. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2005;95(3):235–41.
44. Cain LE, Nicholson LL, Adams RD, Burns J. Foot morphology and foot/ankle injury in indoor football. *J Sci Med Sport*. 2007;10(5):311–9.
45. Reilly K, Barker K, Shamley D, Newman M, Oskrochi GR, Sandall S. The role of foot and ankle assessment of patients with lower limb osteoarthritis. *Physiotherapy*. 2009;95(3):164–9.
46. Buldt AK, Murley GS, Butterworth P, Levinger P, Menz HB, Landorf KB. The relationship between foot posture and lower limb kinematics during walking: A systematic review. *Gait Posture* [Internet]. 2013;38(3):363–72. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.01.010> (Última visita 27-Mayo-2017)
47. Gijon-Nogueron G, Lopezosa-Reca E, Cervera-Marin JA, Martinez-Nova A, Sanchez-Rodriguez R, Van Alsenoy K, et al. Plantar Pressure Platform as Clinical Assesment Tool in the Analysis of Foot Posture with the Foot Posture Index. *Z Orthop Unfall*. 2014;152(1):68–73.
48. Chuter VH. Relationships between foot type and dynamic rearfoot frontal plane motion. *J Foot Ankle Res* [Internet]. 2010;3:9. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2894016&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> (Última visita 27-Mayo-2017)
49. Nielsen RG, Rathleff MS, Moelgaard CM, Simonsen O, Kaalund S, Olesen CG, et al. Video based analysis of dynamic midfoot function and its

- relationship with Foot Posture Index scores. *Gait Posture*. 2010;31(1):126–30.
50. Mecd.gob.es (Internet). España. INEC. Anuario de Estadísticas Deportivas 2016. 2014;1–417. <https://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/deporte/anuario-deporte.html>. (Última Visita 20-Mayo-2017)
 51. Ristolainen L, Heinonen A, Turunen H, Mannström H, Waller B, Kettunen JA, et al. Type of sport is related to injury profile: A study on cross country skiers, swimmers, long-distance runners and soccer players. A retrospective 12-month study. *Scand J Med Sci Sport*. 2010;20(3):384–93.
 52. Aydog S, Tetik O, Demirel H, Doral M. Differences in sole arch indices in various sports. *Br J Sports Med*. 2005;39(2):e5.
 53. Sobhani S, Dekker R, Postema K, Dijkstra PU. Epidemiology of ankle and foot overuse injuries in sports: A systematic review. *Scand J Med Sci Sport*. 2013;23(6):669–86.
 54. Chamorro G, Cesteros P, Soriano L. Epidemiología de las lesiones deportivas atendidas en urgencias. *Emergencias*. 2009;21:5–11.
 55. Kindred J, Trubey C, Simons SM. Foot injuries in runners. *Curr Sports Med Rep*. 2011;10(5):249–54.
 56. Ministerio de Sanidad SS e I, Ministerio de Educación C y D. Actividad física para la salud y reducción del sedentarismo. 2015;1–28.
 57. Hespanhol Junior LC, Pillay JD, van Mechelen W, Verhagen E. Meta-Analyses of the Effects of Habitual Running on Indices of Health in Physically Inactive Adults. *Sport Med*. 2015;45(10):1455–68.

58. Videbaek S, Bueno AM, Nielsen RO, Rasmussen S. Incidence of Running-Related Injuries Per 1000 h of running in Different Types of Runners: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med.* 2015;45(7):1017–26.
59. Kluitenberg B, van Middelkoop M, Diercks RL, Hartgens F, Verhagen E, Smits D-W, et al. The NLstart2run study: health effects of a running promotion program in novice runners, design of a prospective cohort study. *BMC Public Health* [Internet]. 2013;13(1):685. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3849042&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> (Última Visita 20-Mayo-2017)
60. Bann D, Chen H, Bonell C, Glynn NW, Fielding RA, Manini T, et al. Socioeconomic differences in the benefits of structured physical activity compared with health education on the prevention of major mobility disability in older adults: the LIFE study. *J Epidemiol Community Health* [Internet]. 2016;930–3. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27060177> (Última Visita 20-Mayo-2017)
61. Viedma Gil de Vergara P, Torner Giner MJ, Irlés Rocamora MÁ, López Lara R. Encuesta de salud de la Comunitat Valenciana 2010 [Internet]. 2012. 498 p. Available from: <http://www.san.gva.es/documents/153218/167513/encuesta2010completo.pdf> (Última Visita 20-Mayo-2017)
62. Craighead DH, Lehecka N, King DL. A Novel Running Mechanic's Class Changes Kinematics but not Running Economy. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2014;28(11):3137–45. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00124278-201411000-00016> (Última Visita 20-Mayo-2017)
63. Chryssanthopoulos C, Ziaras C, Zacharogiannis E, Travlos AK, Paradisis GP, Lambropoulos I, et al. Variability of performance during a 60-min running race. *J Sports Sci* [Internet]. 2015;(March):1–10. Available from:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25801853> (Última Visita 20-Mayo-2017)

64. Agresta C, Brown A. Gait Retraining for Injured and Healthy Runners Using Augmented Feedback: A Systematic Literature Review. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. 2015;45(8):576–84. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26158882> <http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2015.5823> (Última Visita 20-Mayo-2017)
65. Shu Y, Mei Q, Fernandez J, Li Z, Feng N, Gu Y. Foot morphological difference between habitually shod and unshod runners. *PLoS One*. 2015;10(7):1–13.
66. Kluitenberg B, van Middelkoop M, Diercks R, van der Worp H. What are the Differences in Injury Proportions Between Different Populations of Runners? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med*. 2015;45(8):1143–61.
67. Santos-Lozano A, Collado PS, Foster C, Lucia A, Garatachea N. Influence of sex and level on marathon pacing strategy. Insights from the New York City race. *Int J Sports Med*. 2014;35(11):933–8.
68. Scott RA, Georgiades E, Wilson RH, Goodwin WH, Wolde B, Pitsiladis YP. Demographic characteristics of elite Ethiopian endurance runners. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(10):1727–32.
69. Dolenc A, Štirn I, Strojnik V. Activation Pattern of Lower Leg Muscles in Running on Asphalt, Gravel and Grass. *Coll Antropol* [Internet]. 2015;39 Suppl 1(November 2016):167–72. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26434026> (Última Visita 20-Mayo-2017)

70. Unfried B, Aguinaldo A, Cipriani D. What is the influence of cambered running surface on lower extremity muscle activity? *J Appl Biomech.* 2013;29(4):421–7.
71. Tessutti V, Trombini-Souza F, Ribeiro AP, Nunes AL, Sacco I de CN. In-shoe plantar pressure distribution during running on natural grass and asphalt in recreational runners. *J Sci Med Sport.* 2010;13(1):151–5.
72. Hébert-Losier K, Jensen K, Mourot L, Holmberg HC. The influence of surface on the running velocities of elite and amateur orienteer athletes. *Scand J Med Sci Sport.* 2014;24(6):e448–55.
73. Tessutti V, Ribeiro AP, Trombini-Souza F, Sacco ICN. Attenuation of foot pressure during running on four different surfaces: asphalt, concrete, rubber, and natural grass. *J Sports Sci.* 2012;30(August 2013):1545–50.
74. Dixon SJ, Collop AC, Batt ME. Surface effects on ground reaction forces and lower extremity kinematics in running. *Med Sci Sport Exerc* [Internet]. 2000;32(11):1919–26. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00005768-200011000-00016> (Última Visita 20-Mayo-2017)
75. Fang Y, Ming D, Liu S, Wang L, Ren S, Liu Y, et al. Surface effects on in-shoe plantar pressure and tibial impact during running. *J Sport Heal Sci* [Internet]. 2015;2(October):1–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jshs.2015.09.001> (Última Visita 20-Mayo-2017)
76. Runningtortoiseandhare.wordpress.com. History of running shoes [Internet]. Available from: <https://runningtortoiseandhare.wordpress.com/running-shoes/history-of-running-shoes/> (Última Visita 20-Mayo-2017)

77. Vicén J, Garrigós J del C, González C, Salinero JJ. La biomecánica y la tecnología aplicadas al calzado deportivo. 2012. 35-39 p.
78. Cheung RTH, Wong MYM, Ng GYF. Effects of motion control footwear on running: A systematic review. *J Sports Sci*. 2011;29(12):1311–9.
79. Nigg B, Baltich J, Hoerzer S, Enders H. Running shoes and running injuries: mythbusting and a proposal for two new paradigms: “preferred movement path” and “comfort filter.” *Br J Sports Med* [Internet]. 2015 Oct;49(20):1290–4. Available from: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2015-095054> (Última Visita 20-Mayo-2017)
80. Gojanovic B. Foot pronation is not associated with increased injury risk in novice runners wearing a neutral shoe: A 1-year prospective cohort study. *Schweizerische Zeitschrift fur Sport und Sport*. 2013;61(4):52–3.
81. Knapik JJ, Trone DW, Swedler DI, Villasenor A, Bullock SH, Schmied E, et al. Injury reduction effectiveness of assigning running shoes based on plantar shape in Marine Corps basic training. *Am J Sports Med* [Internet]. 2010;38(9):1759–67. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20576837> (Última Visita 20-Mayo-2017)
82. Knapik JJ, Trone DW, Tchandja J, Jones BH. Injury-reduction effectiveness of prescribing running shoes on the basis of foot arch height: summary of military investigations. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. 2014;44(10):805–12. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25155917> (Última Visita 20-Mayo-2017)
83. Malisoux L, Ramesh J, Mann R, Seil R, Urhausen A, Theisen D. Can parallel use of different running shoes decrease running-related injury risk? *Scand J Med Sci Sport*. 2015;25(1):110–5.

84. Ryan MB, Valiant G a, McDonald K, Taunton JE. The effect of three different levels of footwear stability on pain outcomes in women runners: a randomised control trial. *Br J Sports Med*. 2011;45(9):715–21.
85. Richards CE, Magin PJ, Callister R, Richards C. Is your prescription of distance running shoes evidence-based? *BJSM* [Internet]. 2009;43:159–62. Available from: <http://forum.clinicalathlete.com/t/y7xzlj/october-15-webinar-proper-footwear-for-the-running-athlete-an-evidence-based-approach>
86. Theisen D, Malisoux L, Genin J, Delattre N, Seil R, Urhausen A. Influence of midsole hardness of standard cushioned shoes on running-related injury risk. *Br J Sports Med*. 2014;48(5):371–6.
87. Pierrynowski M, Trial C. Chapter 3 – Biomechanics , Muscle Strength and Training / 69 Background .— High injury rates observed in athletes with cavus feet are thought to be associated with elevated plantar pressure loading . Neutral- cushioned running shoes are often recommended. In p. 69–70.
88. Kerrigan DC, Franz JR, Keenan GS, Dicharry J, Della Croce U, Wilder RP. The Effect of Running Shoes on Lower Extremity Joint Torques. *PM R* [Internet]. 2009;1(12):1058–63. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmrj.2009.09.011> (Última Visita 20-Mayo-2017)
89. Shih Y-F, Wen Y-K, Chen W-Y. Application of wedged foot orthosis effectively reduces pain in runners with pronated foot: a randomized clinical study. *Clin Rehabil*. 2011;25:913–23.
90. Malisoux L, Chambon N, Delattre N, Gueguen N, Urhausen A, Theisen D. Injury risk in runners using standard or motion control shoes: a randomised controlled trial with participant and assessor blinding. *Br J Sports Med* [Internet]. 2016;50(8):481–7. Available from: <http://bjsm.bmj.com/content/50/8/481.abstract> (Última Visita 20-Mayo-2017)

91. Dinato RC, Ribeiro AP, Butugan MK, Pereira ILR, Onodera AN, Sacco ICN. Biomechanical variables and perception of comfort in running shoes with different cushioning technologies. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2015;18(1):93–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2013.12.003> (Última Visita 20-Mayo-2017)
92. Clinghan R, Arnold GP, Drew TS, Cochrane L a, Abboud RJ. Do you get value for money when you buy an expensive pair of running shoes? *Br J Sports Med*. 2008;42(3):189–93.
93. Yamato TP, Saragiotto BT, Lopes AD. A Consensus Definition of Running-Related Injury in Recreational Runners: A Modified Delphi Approach. *J Orthop Sport Phys Ther* [Internet]. 2015;45(5):375–80. Available from: <http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2015.5741> (Última Visita 20-Mayo-2017)
94. Tiê Parma Yamato, PT, MSc1,2,3, Bruno Tirotti Saragiotto, PT, MSc1,2,3, Luiz Carlos Hespanhol Junior, PT, MSc1,2,4, Simon S. Yeung, PhD5, Alexandre Dias Lopes, PT, PhD1 2. Definitions Used To Define A Running-Related Musculoskeletal Injury: A Systematic Review. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2009;5030.
95. Kluitenberg B, van Middelkoop M, Verhagen E, Hartgens F, Huisstede B, Diercks R, et al. The impact of injury definition on injury surveillance in novice runners. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2016;19(6):470–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2015.07.003> (ÚltimaVisita20-5-2017)
96. Bovens AM, Janssen GM, Vermeer HG, Hoeberigs JH, Janssen MP, Verstappen FT. Occurrence of running injuries in adults following a supervised training program. *Int J Sports Med* [Internet]. 1989;10 Suppl 3:S186–90. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2599739> (Última Visita 20-Mayo-2017)

97. Jakobsen BW, Króner K, Schmidt SA, Kjeldsen A. Prevention of injuries in long-distance runners. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 1994;2(4):245–9.
98. Bredeweg SW, Zijlstra S, Buist I. The GRONORUN 2 study: effectiveness of a preconditioning program on preventing running related injuries in novice runners. The design of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* [Internet]. 2010;11:196. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2936887/pdf/1471-2474-11-196.pdf> (Última Visita 20-Mayo-2017)
99. Buist I, Bredeweg SW, Bessem B, van Mechelen W, Lemmink K a PM, Diercks RL. Incidence and risk factors of running-related injuries during preparation for a 4-mile recreational running event. *Br J Sports Med.* 2010;44(8):598–604.
100. Buist I, Bredeweg SW, Lemmink KAPM, Pepping J, Zwerver J, Mechelen W Van, et al. No Effect of a Graded Training Program on the Number of Running-Related Injuries A Randomized Controlled Trial. *Am J Sport Med.* 2008;36(2):33–9.
101. van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC, Voorn WJ, de Jongh HR. Prevention of running injuries by warm-up, cool-down, and stretching exercises. *Am J Sport Med* [Internet]. 1993;21(5):711–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8238713> (Última Visita 20-Mayo-2017)
102. Van Der Worp MP, Ten Haaf DSM, Van Cingel R, De Wijer A, Nijhuis-Van Der Sanden MWG, Bart Staal J. Injuries in runners; a systematic review on risk factors and sex differences. Zadpoor AA, editor. *PLoS One* [Internet]. 2015 Feb 23;10(2):e0114937. Available from: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0114937> (Última Visita 20-Mayo-2017)

103. Verhagen E. Prevention of running-related injuries in novice runners: are we running on empty? *Br J Sports Med* [Internet]. 2012;46(12):836–7. Available from: [10.1136/bjsports-2012-091505](http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2012-091505) <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=101750694&site=eds-live&authtype=uid> (Última Visita 20-Mayo-2017)
104. Hespanhol Junior LC, Huisstede BMA, Smits DW, Kluitenberg B, van der Worp H, van Middelkoop M, et al. The NLstart2run study: Economic burden of running-related injuries in novice runners participating in a novice running program. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2015; Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2015.12.004> (Última Visita 20-Mayo-2017)
105. Saragiotto BT, Yamato TP, Lopes AD. What do recreational runners think about risk factors for running injuries? A descriptive study of their beliefs and opinions. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. 2014;44(10):733–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25155860> (Última Visita 20-Mayo-2017)
106. Van Gent RN, Siem D, Van Middelloop M, Van Os AG, Bierma-Zeinstra SMA, Koes BW. Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: A systematic review. *Sport en Geneeskd.* 2007;40(4):16–29.
107. Kluitenberg B, Van Middelkoop M, Smits DW, Verhagen E, Hartgens F, Diercks R, et al. The NLstart2run study: Incidence and risk factors of running-related injuries in novice runners. *J Med Sci Sport.* 2014;25:515–23.
108. Reinking MF. Exercise-related leg pain in female collegiate athletes: the influence of intrinsic and extrinsic factors. *Am J Sport Med.* 2006;34(9):1500–7.
109. Malisoux L, Nielsen RO, Urhausen A, Theisen D. A step towards understanding the mechanisms of running-related injuries. *J Sci Med Sport*

- [Internet]. 2015;18(5):523–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2014.07.014> (Última Visita 20-Mayo-2017)
110. Hespanhol Junior LC, Pena Costa LO, Lopes AD. Previous injuries and some training characteristics predict running-related injuries in recreational runners: a prospective cohort study. *J Physiother* [Internet]. 2013 Dec;59(4):263–9. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1836955313702030> (Última Visita 20-Mayo-2017)
111. Buist I, Bredeweg SW, Lemmink KAPM, van Mechelen W, Diercks RL. Predictors of Running-Related Injuries in Novice Runners Enrolled in a Systematic Training Program: A Prospective Cohort Study. *Am J Sports Med* [Internet]. 2010;38(2):273–80. Available from: <http://journal.ajsm.org/cgi/doi/10.1177/0363546509347985%5Cnhttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19966104> (Última Visita 20-Mayo-2017)
112. Nielsen RO, Buist I, Parner ET, Nohr E a., Sorensen H, Lind M, et al. Predictors of Running-Related Injuries Among 930 Novice Runners: A 1-Year Prospective Follow-up Study. *Orthop J Sport Med* [Internet]. 2013;1(1):1–7. Available from: <http://ojs.sagepub.com/lookup/doi/10.1177/2325967113487316> (Última Visita 20-Mayo-2017)
113. Gijon-Nogueron G, Fernandez-Villarejo M. Risk Factors and Protective Factors for Lower-Extremity Running Injuries A Systematic Review. *J Am Podiatr Med Assoc* [Internet]. 2015;105(6):532–40. Available from: [http://www.safetylit.org/citations/index.php?fuseaction=citations.viewdetails&citationIds\[\]=citjournalarticle_506378_11](http://www.safetylit.org/citations/index.php?fuseaction=citations.viewdetails&citationIds[]=citjournalarticle_506378_11) (Última Visita 20-Mayo-2017)
114. Kluitenberg B, van der Worp H, Huisstede BMA, Hartgens F, Diercks R, Verhagen E, et al. The NLstart2run study: Training-related factors associated with running-related injuries in novice runners. *J Sci Med Sport*

- [Internet]. 2016;19(8):642–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2015.09.006> (Última Visita 20-Mayo-2017)
115. Oestergaard Nielsen R, Buist I, Sørensen H, Lind M, Rasmussen S. Training Errors and Running Related Injuries: a Systematic Review. *Int J Sports Phys Ther.* 2012;7(1):58–75.
116. Gallant JL, Pierrynowski MR. A theoretical perspective on running-related injuries. *J Am Podiatr Med Assoc* [Internet]. 2014;104(2):211–20. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24725045> (Última Visita 20-Mayo-2017)
117. Hespanhol Junior LC, Costa LOP, Carvalho AC a., Lopes AD. A description of training characteristics and its association with previous musculoskeletal injuries in recreational runners: a cross-sectional study. *Rev Bras Fisioter.* 2012;16(ahead):46–53.
118. Pasquina PF, Griffin SC, Anderson-Barnes VC, Tsao JW, O'Connor FG. Analysis of injuries from the Army Ten Miler: A 6-year retrospective review. *Mil Med* [Internet]. 2013;178(1):55–60. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23356120> (Última Visita 20-Mayo-2017)
119. Chang WL, Shih YF, Chen WY. Running injuries and associated factors in participants of ING Taipei Marathon. *Phys Ther Sport* [Internet]. 2012;13(3):170–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ptsp.2011.08.001> (Última Visita 20-Mayo-2017)
120. Pérez IA, Gazpio FG, Pedrós GM. Relación entre la incidencia de lesiones en el corredor popular y la fisioterapia. *Fisioter y Divulg.* 2015;3(2):16–29.

121. Baltich J, Emery CA, Whittaker JL, Nigg BM. Running injuries in novice runners enrolled in different training interventions: a pilot randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. 2016;1–12. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/sms.12743> (Última Visita 20-Mayo-2017)
122. Nielsen RØ, Parner ET, Nohr EA, Sørensen H, Lind M, Rasmussen S. Excessive progression in weekly running distance and risk of running-related injuries: an association which varies according to type of injury. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. 2014;44(10):739–47. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25155475> (Última Visita 20-Mayo-2017)
123. Nielsen RO, Rønnow L, Rasmussen S, Lind M. A prospective study on time to recovery in 254 injured novice runners. *PLoS One*. 2014;9(6).
124. van Poppel D, Scholten-Peeters GGM, van Middelkoop M, Verhagen a P. Prevalence, incidence and course of lower extremity injuries in runners during a 12-month follow-up period. *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. 2013;1–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23957385> (Última Visita 20-Mayo-2017)
125. Lopes AD, Hespanhol LC, Yeung SS, Pena Costa LO. What are the Main Running Related Musculoskeletal Injuries. *Sport Med*. 2012;42(10):892–905.
126. Barr KP, Harrast MA. Evidence-based treatment of foot and ankle injuries in runners. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2005;16(3):779–99.
127. Ramskov D, Jensen ML, Obling K, Nielsen RO, Parner ET, Rasmussen S. No association between q-angle and foot posture with running-related injuries: a 10 week prospective follow-up study. *Int J Sports Phys Ther* [Internet]. 2013;8(4):407–15. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24175127> <http://www.pubmedce>

ntral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC3812840 (Última Visita 20-Mayo-2017)

128. Escamilla-Martínez E, Martínez-Nova A, Gómez-Martín B, Sánchez-Rodríguez R, Fernández-Seguín LM. The effect of moderate running on foot posture index and plantar pressure distribution in male recreational runners. *J Am Podiatr Med Assoc* [Internet]. 2013;103(2):121–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23536502> (Última Visita 20-Mayo-2017)
129. Williams DS, McClay IS, Hamill J. Arch structure and injury patterns in runners. *Clin Biomech*. 2001;16(4):341–7.
130. Tong JWK, Kong PW. Association Between Foot Type and Lower Extremity Injuries: Systematic Literature Review With Meta-analysis. *J Orthop Sport Phys Ther* [Internet]. 2013;43(10):700-A8. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cin20&AN=104142117&site=ehost-live> (Última Visita 20-Mayo-2017)
131. Ryan M, Grau S, Krauss I, Maiwald C, Taunton J, Horstmann T. Kinematic analysis of runners with achilles mid-portion tendinopathy. *Foot ankle Int / Am Orthop Foot Ankle Soc [and] Swiss Foot Ankle Soc*. 2009;30(12):1190–5.
132. Yates B, White S. The Incidence and Risk Factors in the Development of Medial Tibial Stress Syndrome Among Naval Recruits. *Am J Sports Med* [Internet]. 2004;32:772–80. Available from: <http://ajs.sagepub.com/content/32/3/772.abstract> (Última Visita 20-Mayo-2017)
133. Tweed JL, Campbell JA, Avil SJ. Biomechanical risk factors in the development of medial tibial stress syndrome in distance runners. *J Am Podiatr Med Assoc* [Internet]. 2008;98(6):436–44. Available from:

- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19017851> (Última Visita 20-Mayo-2017)
134. Thijs Y, Van Tiggelen D, Roosen P, De Clercq D, Witvrouw E. A prospective study on gait-related intrinsic risk factors for patellofemoral pain. *Clin J Sport Med*. 2007;17(6):437–45.
135. Neal BS, Griffiths IB, Dowling GJ, Murley GS, Munteanu SE, Franettovich Smith MM, et al. Foot posture as a risk factor for lower limb overuse injury: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res* [Internet]. 2014;7(1):1–13. Available from: <http://jfootankleres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13047-014-0055-4> <http://www.jfootankleres.com/content/7/1/55> (Última Visita 20-Mayo-2017)
136. Aderem J, Louw QA. Biomechanical risk factors associated with iliotibial band syndrome in runners: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord* [Internet]. 2015;16:356. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4647699&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> (Última Visita 20-Mayo-2017)
137. Noticias.juridicas.com (Internet) Boletín Oficial del Estado. Ley Orgánica 15 / 1999 , de 13 de diciembre , de Protección de Datos de Carácter Personal . Boletín Of del Estado. 2011;289:1–21. Disponible en: http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/lo15-1999.html (Última visita 27-Mayo-2017)
138. Hesar NGZ, Van Ginckel A, Cools A, Peersman W, Roosen P, De Clercq D, et al. A prospective study on gait-related intrinsic risk factors for lower leg overuse injuries. *Br J Sports Med* [Internet]. 2009;43(13):1057–61. Available from: <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjsem.2008.055723> (Última Visita 20-Mayo-2017)

139. Tweed JL, Campbell JA, Avil SJ. Biomechanical risk factors in the development of medial tibial stress syndrome in distance runners. *J Am Pod Med Assoc.* 2008;98(6):436–44.
140. Kevin. A. Kirby. *Biomechanica Del Pie Y La Extremidad Inferior.* *J Chem Inf Model.* 2013;53(9):1689–99.



10. ANEXOS



Anexo 1: Hoja de recogida de datos

Anexo 2: Modelo de consentimiento informado

Anexo 3: Aprobación comité ético

Anexo 4: Manual de uso del FPI





HOJA DE RECOGIDA DE DATOS

“RIESGO DE LESIÓN EN CORREDORES AMATEURS SEGÚN LA MORFOLOGÍA DE SU PIE MEDIDA MEDIANTE EL FOOT POSTURE INDEX”

Datos del sujeto

Edad 30 a 50 años

Sexo Hombre o mujer

Altura Altura en cm.

Peso Peso en kg

Centro de estudio Alicante, Benidorm o Villena

Pie Izquierdo o derecho

Casco o control Caso o control

Foot Posture Index -12 a +12

Datos de la práctica del running

Estructura lesionada Estructura lesionada o patología donde el paciente presenta dolor (Tibial posterior, tibial anterior, tendón de Aquiles, fascia plantar, metatarsalgia, gemelo y sóleo...)

Días de lesión Días de lesión en número

Tiempo que lleva corriendo En meses

Tiempo medio de salida En minutos

Superficie predominante Asfalto, tierra o ambos

Ritmo medio En minutos el kilómetro

Número de días de carrera a la semana 2 o 3

Nº km a la semana Número de kilómetros

Tipo de carrera <10km o 10km a <22km o >22km

Nº carreras populares al año Nº carreras realizadas

Precio zapatilla Precio zapatilla en €

Utilización de más de un par de zapatillas Sí o no

Título: “Evaluar el riesgo de lesión en corredores amateurs según la morfología de su pie medida mediante el Foot Posture Index”

Hoja de información a los participantes: (Hoja 1)

La participación en el estudio no supone ningún riesgo para Vd., y el beneficio obtenido será para el mejor conocimiento de las lesiones ocasionadas en corredores que se inician en la actividad del running y poder relacionarlas con el Foot Posture Index de su pie.

1. Identificación, descripción y objetivos del procedimiento.

- El objetivo general de este estudio es el conocimiento de las lesiones musculoesqueléticas de miembro inferior ocasionadas en corredores amateurs según el Foot Posture Index de su pie que acuden a la consulta privada de podología y biomecánica con sede central en Centro de Fisioterapia Francisco Lledó en Alicante, y subseces en Benidorm y Villena. Como objetivo secundario se encuentra relacionar estas lesiones con distintas variables como pueden ser: superficie, nºkm entrenamiento, gama de la zapatilla...
- Para ello un podólogo especializado en biomecánica le realizará una anamnesis al paciente relacionada con la práctica del running, le realizará un estudio biomecánico de su pisada y determinará en el mismo, el Foot Posture Index de su pie mediante una hoja de recogida de datos donde se marca la puntuación de cada uno de los 6 ítems a estudiar por esta escala validada.
- El Foot posture Index no supone ningún perjuicio para Vd., ya que se trata de 6 ítems a observar y palpar en el pie (palpación cabeza astrágalo, congruencia arco interno, abducción/aducción antepié con respecto al retropié...) y asignar a cada uno de ellos una puntuación desde -2 a +2 para obtener una puntuación final del pie desde -12 a +12.

Los resultados derivados de dicho estudio podrán ser incluidos en trabajos de investigación, desarrollo de guías de práctica clínica, programas de prevención de la salud, programas de iniciación a la práctica deportiva.

Su participación en el estudio es voluntaria, si decide no participar tenga certeza que no se va a modificar su relación con el personal sanitario.

Los datos serán revisados exclusivamente por el equipo investigador y serán utilizados exclusivamente para obtener conclusiones científicas. En el estudio no habrá ningún dato que le identifique a Vd., y todos los resultados estarán protegidos por la Ley 15/99 de Protección de Datos de Carácter Personal. El estudio se llevará a cabo según la normativa ética (Declaración de Helsinki actualizada y normas de buena práctica clínica)

El estudio se presentará a revisión por el Comité Ético de Investigación de la Universidad Miguel Hernández de Elche

Se entregará copia de esta información (hoja 1) y del consentimiento (hoja 2) firmado y fechado.

Consentimiento informado (HOJA 2)

Título del estudio: **“Evaluar el riesgo de lesión en corredores amateurs según la morfología de su pie medida mediante el Foot Posture Index”**

Yo, D^o.....

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He sido informado por D. Aitor Pérez Morcillo, podólogo e investigador de campo del estudio, sobre el proyecto y su finalidad, así como de los posibles riesgos de mi participación en el mismo.

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

1º Cuando quiera.

2º Sin tener que dar explicaciones.

3º Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

Y **SI () NO ()** solicito que se me informe a mí del resultado de las pruebas.

Fecha

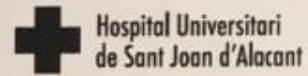
Firma del paciente

Fecha

Firma del investigador de Campo

Si usted desea cualquier información adicional además de la que se le ha facilitado en el momento de firmar este consentimiento puede obtenerla del Investigador principal (IP) D^a M.^a Concepción Carratalá Munuera que es profesora de la Universidad Miguel Hernández, del Departamento de Medicina Clínica , Campus de San Juan teléf. 965919309





**COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO
SAN JUAN DE ALICANTE**

D. DOMINGO OROZCO BELTRÁN, Secretario del Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitario San Juan de Alicante,

CERTIFICA

Que este Comité, en su reunión de fecha 28 de Febrero de 2017, ha evaluado la propuesta del investigador, **D. Aitor Pérez Morcillo** del Centro de Fisioterapia Francisco Lledó, para que sea realizado el proyecto de investigación titulado **“RIESGO DE LESIÓN EN CORREDORES AMATEURS SEGÚN LA MORFOLOGÍA DE SU PIE MEDIDA MEDIANTE EL FOOT POSTURE INDEX”**, Código de Comité: **17/303 Tut**.

y que considera que:

- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio.
- La capacidad del investigador y los medios disponibles son apropiados para llevar a cabo el estudio.
- Son adecuados los procedimientos para obtener el consentimiento informado.
- El tratamiento de la información del estudio se realizará conforme a la legislación vigente de protección y confidencialidad de los datos en relación a los métodos, riesgos y tratamiento de los mismos tal y como se contempla en la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos.

y que este Comité da su aprobación a dicho estudio para que sea realizado por el investigador, **D. Aitor Pérez Morcillo** en el Centro de Fisioterapia Francisco Lledó de Alicante, Benidorm y Villena.

Lo que firmo en San Juan, a 01 de Marzo de 2017

SECRETARIO DEL CEIC



Fdo: Domingo Orozco Beltrán

Índice Postura del Pie. Manual y Guía de Usuario

Foot Posture Index. User guide and manual

INDICE POSTURA PIE[®]
(FOOT POSTURE INDEX)

*Fácil cuantificación de la
postura del pie en estática*

**Versión de seis criterios
IPP-6**

GUIA DE USUARIO Y MANUAL

AUGUST 2005

© Anthony Redmond 1998
All rights reserved,
May not be copied without permission
www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/FPI/

1

*Traducido con permiso del autor por: Pascual R, García J, López P.
Profesores Diplomatura en Podología, Universidad Miguel Hernández, Elche*

Agradecimientos

El FPI (*Foot Posture Index*. IPP Índice de Postura del Pie) ha sido desarrollado con fondos de la *Asociación CMT de EEUU, Colegio de Podólogos de Australia y la cuenta de Investigación y Desarrollo de NSW de Podiatría Australiana*.

Mis sinceros agradecimientos a las siguientes instituciones y personas por su ayuda en el desarrollo y en el proceso de validación del IPP:

<i>Universidad de Sydney, Australia</i>	<i>Prof Robert Ouvrier</i>
<i>Universidad del Este de Sydney, Australia</i>	<i>Dr Jack Crosbie</i>
<i>Universidad del Sur de Australia</i>	<i>Dr Jennifer Peat</i>
<i>Universidad de Huddersfield, UK</i>	<i>Dr Josua Burns</i>
<i>Universidad de Leeds, UK</i>	<i>Rolf Scharfbilling</i>
<i>Hospital Infantil Royal Alexandra, Sydney</i>	<i>Angela Evans</i>
	<i>Alex Cooper</i>
	<i>Anne-Maree Keenan</i>
	<i>Dr Jim Woodburn</i>

Al profesorado y estudiantes de la Universidad del Este de Sydney. Escuela de Ciencias de la Salud

Al resto de los clínicos de las diferentes disciplinas que han contribuido con su tiempo, sugerencias y experiencia en el desarrollo del IPP hasta la actualidad.

Información sobre el autor.

El Dr Anthony Redmon pertenece al Asociación de Investigación en Artritis de la Unidad de Enfermedades Musculoqueléticas de la Universidad de Leeds. Ha trabajado en clínica podológica privada principalmente en el estudio e investigación en la marcha humana. El IPP se concibió como respuesta a los problemas clínicos observados en dinámica y las variables en la postura del pie respecto a la clínica. El trabajo se inició en 1996, se han manejado varios criterios desde el inicio pero solo esta versión de seis criterios se completo y se validó satisfactoriamente.

La validación del proceso se describe de forma completa en:

Redmon AC. Foot Posture in Neuromuscular Disease. (PhD Thesis) University of Sydney, 2004.
Redmon AC, Crosbie J, Ouvrier RA. Development and validation of a novel rating system for scoring foot posture: the Foot Posture Index. Clinical Biomechanics (en prensa).

IPP Manual y Hoja de recogida de datos.

El concepto del IPP y la hoja de recogida de datos es de dominio público. La hoja de recogida de datos puede ser interpretada de forma libre ya sea con un propósito investigador, clínico o docente, aunque no debe ser alterada o modificada sin permiso del autor. Todos los derechos quedan reservados tanto para el manual como para la guía de usuario y no debe ser copiada o redistribuida sin permiso del presente autor.

Redmon AC. Foot Posture in Neuromuscular Disease (PhD Thesis) University of Sydney, 2004.
Payne, Oates M, Noakes H. Static stance response to different types of foot orthoses. *J Am Pod Med Assoc* 2003; 93(6):492-8.
Evans AM, Cooper AW, Scharfbilling RW, Scutter SD, Williams MT. The reabilitu of the foot posture index and traditional measures of foot position. *J Am Pod Med Assoc* 2003; 93:203-213.
Yates B, White S. The incidence and risk factors in the development of medial tibial stress síndrome among naval recruits. *Am J Sports Med* 2004;32(3):772-778.

Traducido con permiso del autor por: Pascual R, García J, López P.
Profesores Diplomatura en Podología. Universidad Miguel Hernández. Elche

Introducción

El Foot Posture Index (FPI) o Índice de Postura del Pie (IPP) es una herramienta clínica diagnóstica, cuya finalidad es cuantificar el grado de posición neutra, pronada o supinada del pie.

El objetivo inicial era realizar un método simple de puntuación de varios factores de la postura del pie por medio de un resultado simple y cuantificable. El Índice de Postura del Pie se valora en carga de acuerdo a los criterios predefinidos, que se desarrollarán a continuación. El IPP se elaboró inicialmente con ocho criterios, los cuales durante el proceso de validación fueron redefinidos a la versión de seis criterios que se detalla en el siguiente artículo.

Todas las valoraciones se han realizado con el paciente en bipedestación en posición relajada con la base de sustentación y el ángulo de progresión en estática y apoyo bipodal. Esta postura en bipedestación se asemeja a la posición aproximada a la que el pie funciona durante el ciclo de la marcha.

Desarrollo del IPP.

El IPP se desarrolló a partir de una búsqueda o revisión de la literatura clínica sobre más de 140 artículos. A partir de estos 140 artículos se identificaron 36 mediciones clínicas. Para identificar los criterios más apropiados para el IPP se siguieron los siguientes condicionantes:

1. La medición debe ser fácil de realizar.
2. Buena relación tiempo eficacia.
3. Las mediciones no deben depender del coste tecnológico.
4. Los resultados de la medición deben ser de simples.
5. Valoración de cada campo por medio de un número.

Además hay que considerar esencial la combinación de las mediciones seleccionadas; entre ellas, midiendo la posición del pie en los tres planos del cuerpo para conseguir información del retropié, mediopié y antepié.

Ocho mediciones o criterios se incorporaron al campo de trabajo del IPP y finalmente se redefinieron en seis criterios o mediciones tras los estudios de validez de cada uno de ellos.

Puntuación del IPP

El método de puntuación de los criterios del IPP se realizó por medio de la observación y experiencias de los profesionales. Todas las observaciones o valoraciones similares a neutras se graduaron como cero, mientras que las posturas en pronación se graduaron en valores positivos y las supinadas en negativo.

Criterios de valoración del IPP

Cuando se combinan los valores el resultado de la suma proporciona un índice de la postura global del pie. Un valor alto en positivo indica la postura pronada del pie, al contrario, un resultado significativamente negativo indica una posición global en supinación, mientras que el pie neutro tendrá un valor del IPP cercano a cero. Aunque las mediciones se hacen en apoyo bipodal cada criterio debe ser valorado de forma independiente.

Los seis criterios clínicos empleados en el IPP son:

1. Palpación de la cabeza del astrágalo.
2. Curvatura supra e inframaleolar lateral.
3. Posición del calcáneo en el plano frontal.
4. Prominencia de la región talo navicular.
5. Congruencia del arco longitudinal interno.
6. Abducción \ aducción del antepié respecto al retropié.

Aplicación de los criterios específicos

La explicación completa de cada uno de los criterios del IPP se desarrolla en el siguiente apéndice con sus posibles resultados. Cada uno de los criterios debe ser graduado de forma ordinal simple, como 0 el neutro, con una valoración mínima de -2 con claros signos de supinación y un +2 con claro signos de pronación. Aunque los criterios se encuentran bien delimitados en el caso de existir dudas a la hora de valorar algún criterio siempre debe graduarse de la forma más conservadora. Hay que hacer énfasis en que la graduación debe realizarse sobre la base del criterio de baja puntuación. Las variaciones resultantes basadas en el "punto de vista" clínico o la experiencia no deben aceptarse por error inter observador.

Preparación paciente

El paciente debe estar de pie relajado con apoyo bipodal. Además debe ser instruido para permanecer de pie con sus brazos a cada lado y mirando al frente. Puede ser de ayuda pedir al paciente que realice pasos sobre el mismo antes de posicionarse en la posición inicial del estudio. Durante la medición es importante estar seguro que el paciente no se incline o mueva para ver lo que se le está realizando, ya que esto modifica sensiblemente los resultados de la postura del pie. El paciente necesitará permanecer de pie aproximadamente durante dos minutos en total. El explorador necesita ser capaz de moverse alrededor del paciente durante las mediciones y es necesario un acceso total a la cara posterior de la pierna y del pie.

1.- Palpación cabeza astrágalo

Nota clínica: Con esta maniobra no se intenta determinar la denominada posición subastragalina neutra. Para la medición del IPP la articulación subastragalina no es manipulada en la posición de máxima congruencia del astrágalo con el calcáneo. Para el IPP la medición de la cabeza del astrágalo es una simple palpación en la posición relajada en carga y se detalla la orientación de la cabeza del astrágalo. A veces puede ser necesario mover el pie en inversión\ eversión mientras se palpa la cabeza del astrágalo para determinar la posición exacta de la cabeza del astrágalo en casos de pacientes con valores entre +1\2 y -1\2.

Este es el único criterio que necesita más de la palpación que de la observación. La cabeza del astrágalo se palpa en la cara medial y lateral a nivel anterior del tobillo, de acuerdo al método estándar descrito por varios autores como Root y Elveru. La graduación debe ser realizada por la observación de la posición como se desarrolla a continuación:

La imagen muestra la posición de los dedos cuando palpan la cabeza del astrágalo. Los círculos indican el punto preciso de palpación a nivel medial y lateral



Puntuación	-2	-1	0	+1	+2
	Cabeza del astrágalo palpable en la cara lateral pero no en la cara medial	Cabeza del astrágalo palpable en la cara lateral y ligeramente en la cara medial	Cabeza del astrágalo palpable en la cara medial y lateral	Cabeza del astrágalo ligeramente palpable en la cara lateral y palpable en la cara medial	Cabeza del astrágalo no palpable en la cara lateral pero si palpable en la cara medial

2. Curvatura Supra e infra maleolar cara lateral

En un pie neutro se ha sugerido que las curvaturas deben ser aproximadamente similares. En un pie pronado la curvatura bajo el maléolo externo será más acusada que la superior debido a la abducción del pie y eversión calcánea. Lo contrario ocurre en un pie supinado.

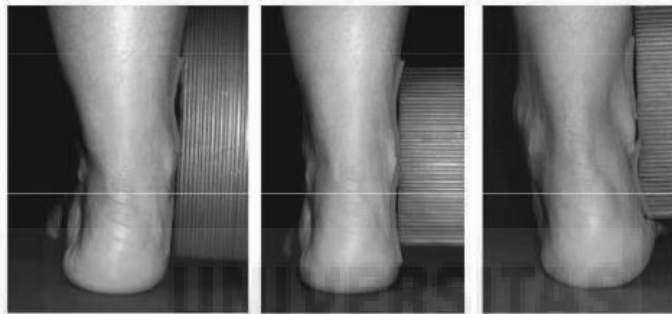
Nota clínica 1: Para estimar la curvatura maleolar puede ayudar el uso de una regla como referencia.

Nota clínica 2: Cuando existe edema u obesidad enmascara la curvatura y esta medición debe ser evaluada como cero o no tenerla en cuenta sobre el resultado final

Supinated (-2)

Neutral (0)

Pronated (+2)



Puntuación	-2	-1	0	+1	+2
	Curva debajo del maléolo más recta o convexa	Curva debajo del maléolo cóncava pero más plana aunque más que la curva superior	Ambas supra e infra curvatura maleolar iguales	Curva debajo del maléolo más cóncava que la supra	Curva infra maleolar marcada más cóncava que la curva supra

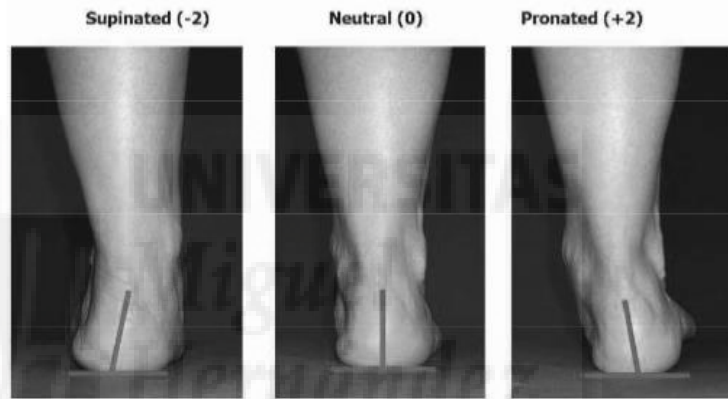
Traducido con permiso del autor por: Pascual R, García J, López P. Profesores Diplomatura en Podología. Universidad Miguel Hernández. Elche

3. Posición del calcáneo plano frontal

(Inversión / Eversión del Calcáneo)

Este criterio se realiza por medio de la observación y es equivalente a las mediciones que normalmente se realizan para cuantificar la posición neutra y relajada del calcáneo en apoyo. Con el paciente en bipedestación en posición relajada de espaldas, observamos la cara posterior el calcáneo y se visualiza con el explorador perpendicular al eje del pie.

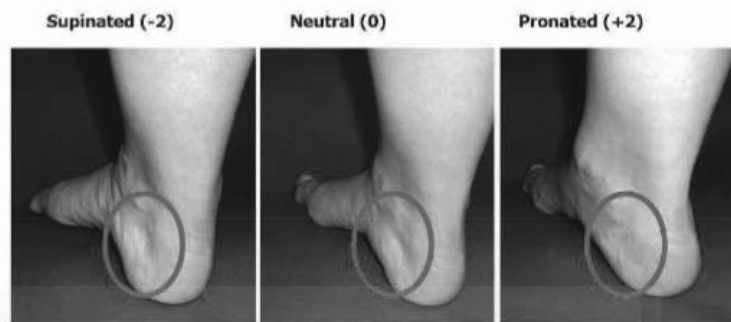
La medición del ángulo respecto al suelo no es necesaria para el IPP, la postura del pie se gradúa según la visualización del calcáneo en el plano frontal.



Puntuación	-2	-1	0	+1	+2
	Más de 5 grados de estimación de inversión o varo	Entre la vertical y los 5 grados de estimación de inversión o varo	Vertical	Entre la vertical y los 5 grados de estimación de eversión o valgo	Más de 5 grados de estimación de eversión o valgo

4. Prominencia de articulación astrágalo escafoidea (AAE).

En un pie neutro el área del pie equivalente a la articulación astrágalo escafoidea (AAE) es plana. La AAE se convierte más prominente si la cabeza del astrágalo se aduce y el retropié se evierte. El abultamiento de esta zona se asocia por lo tanto a un pie pronado. En un pie supinado el área del pie está hundida.



Puntuación	-2	-1	0	+1	+2
	Área de la AAE marcada mente cóncava	Área de la AAE ligeramente pero poco definido de forma cóncava	Área de la ATN plana	Área de la AAE ligeramente abultada	Área de la AAE marcada mente convexa o abultada

Nota Clínica: El abultamiento del área astrágalo escafoidea es un dato que se observa en un pie pronado. Aunque la verdadera concavidad del área solo se observa en pies altamente supinados. Aunque exista una identificación en valores negativos debe ser observable de forma clara.

5. Altura y congruencia del arco longitudinal interno

Mientras la altura del arco es un gran indicador de la función de pie, la forma del arco puede ser igual de importante. En un pie neutro la curvatura del arco interno debe ser relativamente uniforme, similar al segmento de una semicircunferencia. Cuando un pie se supina la curvatura del arco longitudinal interno se vuelve más aguda a nivel posterior (calcáneo) y al final del arco (primer radio). En pies excesivamente pronados el arco interno se aplanar a nivel central y las articulaciones mediotarsales y Lisfranc se abren.

Neutral (0)



La observación debe realizarse a la vez la altura del arco y la congruencia.

Supinated foot (-2)



Pronated foot (+2)



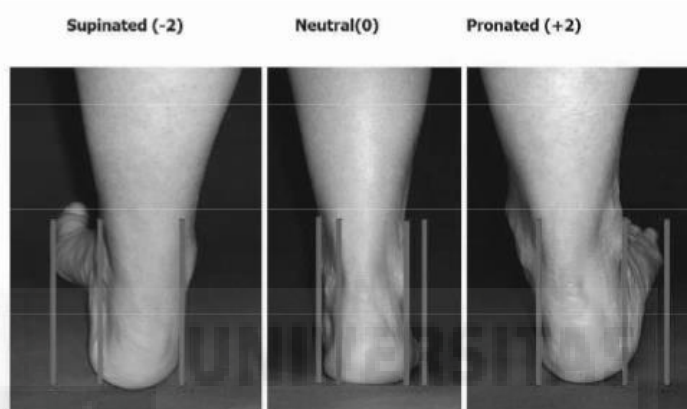
Nota Clínica: Mientras que la altura del arco longitudinal interno se valora de forma simple, la congruencia del arco es probablemente más sutil e informativa. Una observación cuidadosa de la congruencia del arco debe ser el principal elemento de esta medición, mientras que la altura será algo secundario.

Puntuación	-2	-1	0	+1	+2
	Arco alto y angulado hacia posterior	Arco moderadamente alto y ligeramente angulado hacia posterior	Altura del arco normal y curvatura concéntrica	Arco ligeramente disminuido con ligero aplanamiento de la porción central	Arco, severo aplanamiento y contacto con el suelo

**6. Abducción \
Aducción de
antepié
respecto al
retropié**

(Signo de
"muchos dedos"
"too many toes")

Cuando observamos el pie directamente desde atrás, en línea con el eje longitudinal del talón (no el eje del pie), en un pie neutro observaremos la misma porción del antepié a nivel medial y lateral. En un pie supinado el antepié estará aducido respecto al retropié dando lugar a mayor visibilidad en la cara medial. Al revés, la pronación cursa con abducción del antepié dando lugar a un antepié más visible en la cara lateral.



Nota Clínica: Esta medición debe tratarse con precaución cuando existe una aducción fija del antepié respecto al retropié en descarga. Normalmente es posible ver los dedos por el observador modificando el ángulo de vista ligeramente. Si los dedos son enmascarados por otras estructuras las articulaciones metatarsofalángicas o las estructuras más proximales se pueden usar para servir de guía.

Puntuación	-2	-1	0	+1	+2
	Los dedos laterales no se visualizan. Visibilidad marcada de dedos mediales	Los dedos mediales más visibles que los laterales	Dedos mediales y laterales igual de visibles	Dedos laterales ligeramente más visibles que los mediales.	Dedos mediales no visibles. Dedos laterales claramente visibles.

**Puntuación
Total del IPP**

La puntuación final del IPP será un número entre -12 y +12.

En la mayoría de los casos existirá un patrón claro del valor y la interpretación clínica será fácil. Aunque en algunos pacientes la existencia de dominancia planar en uno de los tres planos del pie puede producir diferencias en la función del antepié y retropié y por lo tanto en el resultado de la valoración del IPP.

Los segmentos del pie y los planos corporales se miden por medio del IPP y se registran en la hoja de recogida de datos. Esto permite al IPP reflejar mayor información que las distintas técnicas existentes. Mientras que la interpretación necesita una valoración del profesional basada en el conocimiento de los clínicos en anatomía y función, la información ofrecida por el IPP permite una mejor y fácil interpretación.

Ejemplos.

Ejemplo 1. Predominancia planar anormal en un paciente con las mediciones del plano transversal y sagital permanecen neutros.



Palpación cabeza astrágalo	+1
Curvas maleolares	+1
Inversión\eversión calcánea	+1
Prominencia talonavicular	0
Congruencia arco interno	0
Abd\Aducción antepié	+1
TOTAL	+4

*Traducido con permiso del autor por: Pascual R, García J, López P.
Profesores Diplomatura en Podología. Universidad Miguel Hernández. Elche*

Ejemplo 2: Los factores del retropié pueden estar menos marcados en un paciente mientras el mediopié y antepié indica una gran inestabilidad de mediopié.



En ambos casos la interpretación clínica resulta de valorar el IPP en el contexto clínico. El profesional decidirá usar el IPP como resultado global como función general del pie por medio del valor total o puede preferir mantener la información de cada segmento o plano de forma disgregada del resto de los factores del IPP.

Palpación cabeza astrágalo	+1
Curvas maleolares	+1
Inversión\eversión calcánea	+1
Prominencia talonavicular	+2
Congruencia arco interno	+2
Abd\Aducción antepié	+1
TOTAL	+8

Conociendo el IPP

El IPP está diseñado para ser usado de forma simple y con criterios bien definidos y delimitados tanto en la valoración como en la puntuación. Aunque es mejor preciso desarrollar los ejercicios de medición de forma previa a la aplicación de los valores globales y en pacientes.

Recomendamos que al inicio se aplique al menos en 30 personas, realizando todas las mediciones en todos sus rangos antes de usar el IPP en la consulta clínica.

Validación del IPP

La validación del IPP se ha realizado en diversas etapas.

Validez del IPP.

La puntuación del IPP se comparó con el existente del Índice Valgo (IV). La valoración de los ocho componentes iniciales del IPP fueron realizados a 131 sujetos (91 hombres y 40 mujeres) con edades entre los 18 y los 65 años (media de 33.7 años) además de una pedigrafía en carga y estática.



Figura: Índice Valgo en fotopodograma

El modelo de IPP de 8 criterios presentaba una predicción del 59% respecto al IV (Cox ySnell $R^2 = 0.590$, $B = 0.551$, $p < 0.001$, $n = 131$)

El test de Cronbach de validez interna fue 0,834, indicando una alta validez. Los coeficientes individuales fueron > 0.65 para seis de los ocho componentes del IPP. Los componentes de la medición de la línea de Helbing (0,36) y la congruencia del borde lateral (0,20) fueron los que presentaron peor validez.

Los principales componentes del análisis fueron separados en dos factores. El primero incluía siete de los ocho componentes iniciales del IPP. Un segundo factor, explicando el 12% de la varianza, fue principalmente la función de la congruencia del borde lateral del pie; sugiriendo la evidente existencia de un subgrupo con variación en la posición del pie independiente al contorno lateral del pie.

Se usó en sistema electromagnético Fastrak® (EMT) de recogida de datos que reconstruía una imagen tridimensional del miembro inferior de la pierna derecha de 20 voluntarios en cada una de las tres posturas del pie (pronado, neutro y supinado). La valoración del IPP (sin el criterio de la congruencia del borde lateral) predijo entre el 60% y el 80% de la variación equivalente al EMT.



Reducción de los criterios.

Los criterios de Congruencia del borde lateral y de la Línea de Helbing no demostraron la adecuada validez y se retiraron del resultado final del IPP.

Validación del IPP.

Validación de IPP de 6 criterios.

Una vez que el IPP se redujo a seis criterios se volvió a realizar la validación. Los seis criterios fueron comparados con los resultados obtenidos en el EMT tanto en estática como en dinámica. El IPP de 6 criterios predijo el 64% de las variaciones de la posición del tobillo y de la subastragalina en estática en apoyo bipodal (ajustado $R^2=0.64$, $F=73.529$, $p<0.001$, $n=14$). El mismo IPP de 6 criterios (IPP 6) predijo el 41% de las variaciones de la posición del tobillo y subastragalina en la fase de apoyo medio ($R^2=0.41$, $F=31.786$, $p<0.001$, $n=15$)

Validez

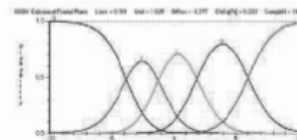
La validez depende tanto del clínico como del grupo de pacientes que se analiza más que de las características del instrumento de medición. La independencia del resultado ha sido valorada por medio de la validez inter test del IPP original de 8 criterios con unos valores de 0.62 a 0.91, dependiendo de la población y la validez intra explorador es de 0.81 a 0.91.

Bibliografía de consulta

- Redmon AC. *Foot Posture in Neuromuscular Disease (PhD Thesis) University of Sydney, 2004.*
 Burns J, Keenan A, Redmon AC. *Foot type and lower limb overuse injury in triathletes. J Am Pod Med Assoc 2005; 95: 3; 235-241.*
 Payne, Oates M, Noakes H. *Static stance response to different types of foot orthoses. J Am Pod Med Assoc 2003; 93(6):492-8.*
 Evans AM, Cooper AW, Scharfbilling RW, Scutter SD, Williams MT. *The reabilitu of the foot posture index and tradiotional measures of foot position. J Am Pod Med Assoc 2003; 93:203-213.*
 Yates B, White S. *The incidence and risk factors in the developement of medial tibial stress síndrome among naval recruits. Am J Sports Med 2004;32(3):772-778.*

Propiedades psicométricas.

Las propiedades psicométricas incluyen la uni dimensionabilidad y la funcionabilidad de los ítems que han sido evaluadas y demostradas por medio del modelo Rasch. La potencia de las propiedades psicométricas (función diferencial de los criterios y ajustabilidad del criterio), combinada con el elevado número de escalas de valoración (25)significa que el IPP puede ser usado en estudios con análisis estáticos paramétricos.



- Keenan AM, Redmon AC, Horton M, Conaghan PC, Tennant A. *The foot posture index: Rasch analysis of a novel, foot specific outcome measure. Health Outcomes 2005.: making a difference. Book of Proceedings. 11th Annual National Conference, 17-18 August 2005, Canberra, Australia.*

Traducido con permiso del autor por: Pascual R, García J, López P.
 Profesores Diplomatura en Podología. Universidad Miguel Hernández. Elche

**Bibliografía y
Lectura
recomendada.**

**Palpación
cabeza astrágalo.**

1. Astrom M, Arvidson T. Alignment and joint motion in the normal foot. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 1995;22(5):216-22.
2. Bevans JS. Biomechanics and plantar ulcers in diabetes. *The Foot* 1992;2:166-172.
3. Diamond JE, Mueller MJ, Delitto A, Sinacore DR. Reliability of a diabetic foot evaluation. *Physical Therapy* 1989;69(10):797-802.
4. Elveru RA, Rothstein JM, Lamb RL, Riddle DL. Methods for taking subtalar joint measurements. A clinical report. *Physical Therapy* 1988;68(5):678-82.
5. McPoil TG, Cornwall MW. Relationship between three static angles of the rearfoot and the pattern of rearfoot motion during walking. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 1996;23(6):370-5.
6. McPoil TG, Schuit D, Knecht HG. Comparison of three methods used to obtain a neutral plaster foot impression. *Physical Therapy* 1989;69(6):448-52.
7. Pierrynowski MR, Smith SB. Rear foot inversion/eversion during gait relative to the subtalar joint neutral position. *Foot & Ankle International* 1996;17(7):406-12.
8. Pierrynowski MR, Smith SB, Mlynarczyk JH. Proficiency of foot care specialists to place the rearfoot at subtalar neutral. *Journal of the American Podiatric Medical Association* 1996;86(5):217-23.
9. Picciano AM, Rowlands MS, Worrell T. Reliability of open and closed kinetic chain subtalar joint neutral positions and navicular drop test. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 1993;18(4):553-8.
10. Sell KE, Verity TM, Worrell TW, Pease BJ, Wigglesworth J. Two measurement techniques for assessing subtalar joint position: a reliability study. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*

**Curvatura
Supra e infra
maleolar
cara lateral.**

1. Merriman LM, Tollafield DR, editors. *Assessment of the Lower Limb*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1995.
2. Sanner WH. Clinical methods for predicting the effectiveness of functional foot orthoses. *Clinics in Podiatric Medicine & Surgery* 1994;11(2):279-95.

**Posición del
calcáneo
plano frontal.**

*(Inversión /
Eversión del
Calcáneo)*

1. Astrom M, Arvidson T. Alignment and joint motion in the normal foot. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 1995;22(5):216-22.
2. Bevans JS. Biomechanics and plantar ulcers in diabetes. *The Foot* 1992;2:166-172.
3. Coplan JA. Rotational motion of the knee: A comparison of normal and pronating subjects. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 1989;10(9):366-369.
4. Dahle LK, Mueller M, Delitto A, Diamond JE. Visual assessment of foot type and relationship of foot type to lower extremity injury. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 1991;14(2):70-4.
5. Diamond JE, Mueller MJ, Delitto A, Sinacore DR. Reliability of a diabetic foot evaluation. *Physical Therapy* 1989;69(10):797-802.
6. Donatelli R, Wooden M, Ekedahl SR, Wilkes JS, Cooper J, Bush AJ. Relationship between static and dynamic foot postures in professional baseball players. *Journal of Orthopaedics and Sports Physical Therapy* 1999;29(6):316-330.
7. Jahss MH. Evaluation of the cavus foot for orthopedic treatment. *Clinical Orthopaedics & Related Research* 1983(181):52-63.
8. Leppilahti J, Korpelainen R, Karpakka J, Kvist M, Orava S. Ruptures of the Achilles Tendon - Relationship to Inequality in Length of Legs and to Patterns in the Foot and Ankle. *Foot & Ankle International* 1998;19(10):683-687.
9. Lepow GM, Valenza PL. Flatfoot overview. *Clinics in Podiatric Medicine & Surgery* 1989;6(3):477-89.
10. McPoil TG, Cornwall MW. Relationship between three static angles of the rearfoot and the pattern of rearfoot motion during walking. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 1996;23(6):370-5.
11. Merriman LM, Tollafield DR, editors. *Assessment of the Lower Limb*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1995.
12. Nester CJ. Rearfoot complex: A review of its interdependent components, axis orientation and functional model. *Foot* 1997;7(2):86-96.
13. Novick A, Kelley DL. Position and movement changes of the foot with orthotic intervention during the loading response of gait. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 1990;11(7):301-312.
14. Picciano AM, Rowlands MS, Worrell T. Reliability of open and closed kinetic chain subtalar joint neutral positions and navicular drop test. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 1993;18(4):553-8.
15. Sanner WH. Clinical methods for predicting the effectiveness of functional foot orthoses. *Clinics in Podiatric Medicine & Surgery* 1994;11(2):279-95.
16. Sell KE, Verity TM, Worrell TW, Pease BJ, Wigglesworth J. Two measurement techniques for assessing subtalar joint position: a reliability study. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 1994;19(3):162-7.
17. Sobel E, Levitz S, Caselli M, Brentnall Z, Tran MQ. Natural history of the rearfoot angles: preliminary values in 150 children. *Foot & Ankle International* 1996;20(2):119-125.
18. Song J, Hillstrom HJ, Secord D, Levitt J. Foot type biomechanics, comparison of planus and rectus foot types. *Journal of the American Podiatric Medical Association* 1996;86(1):16-23.
19. Weiner-Ogilvie S, Rome K. The reliability of three techniques for measuring foot position. *Journal of the American Podiatric Medical Association* 1998;88(8):381-6.
20. Wen DY, Puffer JC, Schmalzried TP. Lower extremity alignment and risk of overuse injuries in runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1997;29(10):1291-8.
21. Yamamoto H, Muneta T, Ishibashi T, Furuya K. Posteromedial release of congenital club foot in children over five years of age. *Journal of Bone & Joint Surgery - British Volume* 1994;76(4):555-8.

*Traducido con permiso del autor por: Pascual R, García J, López P.
Profesores Diplomatura en Podología, Universidad Miguel Hernández, Elche*

**Prominencia
de articulación
astrárgalo
escafoidea
(AAE).**

1. Dahle LK, Mueller M, Delitto A, Diamond JE. Visual assessment of foot type and relationship of foot type to lower extremity injury. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 1991;14(2):70-4.
2. Fraser RK, Menelaus MB, Williams PF, Cole WG. The Miller procedure for mobile flat feet. *Journal of Bone & Joint Surgery - British Volume* 1995;77(3):396-9.
3. Gould N. Evaluation of hyperpronation and pes planus in adults. *Clinical Orthopaedics & Related Research* 1983(181):37-45.
4. Merriman LM, Tollafield DR, editors. *Assessment of the Lower Limb*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1995.

**Altura y
congruencia
del arco
longitudinal
interno**

1. Cowan DN, Jones BH, Robinson JR. Foot morphologic characteristics and risk of exercise-related injury. *Archives of Family Medicine* 1993;2(7):773-7.
2. Dahle LK, Mueller M, Delitto A, Diamond JE. Visual assessment of foot type and relationship of foot type to lower extremity injury. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 1991;14(2):70-4.
3. Fraser RK, Menelaus MB, Williams PF, Cole WG. The Miller procedure for mobile flat feet. *Journal of Bone & Joint Surgery - British Volume* 1995;77(3): 396-9.
4. Jahss MH. Evaluation of the cavus foot for orthopedic treatment. *Clinical Orthopaedics & Related Research* 1983(181):52-63.
5. Lepow GM, Valenza PL. Flatfoot overview. *Clinics in Podiatric Medicine & Surgery* 1989;6(3):477-89.
6. Merriman LM, Tollafield DR, editors. *Assessment of the Lower Limb*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1995.
7. Nester CJ. Rearfoot complex: A review of its interdependent components, axis orientation and functional model. *Foot* 1997;7(2):86-96.
8. Saltzman CL, Nawoczenski DA, Talbot KD. Measurement of the medial longitudinal arch. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 1995;76(1):45-9.
9. Sell KE, Verity TM, Worrell TW, Pease BJ, Wigglesworth J. Two measurement techniques for assessing subtalar joint position: a reliability study. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 1994;19(3):162-7.
10. Song J, Hillstrom HJ, Secord D, Levitt J. Foot type biomechanics. comparison of planus and rectus foot types. *Journal of the American Podiatric Medical Association* 1996;86(1):16-23.
11. Weiner-Ogilvie S, Rome K. The reliability of three techniques for measuring foot position. *Journal of the American Podiatric Medical Association* 1998;88(8):381-6.
12. Spinner SM, Chussid F, Long DH. Criteria for combined procedure selection in the surgical correction of the acquired flatfoot. *Clinics in Podiatric Medicine & Surgery* 1989;6(3):561-75.
13. Wen DY, Puffer JC, Schmalzried TP. Lower extremity alignment and risk of overuse injuries in runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1997;29(10):1291-8.

**6. Abducción \
Aducción de
antepié
respecto al
retropié.**

(signo de too
many toes)

1. Dahle LK, Mueller M, Delitto A, Diamond JE. Visual assessment of foot type and relationship of foot type to lower extremity injury. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 1991;14(2):70-4.
2. Fraser RK, Menelaus MB, Williams PF, Cole WG. The Miller procedure for mobile flat feet. *Journal of Bone & Joint Surgery - British Volume* 1995;77(3):396-9.
3. Freychat P, Belli A, Carret JP, Lacour JR. Relationship between rearfoot and forefoot orientation and ground reaction forces during running. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1996;28(2):225-32.
4. Jahss MH. Evaluation of the cavus foot for orthopedic treatment. *Clinical Orthopaedics & Related Research* 1983(181):52-63.
5. Johnson KA. Tibialis posterior tendon rupture. *Clinical Orthopaedics & Related Research* 1983(177):140-7.
6. Kouchi M, Tsutsumi E. Relation between the medial axis of the foot outline and 3-D foot shape. *Ergonomics* 1996;39(6):853-861.
7. Lepow GM, Valenza PL. Flatfoot overview. *Clinics in Podiatric Medicine & Surgery* 1989;6(3):477-89.
8. Merriman LM, Tollafield DR, editors. *Assessment of the Lower Limb*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1995.
9. Nester CJ. Rearfoot complex: A review of its interdependent components, axis orientation and functional model. *Foot* 1997;7(2):86-96.
10. Ross AS, Jones LJ. Non-weightbearing negative cast evaluation. *Journal of the American Podiatry Association* 1982;72(12):634-8.
11. Sanner WH. Clinical methods for predicting the effectiveness of functional foot orthoses. *Clinics in Podiatric Medicine & Surgery* 1994;11(2):279-95.
12. Spinner SM, Chussid F, Long DH. Criteria for combined procedure selection in the surgical correction of the acquired flatfoot. *Clinics in Podiatric Medicine & Surgery* 1989;6(3):561-75.
13. Yamamoto H, Muneta T, Ishibashi T, Furuya K. Posteromedial release of congenital club foot in children over five years of age. *Journal of Bone & Joint Surgery - British Volume* 1994;76(4):555-8.

Autores:

D. Roberto Pascual Gutiérrez-¹ Dña. Paloma López Ros. ¹ D. Jonathan García Campos. ¹ Dr. Anthony Redmon. ²

1. Profesor de Diplomatura en Podología. Universidad Miguel Hernández. Elche.
2. DPM Academic Unit of Musculoskeletal Disease, Rheumatology. University of Leeds.

Correspondencia. Prof. D. Roberto Pascual Gutiérrez. Podología, Área de Enfermería. Facultad de Medicina. Universidad Miguel Hernández. San Juan de Alicante. N332 Km87. C.P.03550. ALICANTE
e-mail: r.pascual@umh.es

HOJA DE RECOGIDA DE DATOS INDICE POSTURA DEL PIE

NOMBRE DEL PACIENTE		Nº HISTORIA						
	CRITERIOS	PLANO	PUNTUACION 1		PUNTUACION 2		PUNTUACION 3	
			Fecha Comentario	Izquierdo -2 a +2	Derecho -2 a +2	Fecha Comentario	Izquierdo -2 a +2	Derecho -2 a +2
Retropié	Palpación cabeza del astrágalo	Transverso						
	Curvatura supra e inframaleolar lateral	Frontal / Transverso						
	Calcáneo plano frontal	Frontal						
Antepié	Prominencia región talonavicular	Transverso						
	Congruencia arco longitudinal interno	Sagital						
	Abd / ad antepié respecto retropié	Transverso						
TOTAL								

Valores de referencia
Normal = 0 a +5
Pronado = +6 a +9. Altamente pronado 10+
Supinado = -1 a -4. Altamente supinado -5 a -12

Traducido con permiso del autor. ©Anthony Redmon 1998
Original www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/FP

HOJA DE RECOGIDA DE DATOS INDICE POSTURA DEL PIE

NOMBRE DEL PACIENTE		Nº HISTORIA						
	CRITERIOS	PLANO	PUNTUACION 1		PUNTUACION 2		PUNTUACION 3	
			Fecha Comentario	Izquierdo -2 a +2	Derecho -2 a +2	Fecha Comentario	Izquierdo -2 a +2	Derecho -2 a +2
Retropié	Palpación cabeza del astrágalo	Transverso						
	Curvatura supra e inframaleolar lateral	Frontal / Transverso						
	Calcáneo plano frontal	Frontal						
Antepié	Prominencia región talonavicular	Transverso						
	Congruencia arco longitudinal interno	Sagital						
	Abd / ad antepié respecto retropié	Transverso						
TOTAL								

Valores de referencia
Normal = 0 a +5
Pronado = +6 a +9. Altamente pronado 10+
Supinado = -1 a -4. Altamente supinado -5 a -12

Traducido con permiso del autor. ©Anthony Redmon 1998
Original www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/FP

Traducido con permiso del autor por: Pascual R, García J, López P.
Profesores Diplomatura en Podología. Universidad Miguel Hernández. Elche

