

**UNIVERSIDAD DE MÁLAGA**

***FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD***

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA SALUD**



**TESIS DOCTORAL**

**LA INFLUENCIA DE LA PRÁCTICA DEPORTIVA DEL FÚTBOL EN EL  
DESARROLLO DE LA EXTREMIDAD INFERIOR DEL NIÑO**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR**

**Málaga Octubre de 2016**

**PRESENTADA POR: SALVADOR DÍAZ MIGUEL**

**DIRECCIÓN:**

**Dr. D. Gabriel Antonio Gijón Noguero**


UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA





UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

AUTOR: Salvador Díaz Miguel

 <http://orcid.org/0000-0003-2219-3512>

EDITA: Publicaciones y Divulgación Científica. Universidad de Málaga



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>

Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización pero con el reconocimiento y atribución de los autores.

No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

Esta Tesis Doctoral está depositada en el Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga (RIUMA): [riuma.uma.es](http://riuma.uma.es)





UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

**Facultad de Ciencias de la Salud**

D. Gabriel Gijón Noguerón, Doctor por la Universidad de Málaga, Profesor Contratado Doctor del Departamento de Enfermería (Podología) de la Universidad de Málaga

CERTIFICA que el trabajo presentado como Tesis Doctoral por D. Salvador Díaz Miguel titulado **LA INFLUENCIA DE LA PRÁCTICA DEPORTIVA DEL FÚTBOL EN EL DESARROLLO DE LA EXTREMIDAD INFERIOR DEL NIÑO**, ha sido realizado bajo mi dirección y considero que reúne las condiciones apropiadas en cuanto a contenido y rigor científico para ser presentado a trámite de lectura.

Y para que conste donde convenga firmo el presente en Málaga a 14 de Abril de dos mil dieciséis

Fdo. Dr: Gabriel Gijón Noguerón



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quisiera agradecer la amistad y la confianza depositada en mí por el Dr. Gabriel Gijón desde el primer día que entré en su clase, no solo desde que comenzó este proyecto, el cual sin su ayuda, consejos y dedicación incalculable no hubiese sido posible llevar a cabo la consecución del mismo. Gracias amigo por no darme nunca por imposible.

Gracias sobre todo a mis padres, no solo por su incalculable contribución anímica y moral durante el desarrollo de este trabajo, si no por todo lo que representan para mí, ya que lo que pueda llegar a ser en esta vida será sin duda gracias a ellos. Sois un ejemplo constante de lucha y superación, y aunque a veces no lo demuestre, sois lo más importante y el mayor apoyo que tendré siempre. Mención especial también para mi hermano, quien ha sido también un apoyo moral fundamental durante este trabajo, más de lo que él pueda pensar.

Y gracias también a todos aquellos amigos y familiares cercanos que durante este tiempo me han apoyado y animado para que todo este proyecto llegase a buen puerto, ya que tanto sus palabras como comprensión han sido básicas en muchas ocasiones para que en esos momentos menos buenos no se viniese todo abajo.

A todos, gracias por haber estado ahí cada uno en el momento oportuno. Esta tesis os pertenece a todos vosotros.

Si se cree y se trabaja, se puede. Página a página.



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

## INDICE

### CAPITULO I: MARCO CONCEPTUAL

1. Introducción: Desarrollo fisiológico y osificación del miembro inferior.....	15
1.1. Evolución del miembro inferior en el útero materno.....	15
1.2. Osificación del miembro inferior.....	17
1.3. Desarrollo de las torsiones y angulaciones fisiológicas en el miembro inferior desde el nacimiento.....	20
2. Anatomía y biomecánica del miembro inferior.....	22
2.1. Anatomía y biomecánica de la cadera.....	23
2.2. Anatomía y biomecánica de la rodilla.....	24
2.3. Anatomía y biomecánica de tobillo y pie.....	26
2.3.1. La bóveda plantar.....	39
3. Anomalías estructurales del miembro inferior en la edad infantil.....	30
3.1. Alteraciones y patologías de la cadera.....	31
3.2. Alteraciones y patologías de la rodilla.....	36
3.3. Alteraciones y patologías del pie.....	43
3.3.1. Osteocondrosis del pie en el niño.....	50
4. El fútbol: concepto, historia y posiciones. Relación entre el fútbol y los niños. Lesiones en la práctica del fútbol.....	54
5. Justificación.....	59
6. Referencias.....	60

CAPÍTULO II: OBJETIVOS.....	71
-----------------------------	----

### CAPÍTULO III: EFECTO SOBRE LA EXTREMIDAD INFERIOR DE LA PRÁCTICA DEL FÚTBOL EN NIÑOS DE 7 A 9 AÑOS: ESTUDIO TRANSVERSAL

1. Introducción.....	75
2. Material y métodos.....	76
2.1. Análisis estadístico.....	79
3. Resultados.....	79
4. Discusión.....	85
5. Conclusión.....	87
6. Referencias.....	87

### CAPÍTULO IV: CAMBIOS ESTRUCTURALES EN LA EXTREMIDAD INFERIOR EN NIÑOS DE 7 A 12 AÑOS CON ACTIVIDAD FÍSICA MODERADA: ESTUDIO LONGITUDINAL OBSERVACIONAL

1. Introducción.....	93
2. Material y métodos.....	94
2.1. Análisis estadístico.....	100
3. Resultados.....	100
4. Discusión.....	105
5. Conclusión.....	107
6. Referencias.....	107

### CAPÍTULO V: LIMITACIONES Y PROSPECTIVA.....114





CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES.....	119
CAPÍTULO VII: REFERENCIAS.....	123
CAPÍTULO VIII: ANEXOS.....	137
CAPÍTULO IX: PUBLICACIONES.....	145



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Vista del desarrollo del pie en embrión de 8 semanas.....	16
Figura 2: Imagen radiológica del estado de osificación del pie en niño de 2 años y 3 meses.....	19
Figura 3: Evolución fisiológica de la alineación de la extremidad inferior.....	21
Figura 4: Enfermedad de Perthes en fase de fragmentación con la cabeza parcialmente descubierta, comparativa con cadera sin afectar.....	34
Figura 5: Epifisiolisis de la cabeza femoral con disminución de la altura epifisaria.....	35
Figura 6: Comparativa de las alteraciones estructurales patológicas de genu varo frente a genu valgo.....	38
Figura 7: Las seis etapas de la tibia vara en relación con la edad.....	40
Figura 8: Enfermedad de Osgood-Schlatter. Detalle de la fragmentación de la apófisis tibial derecha.....	41
Figura 9: Enfermedad de Sinding-Larsen-Johansson. Se observa irregularidad del polo inferior de la rótula derecha con presencia de fragmentos óseos adyacentes a la superficie de la misma.....	43
Figura 10: Alineación fisiológica del pie en comparación con los tres grados clasificatorios de metatarso aducto.....	44
Figura 11: Disposición ósea en el pie plano por astrágalo vertical y laxo en comparación con el pie normal.....	48
Figura 12: Radiografía de pie plano doloroso asociado a escafoides accesorio.....	50
Figura 13: Enfermedad de Sever. Se aprecia radiológicamente la apofisitis del núcleo de osificación secundario del calcáneo.....	52
Figura 14: Aplanamiento del escafoides en forma de disco por la compresión.....	53
Figura 15. Figura de cajas de la evolución de la altura.....	96
Figura 16. Figura de cajas de la evolución del peso.....	97
Figura 17. Distribución de la evolución del FPI a lo largo de los 3 años.....	101

Figura 18. Distribución de la evolución del ángulo Q a lo largo de los 3 años.....102

Figura 19. Distribución de la evolución del índice de valgo a lo largo de los 3 años...102

Figura 20. Gráfica de barras de los porcentajes en la orientación del eje de la articulación subastragalina del pie derecho en la evolución de los tres años.....104

Figura 21. Gráfica de barras de los porcentajes en la orientación del eje de la articulación subastragalina del pie izquierdo en la evolución de los tres años.....104



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de los datos para FPI, índice de valgo y ángulo Q para futbolistas y no futbolistas.....	80
Tabla 2. Comparativa de los datos obtenidos para la orientación del eje de la articulación subastragalina (ASA) entre futbolistas y no futbolistas.....	80
Tabla 3. Correlación de las variables analizadas en los grupos de niños futbolistas y no futbolistas.....	84
Tabla 4. Características de la muestra distribuida por años.....	95
Tabla 5. Comparación de la evolución de los datos para FPI, índice de valgo y ángulo Q en cada uno de los tres años observados.....	101
Tabla 6. Evolución de los datos obtenidos para la orientación del eje de la articulación subastragalina (ASA) en cada uno de los tres años.....	103



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



# **CAPÍTULO I:** **MARCO CONCEPTUAL**



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

## **1. Introducción: Desarrollo fisiológico y osificación del miembro inferior**

Desde su concepción hasta su total desarrollo, el niño pasa por una serie de etapas que empiezan desde la simple unión del espermatozoide con el óvulo. Durante la gestación en el útero materno, se producen una serie de cambios que pueden afectar en mayor o menor medida el desarrollo morfológico y estructural del miembro inferior.

### **1.1. Evolución del miembro inferior en el útero materno**

El tiempo de desarrollo del niño desde que es concebido hasta el momento del nacimiento puede ser dividido en tres partes o etapas: periodo de preembrionario o de cigoto, periodo embrionario y periodo fetal. Es durante los dos últimos cuando se producen la aparición y desarrollo de los miembros inferiores [1, 2, 3].

Durante el periodo embrionario comienzan a formarse los diferentes tejidos y órganos del cuerpo [4] y comienza la llamada diferenciación celular, en la que las células del embrión comienzan a especificarse en funciones. En estas semanas el embrión crece rápidamente y los rasgos externos del futuro bebé empiezan a formarse. Sin duda este periodo es el más delicado del desarrollo intrauterino, ya que aquí es donde pueden producirse alteraciones en la formación de los órganos [2].

Es entre la cuarta y sexta semana de gestación cuando aparecen los esbozos del miembro inferior a partir de lo que se conoce como cresta ectodérmica de Wolff [4]. Al final de la séptima semana los esbozos de las extremidades se han aplanado y se forman los esbozos terminales de los pies. El pie embrionario en estos momentos se caracteriza por la disposición digital en forma de abanico, de forma que cada pie mira al opuesto quedando entre sus superficies plantares el cordón umbilical. Posteriormente, se desarrollan los pliegues que marcan los dedos y dividen la extremidad en sus segmentos proximal y distal. Ya en la séptima semana de gestación toda la extremidad inferior rota internamente, llevando al primer dedo hacia la línea media del cuerpo [5].

Alrededor de la 5ª semana, el astrágalo y el calcáneo se disponen uno junto a otro, en una prolongación con la tibia, situándose las futuras articulaciones subastragalinas y seno del tarso entre ambos elementos esqueléticos. Para que estos se sitúen en su

posición definitiva, deberán de realizarse movimientos de rotación y traslación, los cuales continuarán después del nacimiento, puesto que deben pasar de una posición de paralelismo a quedar colocados uno sobre el otro [5].



Figura 1: Vista del desarrollo del pie en embrión de 8 semanas (Carlson B, 2013)

Durante la gestación, el feto se ve obligado a colocar sus extremidades inferiores en la posición que mejor le permita adaptarse al útero según las dimensiones y el tono del mismo. Al inicio de la sexta semana, los cóndilos femorales y el cuello femoral están situados en el mismo plano frontal, y los pies se sitúan en contacto por las plantas en la llamada postura de “pies rezadores” en una posición de equino-varo. Las fuerzas de moldeado intrauterino actúan sobre la extremidad inferior junto con factores hereditarios y fuerzas musculares, provocan una rotación lateral importante de los fémures, además de una rotación medial menor de las tibias [5, 6].

Es en la llamada etapa fetal cuando se producirán más cambios torsionales del miembro inferior. Hasta los 4 meses hay una nula rotación del fémur, e incluso existe una retroversión de unos  $10^{\circ}$ . A partir de ese 4º mes de gestación, el fémur se debe angular

para acercar las rodillas al abdomen por la presión de las paredes uterinas mientras que las cabezas femorales permanecen fijadas a un anillo pelviano inmóvil. Durante este mes se va produciendo una rotación que lo lleva a una posición anteversión positiva, que aumentará desde unos 15° iniciales para llegar aproximadamente hasta los 30°-40° en el momento del nacimiento, lo que favorecerá su salida por el canal del parto. Durante este periodo, la tibia va rotando externamente hasta llegar a una posición de rotación de 2° aproximadamente cuando llega el momento del nacimiento.

Por último la posición del pie durante la fase prenatal es de rotación medial al 5º mes de vida intrauterina respecto al eje bimaleolar. Posteriormente, se instaura una rotación lateral progresiva del pie respecto al eje bimaleolar para ser aproximadamente neutra en el momento del nacimiento [5, 6].

## 1.2. Osificación del miembro inferior

La osificación de los diferentes huesos que conforman el miembro inferior se va dando desde el momento en que este aparece en el feto. La mayoría de los huesos que conforman la totalidad del miembro inferior (fémur, tibia, peroné y todos los huesos del pie) presentan varios puntos o núcleos de osificación.

Fémur: Son cinco los núcleos de osificación del fémur: uno primitivo, y cuatro complementarios. El núcleo primitivo aparece el segundo mes de vida fetal, en el centro del cuerpo del hueso. Los núcleos complementarios están destinados a la cabeza, trocánter mayor, trocánter menor (puntos epifisarios superiores), y extremo inferior (punto epifisario inferior) Este último es el más tardío pues se forma unos quince días antes del nacimiento.

La osificación del fémur se completa en torno a los 19 años de edad en la cabeza femoral [7].

Tibia: El núcleo primario de osificación de la tibia aparece en la diáfisis durante la séptima semana del desarrollo uterino y se extiende de tal modo que al nacer sólo los extremos son cartilagosos.

El núcleo secundario del extremo proximal, que incluye la tuberosidad de la tibia, aparece al nacer y se extiende hasta la tuberosidad después de los 10 años. El núcleo secundario del extremo distal aparece durante el segundo año. La fusión de la epífisis proximal con la diáfisis se produce entre los 19 y 21 años, y la de la epífisis distal con la diáfisis varios años antes, entre los 17 y los 19 [8].

Peroné: Este hueso osifica a partir de cartílago mediante un centro en la diáfisis que aparece durante la octava semana del embarazo. Hay una epífisis en cada extremo: la cabeza, el extremo que crece, es excepcional en tanto en cuanto se osifica más tarde (cuarto año) que el extremo inferior (segundo año). La epífisis superior se fusiona con la diáfisis antes de los 20 años, mientras que la inferior lo hace antes (hacia los 18 años) [9].

#### Huesos del pie: tarso

Cada uno de los huesos del pie se osifica a partir de un centro primario que aparece en el precursor cartilaginoso. El calcáneo es el único hueso del tarso que tiene un núcleo secundario. Los núcleos primarios del calcáneo y del astrágalo aparecen antes del nacimiento, del sexto al octavo mes del desarrollo uterino. El núcleo secundario del calcáneo aparece hacia los 9 meses sobre su extremo posterior y se extiende para incluir la apófisis medial y lateral. La fusión con el núcleo primario se produce entre los 15 y 20 años [8, 9]. En cuanto al cuboides, aparece a los nueve meses intra útero, y por lo tanto su presencia puede aparecer al nacer.

Los centros de osificación de los huesos restantes del tarso aparecen de la siguiente forma: al final del primer año, en el caso de la cuña lateral; durante el tercer año en el caso de la cuña medial y el escafoides, y durante el cuarto año en el caso de la cuña intermedia. La osificación de estos huesos se completa poco después de la pubertad [8, 9].

### Huesos del pie: metatarsianos y falanges

Aparece un núcleo primario de osificación en el cuerpo de cada metatarsiano a las 9 semanas del desarrollo, por lo que al nacer está bien osificado. Los núcleos secundarios aparecen en la base del primer metatarsiano y en las cabezas de los restantes durante el segundo y el tercer año. La fusión de las epífisis con las diáfisis se produce entre los 15 y los 18 años [8,9].

En cuanto a las falanges, los centros primarios de las falanges distales y proximales aparecen durante el cuarto mes en el útero, siendo los de las falanges distales los que primero aparecen. El núcleo primario de la falange media aparece entre los 6 meses y el nacimiento, mientras que los núcleos secundarios de las bases y las falanges aparecen durante el segundo y el tercer año, fusionándose con los cuerpos entre los 15 y 20 años [8, 9].



Figura 2: Imagen radiológica del estado de osificación del pie en niño de 2 años y 3 meses (Albiol i Ferrer, 2004)

### **1.3. Desarrollo de las torsiones y angulaciones fisiológicas en el miembro inferior desde el nacimiento**

Durante el crecimiento del niño desde que nace, la extremidad inferior se ve sometida a ciertos cambios que se consideran fisiológicos siempre y cuando se encuentren dentro de un rango angular y de edad. Este propio desarrollo fisiológico de la extremidad puede verse afectado en ocasiones por actividades o posturas incorrectas. La extremidad inferior en desarrollo se comporta como una cadena cinética en la que las torsiones sucedidas en los eslabones superiores van a condicionar torsiones compensadoras en los inferiores [10].

Una de estas torsiones es la que se conoce como anteversión del cuello femoral, que es el ángulo formado entre el cuello femoral y el eje bicondíleo posterior, de la cual se ha indicado que presenta un valor de unos  $40^\circ$  en el momento del nacimiento. Esta anteversión es útil para el momento del parto pero no lo es tanto para la bipedestación, con lo que desde aquí irá disminuyendo progresivamente en forma de periodos durante el desarrollo del niño, estableciéndose una graduación de unos  $15^\circ$  ya en la edad adulta. Esta disminución es muy rápida los 3 primeros años, alcanzando un valor medio de unos  $25^\circ$ - $27^\circ$ , aunque posteriormente se vuelve más gradual, incluso llegándose a detenerse, para intensificarse de nuevo entre los 6 y los 10 años [11].

Igualmente la tibia pierde rotación interna de aproximadamente un grado por año, la cual es alrededor de unos  $2^\circ$  de rotación externa en el momento del nacimiento, en la niñez sobre  $10^\circ$  y se establece sobre los  $15$ - $20^\circ$  ya en la edad adulta [12]. Esto permite que durante el apoyo la cadera, merced a la anteversión, quede perpendicular a la marcha, mientras que la torsión externa de la tibia lleva al pie a quedar casi paralelo al sentido de la marcha, ya que de lo contrario la marcha se haría en aducción con las punteras hacia dentro. La torsión tibial viene definida por el ángulo formado entre el eje de orientación posterior de la epífisis tibial y el eje bimaleolar del tobillo [13].

Paralelamente a estas torsiones, las rodillas en el plano frontal van a ir teniendo una angulación que se irá modificando durante el crecimiento del niño. Este ángulo femoro-tibial es el responsable del genu varo o genu valgo, según si esta angulación es hacia dentro o hacia fuera respectivamente. Así, el niño recién nacido presenta un genu varo de unos  $10$ - $15^\circ$ . Alrededor de los 12-18 meses de vida esta angulación en genu varo se



va progresivamente neutralizando, para alcanzar entre el segundo y el tercer año de vida una alineación en valgo cercana a los 15°. Posteriormente y a partir de los 8 años esta alineación en valgo se corrige paulatinamente hasta alcanzar los 7-8° de valgo fisiológico del adulto normal [14].

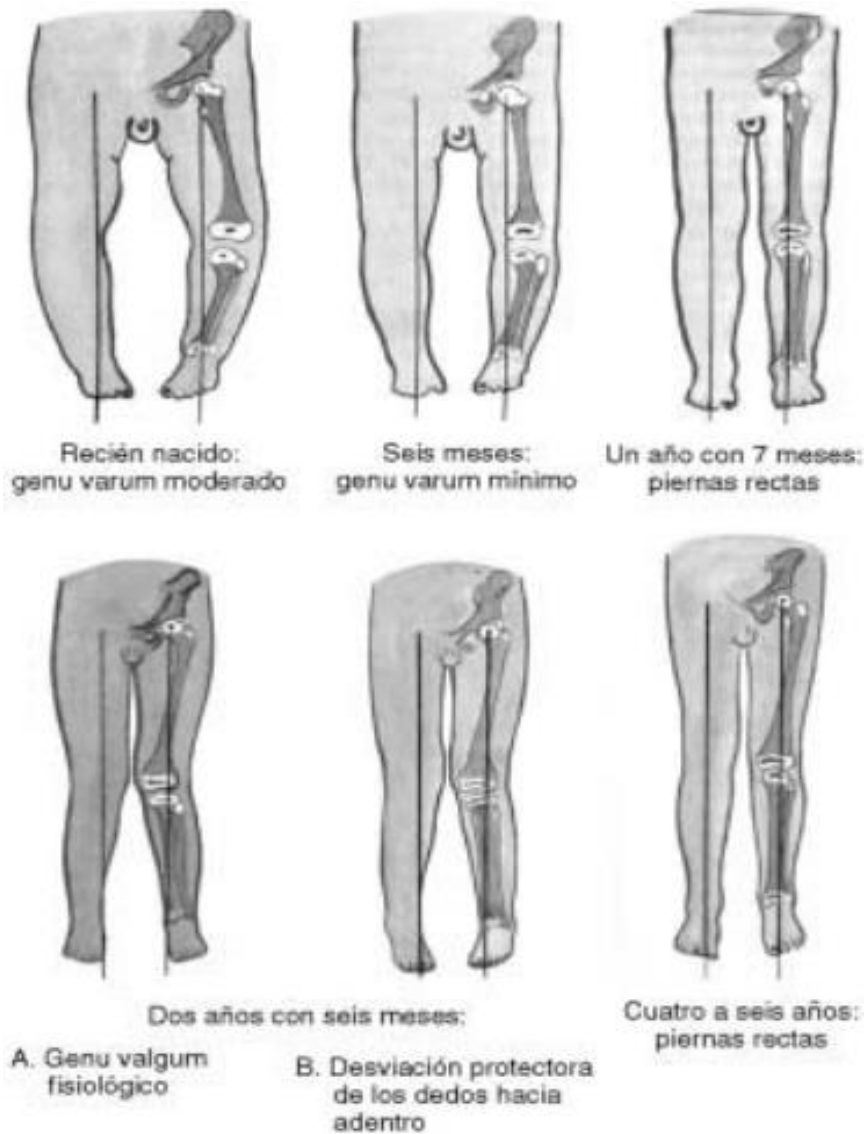


Figura 3: Evolución fisiológica de la alineación de la extremidad inferior  
(Losada Bardeci, 2002)

En este crecimiento constante del niño durante los primeros años de vida, el pie también se ve afectado en gran medida, puesto que las torsiones explicadas tienen también influencia sobre el desarrollo del mismo. El pie del ser humano es una estructura perfectamente adaptada para cumplir con las múltiples exigencias de apoyo y locomoción del cuerpo humano, así como para la realización de los movimientos más complejos. Sin embargo en el momento del nacimiento, el pie no está capacitado para soportar cargas, ya que no es una versión reducida del pie del adulto, sino que se trata de un pie con un tejido esquelético, como ya se ha visto, en fase de formación, además de una inmadurez en cuanto al estado neuromuscular [15].

La evolución normal del pie comienza desde el nacimiento. La posición más común del pie es con calcáneo en valgo, sin presencia alguna del arco longitudinal interno. Cuando el niño empieza a caminar alrededor de los 12 a los 18 meses, en zona medial del pie no hay presencia de arco y se encuentra una capa de tejido adiposo que cubre esta zona. El arco longitudinal interno inicia su formación entre los 2 y 3 años de edad, y después del inicio de la marcha se hace una distribución del tejido adiposo plantar [16, 17].

Progresivamente, conforme los músculos, tendones y ligamentos incrementen su tono, fuerza y potencia, este aplanamiento de la bóveda plantar deberá de ir desapareciendo, ayudado también por la progresiva rotación externa de la tibia que ayudará también a formar el arco interno del pie y disminuir el valgo de talón, y alcanzará una madurez estructural ósea y articular, con lo que el pie se irá preparando poco a poco para dar soporte a cargas mayores [18].

## **2. Anatomía y biomecánica del miembro inferior**

Hasta ahora hemos especificado la fisiología del crecimiento normal del miembro inferior desde que el niño es concebido, y su posterior desarrollo durante los primeros años de vida, puesto que así es posible identificar lo que es patológico de lo que es no lo es en esa etapa. Para entender esto, es necesario conocer los elementos y estructuras anatómicas de las que consta el miembro inferior, así como su correcta biomecánica, lo cual es de vital importancia para diagnosticar eventuales lesiones. En este apartado se analizará la anatomía y la biomecánica de manera individualizada las articulaciones y

estructuras más significativas del miembro inferior, tales como la cadera, la rodilla y el conjunto tobillo-pie.

## **2.1. Anatomía y biomecánica de la cadera**

Según describe Kapandji, [19] la articulación de la cadera o coxofemoral relaciona el hueso coxal con el fémur, uniendo por lo tanto el tronco con miembro inferior. Junto con la musculatura que la rodea, soporta el peso del cuerpo en posturas tanto estáticas como dinámicas. La cadera es una articulación diartrodia de tipo enartrosis, es decir, tiene movilidad en los tres ejes del espacio. Anatómicamente presenta dos superficies óseas, el acetábulo o cavidad cotiloidea y la cabeza femoral, entre las cuales se interpone el rodete cotiloideo, que es un cartílago que se inserta en la ceja cotiloidea y tiene como función ampliar la cavidad cotiloidea para permitir una mejor congruencia con la cabeza femoral.

La cápsula articular es fuerte, otorgándole así una gran estabilidad a la articulación. En la parte superior se inserta en el margen acetabular y por debajo se extiende hasta la línea intertrocanterea por la cara anterior. Por la parte posterior forma un arco que cubre el cuello femoral solo de forma parcial. Los ligamentos que refuerzan la cápsula por la parte anterior son el iliofemoral y el pubeofemoral, mientras que por detrás está reforzado por el ligamento isquiofemoral. También destacar la presencia del ligamento redondo, el cual va desde la cabeza del fémur hasta el fondo del acetábulo.

Los músculos de la cadera están caracterizados por ser amplios en sus zonas de origen e inserción además de por su longitud y grosor. El rango de movilidad fisiológico de la cadera, los planos de los mismos y los músculos que intervienen son los siguientes [20]:

- Flexión: el movimiento se produce en el eje transversal y el plano de movimiento es el sagital. Presenta una amplitud de movimiento de 120° con la rodilla flexionada, mientras que con la rodilla en extensión no supera los 90°. Los principales músculos flexores son el psoas ilíaco, el recto femoral, el sartorio y el tensor de la fascia lata.

- Extensión: al igual que la flexión, presenta un eje transversal y un movimiento en el plano sagital. Tiene una movilidad de hasta 30° e intervienen los músculos glúteo mayor, semitendinoso, semimembranoso y bíceps femoral.
- Abducción: el movimiento se produce en el plano frontal con un eje anteroposterior. Su rango articular es entre 45-50° de amplitud. Participan en su movimiento los músculos glúteo menor y mediano y el tensor de la fascia lata cuando la cadera se halla en flexión.
- Aducción: como la abducción, se produce con un eje anteroposterior en el plano frontal. Es alrededor de 20-30° y corre a cargo del aductor largo, aductor corto, pectíneo y recto interno.
- Rotación interna: se produce en un eje vertical y en el plano transversal. Tiene 35° de movimiento y está llevada a cabo por el glúteo medio, glúteo menor, tensor de la fascia lata, semimembranoso y semitendinoso.
- Rotación externa: igualmente se produce en el plano transversal con un eje vertical. Este movimiento es de 45° y lo produce los músculos obturador interno y externo, el cuadrado crural y el piramidal.
- Circunducción: es la combinación de los movimientos elementales realizados alrededor de tres ejes.

## 2.2. Anatomía y biomecánica de la rodilla

La articulación de la rodilla es descrita por Kapandji [19] como una de las más complejas del cuerpo humano, y sirve de unión entre el muslo y la pierna. Es una articulación compuesta de tipo troclear, cuyo principal movimiento es el de flexo-extensión de la pierna, aunque también puede hacer movimientos de rotación con la rodilla en flexión. Al referirnos a ella como articulación compuesta quiere decir que está formada por dos articulaciones, la femorotibial, que es la principal que pone en contacto los cóndilos con la tibia, y la femoropatelar, que está formada por la tróclea femoral y la parte posterior de la rótula.

Anatómicamente está formada por la unión del fémur en su porción distal y de la tibia en la porción proximal, además de la rótula, que se articula con la porción anterior e inferior del fémur. En la zona distal del fémur se encuentran dos

protuberancias redondeados, los cóndilos femorales, separados por el espacio intercondíleo. Por su parte, en el extremo proximal de la tibia se hallan las dos cavidades glenoideas, que sirven para albergar a los cóndilos del fémur. Respecto a la rótula, ésta se articula en su porción posterior con una parte del fémur llamada tróclea femoral.

Entre las superficies articulares de la tibia y el fémur están ubicados los meniscos, que son dos fibrocartílagos que hacen de unión entre ambos huesos, pues las cavidades glenoideas de la tibia tienen poca concavidad, mientras los cóndilos femorales presentan una mayor convexidad. Desempeñan un papel importante como medios de unión elásticos y transmisores de las fuerzas de compresión entre la tibia y el fémur. Se adhieren a la cápsula articular por su circunferencia externa mientras la interna queda libre, y ambos meniscos quedan unidos entre sí por el ligamento yugal.

La articulación la rodea una cápsula fibrosa, que forma un espacio cerrado en el que se encuentra la zona distal del fémur, la rótula y la zona proximal de la tibia. La cubierta interna de esta cápsula es la membrana sinovial que produce el líquido sinovial, el cual baña la articulación, reduce la fricción entre las superficies en contacto durante los movimientos y cumple funciones de nutrición y defensa.

La rodilla está sujeta por varios ligamentos que la estabilizan y evitan movimientos excesivos. Los ligamentos que están en el interior de la cápsula son denominados intraarticulares, tales como el ligamento cruzado anterior y el ligamento cruzado posterior mientras que los ligamentos que están por fuera de la cápsula articular se conocen como extrarticulares, como son el ligamento lateral interno y el ligamento lateral externo. Estos cuatro ligamentos son los más importantes que se encuentran en la articulación.

Como se ha indicado anteriormente, el principal movimiento de la rodilla es el de flexo-extensión de la articulación en el plano sagital con un eje horizontal que pasa entre los cóndilos, además de un movimiento de rotación cuando la rodilla está flexionada. La amplitud articular de la flexo-extensión de la rodilla es por término medio de 130° partiendo desde 0° cuando la articulación está en extensión. En hiperextensión, la articulación puede llegar a 5-10° de movilidad pasiva. En cuanto a la rotación, presenta

unos valores de rotación externa de 45-50° y de rotación interna de 30-35°. Los músculos que intervienen en los movimientos de la rodilla son los siguientes [20]:

- Flexión de rodilla: se sitúan en la parte posterior del muslo, y son el bíceps femoral, el semitendinoso y el semimembranoso, los músculos de la pata de ganso (recto interno, sartorio, semitendinoso) y poplíteo. También interviene el tríceps sural.
- Extensión de rodilla: están ubicados en la cara anterior del muslo y son los músculos que componen el cuádriceps (recto anterior, vasto interno, vasto externo y crural).
- Rotación externa: con la rodilla en flexión la provocan el tensor de la fascia lata y el bíceps femoral.
- Rotación interna: corre a cargo del sartorio, semitendinoso, semimembranoso, recto interno y poplíteo.

### **2.3. Anatomía y biomecánica de tobillo y pie**

La articulación del tobillo o tibiotarsiana es definida por Kapandji [19] como la articulación más importante de todo el complejo articular del retropié, además de ser la que traslada las fuerzas verticales a un apoyo horizontal, en este caso el pie. Es una articulación de tipo tróclea, ya que permite los movimientos de flexión y extensión en el plano sagital.

Está compuesta por el astrágalo, la tibia y el peroné. Desde el punto de vista biomecánico, se puede decir que la articulación está formada por una pieza superior, compuesta por la zona distal de la tibia y el peroné, que constituyen una mortaja cuya superficie inferior tiene forma de segmento cilíndrico para alojar en su interior la pieza inferior, siendo en este caso el astrágalo. Anatómicamente este cilindro que se aloja en ese segmento se corresponde con la polea astragalina. Constituye una unidad funcional integrada por la suma de dos articulaciones morfológicamente independientes, la tibioperonea inferior, que pone en contacto los segmentos inferiores de la tibia y el peroné y permite cierto grado de separación entre la tibia y el peroné durante los movimientos de flexión y extensión del pie, y la tibioperoneoastragalina, que es la

principal del tobillo y es la que pone en contacto los segmentos inferiores de la tibia y el peroné con el astrágalo.

Los ligamentos de la articulación tibiotarsiana se componen de dos sistemas ligamentosos principales, los ligamentos laterales interno y externo, y dos sistemas accesorios, los ligamentos anterior y posterior. El ligamento lateral externo está formado por tres haces, dos que se dirigen al astrágalo y el restante al calcáneo. El ligamento lateral interno se divide en dos planos, el plano profundo, constituido por dos haces tibiotarsianos, y el plano superficial, que forma el ligamento deltoideo.

Como se ha visto, el movimiento de la articulación tibiotarsiana es el de flexión y extensión. Partiendo desde la posición de referencia, que es aquella en la que la planta del pie es perpendicular al eje de la pierna, la articulación tiene una amplitud de movimiento en flexión de 20-30°. Desde esta misma posición de referencia los valores de extensión se sitúan entre 30-50°. La musculatura que se encarga de llevar a cabo los movimientos de flexión y extensión de la articulación tibiotarsiana son [20]:

- Flexión: están implicados los músculos tibial anterior, extensor largo de los dedos, extensor largo del primer dedo y el peroneo anterior.
- Extensión: participan en este movimiento el tríceps sural, el peroneo lateral corto, el peroneo lateral largo, el flexor largo de los dedos, el flexor propio del primer dedo y el tibial posterior.

La articulación tibiotarsiana desempeña una función capital en el movimiento del pie, que con sus 28 huesos, 55 articulaciones, múltiples ligamentos y músculos, es una estructura plenamente capacitada para dar apoyo al cuerpo y ser el elemento de contacto con el suelo en tanto en estática como en actividades motoras [21].

Las articulaciones del pie son de pequeñas dimensiones y complejas, puesto que unen el retropié con el mediopié y a su vez este con el antepié. Estas articulaciones son la articulación subastragalina o calcaneoastragalina, la articulación mediotarsiana o de Chopart, la articulación tarsometatarsiana o de Lisfranc, las articulaciones escafo-cuboidea y escafo-cuneales, las articulaciones metatarsofalángicas y las interfalángicas. Estas articulaciones tienen la función de orientar el pie con respecto al

eje vertical y anteroposterior, ya que el eje longitudinal le corresponde a la tibiotarsiana, para orientar correctamente el pie respecto al suelo independientemente de la posición de la pierna o el terreno, y la de poder modificar la bóveda plantar para que el pie pueda adaptarse al terreno y proporcionar una amortiguación y flexibilidad a la marcha [19].

Así pues, se obtiene que el pie como complejo estructural tiene la total libertad de moverse en los tres planos del espacio, ya que realiza los movimientos de flexo-extensión mediante un eje transversal a través de la articulación del tobillo, y puede realizar los movimientos de aducción y abducción respecto al eje vertical de la pierna y los movimientos de inversión y eversión respecto al eje longitudinal del pie.

Sin embargo, estos no existen en estado puro realmente en el pie, puesto que una articulación que se mueve en un plano se tiene que acompañar necesariamente por un movimiento en los otros planos. En este caso, la aducción se acompañará por necesidad de una inversión y una ligera extensión, dando lugar a la posición de supinación. Si el componente de extensión es anulado, se obtiene la actitud de varo. En el caso contrario, cuando la abducción se acompaña de eversión y flexión se obtiene la posición de pronación, y si de esta se anula la flexión se produce la posición de valgo.

Los músculos que se encargan de la pronación del pie son el peroneo lateral corto, el peroneo lateral largo, el extensor común de los dedos y el extensor largo del primer dedo, mientras que los encargados de la supinación son el tibial posterior, el tibial anterior, el flexor largo del primer dedo y el sóleo.

A su vez, el pie puede dividirse estructural y funcionalmente en tres segmentos: retropié, mediopié y antepié.

- En el retropié se sitúan el calcáneo y el astrágalo, con lo que consta de las articulaciones subastragalina y mediotarsiana o Chopart, que se encargan de adaptar la bóveda plantar de una manera correcta. Individualmente, la articulación subastragalina es la encargada de unir el astrágalo con el calcáneo y es la que realiza el movimiento de pronación y supinación del pie, mientras que la articulación de Chopart absorbe el impacto que se produce cuando el pie entra en contacto con el suelo.



- En el mediopié se encuentran el escafoides, el cuboides y las tres cuñas. Las articulaciones aquí presentes son las articulaciones intercuneales y la tarsometatarsiana o de Lisfranc. Las articulaciones intercuneales permiten ligeros movimientos verticales que modifican la curva transversal de la bóveda plantar, mientras que los pequeños movimientos en la articulación de Lisfranc producen las modificaciones de la curva del arco interno anterior.
- El antepié está formado por los metatarsianos y las falanges, con sus correspondientes articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas. De aquí tiene una importancia capital para el desarrollo de la marcha la primera articulación metatarsofalángica. En las articulaciones metatarsofalángicas, la extensión supera a la flexión, siendo el recorrido articular de 90° en extensión y de 50° en flexión.

### 2.3.1. La bóveda plantar

Kapandji se refiere a ella como un conjunto arquitectónico que asocia con armonía todos los elementos osteoarticulares, ligamentosos y musculares del pie [19]. La bóveda tiene la capacidad de adaptarse a cualquier terreno gracias a sus modificaciones y elasticidad, además de desempeñar el papel amortiguador indispensable para la flexibilidad de la marcha, por lo que su alteración repercute gravemente en la marcha, la carrera o la simple bipedestación.

En conjunto, se puede decir que la bóveda del pie está compuesta por tres arcos: el arco interno, el arco externo y el arco anterior.

- El arco interno es el más largo y alto del complejo de la bóveda plantar, además de ser el más relevante tanto en estática como en dinámica. Presenta dos puntos de apoyo, uno anterior y uno posterior, y está compuesto por cinco piezas óseas: el primer metatarsiano, el cual está en contacto con el suelo a través de la cabeza y siendo el punto de apoyo anterior; la primera cuña; el escafoides, que es la clave de bóveda del arco; el astrágalo, encargado de recibir y repartir las fuerzas que se transmiten por la pierna sobre la bóveda; y el calcáneo, que es el punto de apoyo posterior del arco mediante el contacto de su extremo posterior con el suelo. Estas estructuras óseas están unidas mediante un gran número de

ligamentos plantares, pero son los músculos los encargados de actuar como tensores del arco, interviniendo en este caso el tibial posterior, el peroneo lateral largo, el flexor propio del primer dedo, el flexor común de los dedos y el aductor del primer dedo.

- El arco externo es de una altura y longitud intermedia localizado en dos puntos de apoyo externos. Está formado por: el quinto metatarsiano, donde la cabeza del mismo constituye el punto de apoyo anterior; el cuboides que no contacta con el suelo; y el calcáneo, donde la tuberosidad posterior es el punto de apoyo posterior del arco. A diferencia del arco interno, que es muy flexible gracias al movimiento del astrágalo sobre el calcáneo, el arco externo es mucho más rígido, debido a la potencia del gran ligamento calcaneocuboideo plantar. En este arco, la clave de bóveda coincide con la apófisis mayor del calcáneo. En cuanto a la musculatura, los tensores activos de este arco son: el peroneo lateral corto, el peroneo lateral largo y el abductor del quinto dedo.
- El arco anterior presenta poca concavidad y se localiza desde la cabeza del primer metatarsiano, que se apoya sobre los sesamoideos, hasta la cabeza del quinto metatarsiano. De este arco forman parte también la cabeza del segundo metatarsiano, que es la clave de bóveda de este arco, y las cabezas de los metatarsianos tercero y cuarto. Este arco está sustentado por el ligamento intermetatarsiano y la curvatura transversal del mismo está mantenida por el abductor del primer dedo, el peroneo lateral largo (que de esta forma participa en los tres arcos), y las expansiones plantares del tibial posterior.

### **3. Anomalías estructurales y patologías del miembro inferior en la edad infantil**

Una vez desarrollados el crecimiento fisiológico y la estructura anatómica y biomecánica del miembro inferior, se puede establecer una normalidad en el miembro. Esta normalidad es necesaria de conocer para poder identificar las posibles anomalías o patologías que puedan encontrarse. Algunas de estas patologías pueden estar presentes

en el momento del nacimiento o bien pueden darse paralelamente al crecimiento del niño.

### **3.1. Alteraciones y patologías de la cadera**

En la cadera pueden darse multitud de situaciones anómalas que pueden condicionar el desarrollo del niño, bien sea desde el nacimiento o adquiridas durante el crecimiento. Como se ha explicado anteriormente, existe una angulación de anteversión femoral fisiológica en el momento del nacimiento, de unos 40° de media, la cual está presente durante los primeros años de vida y que va resolviendo de manera espontánea y natural con el crecimiento del niño para finalizar entre los 7-10 años alcanzando la angulación correcta.

Sin embargo, no es infrecuente que exista una anteversión femoral excesiva en niños a edades no correspondidas, la cual provoca una rotación interna de toda la extremidad inferior con una marcha con los pies hacia dentro, lo que es habitual durante los 3 primeros años de vida. Normalmente suele ser bilateral, dándose en niños que suelen dormir boca abajo con las caderas flexionadas y los pies en rotación interna o con tendencia a sentarse con las piernas en W o de sastre invertido (ejerce una fuerza de torsión interna sobre los fémures y de torsión externa sobre las tibias y que puede retrasar la corrección de las deformidades torsionales) y suelen presentar caídas frecuentes [12]. Por otra parte, en el caso contrario es posible encontrar casos de retroversión femoral, que es la falta de anteversión femoral fisiológica a una edad determinada.

Se pueden dar también alteraciones en el ángulo cérico diafisario de la cadera, el cual determina la inclinación de la cabeza femoral sobre la diáfisis del fémur y presenta un valor medio entre 125 y 135 grados en el adulto. Sin embargo el aumento de este ángulo por encima de los valores establecidos se denomina coxa valga, mientras que la disminución del mismo es lo que se conoce como coxa vara [22]. Se ha descrito que la posición en coxa valga o en coxa vara condiciona directamente toda la alineación del miembro inferior, puesto que en el caso de coxa valga llevará a una situación de

deformidad de las rodillas en genu valgo, acompañada de una rotación lateral del fémur y una supinación del pie; en el caso contrario, en el de coxa vara, la alineación en varo de la extremidad condiciona la aparición de genu varo en la rodilla junto con rotación medial del fémur y pronación del pie [23].

Sin embargo, no todas las patologías que se producen a nivel de la cadera son siempre anomalías torsionales o angulares. Pueden darse también casos de patologías que están presentes en el momento del nacimiento, como la displasia o luxación congénita de cadera, que es una alteración en la que se produce una pérdida de contacto entre la cabeza femoral y el cótilo a consecuencia de la disminución de la profundidad de la cavidad acetabular [24]. Esta alteración no se produce por una causa única, sino que entran en juego varios factores para que se desarrolle, tanto mecánicos como fisiológicos por parte de la madre o del niño, e incluso ambientales; además, puede producirse en dos momentos diferentes del desarrollo uterino: la cadera luxable o luxación de tipo fetal, que se produce por un detenimiento parcial del crecimiento intrauterino de la articulación de la cadera (constituyendo la mayoría de los casos de las displasias congénitas de cadera), y la cadera laxada o luxación de tipo teratológica, que se da cuando la alteración se desarrolla antes del tercer mes del crecimiento intrauterino, y es en este caso cuando la cadera aparece luxada en el momento del nacimiento [25]. Para su diagnóstico existen diversas maniobras exploratorias que pueden ayudar a detectarlo, como son la observación en la asimetría de los pliegues glúteos, la limitación de la aducción, la obtención de un resultado positivo en las maniobras de Ortolani y de Barlow (en las que se detecta el movimiento de la cabeza del fémur sobre el cótilo con un chasquido audible) o el signo de Galleazzi (se da más tardío, se observa con las rodillas a distintas alturas en decúbito supino). Además de todas estas maniobras exploratorias, mediante pruebas de imagen, tales como radiografías o ecografías, se puede identificar la presencia y el estadio de la patología. El tratamiento es indicado según la edad en la que se encuentre el niño, siendo conservador en el caso de menores de 6 meses (mediante férula de Pavlik o Frejka) o quirúrgico si la edad de intervención es superior a la indicada o si el tratamiento conservador fallase [26].

Otra patología que se da en el niño a nivel de la cadera es la necrosis de la cabeza femoral o enfermedad de Legg-Perthes-Calve, que se produce por la falta de riego sanguíneo en la cabeza del fémur, con lo que sin suficiente suministro de sangre al área, el hueso muere, la cabeza femoral colapsa y se vuelve plana, aunque posteriormente el aporte sanguíneo vuelve en varios meses y produce osteocitos nuevos que reemplazan el hueso necrosado en un período de 2 a 3 años. Generalmente, sólo una de las caderas está afectada, aunque puede ocurrir en ambos lados. [27]. La edad de afectación es principalmente entre los 3 y 8 años de vida, y es más frecuente su aparición en niños varones. Se presenta inicialmente como un dolor en la cadera del menor (a veces referido en la rodilla) o incluso cojera, que puede ser aparentemente indolora y de larga evolución. Aunque su causa no es definida, se aboga por una etiología multifactorial, entre las que se pueden incluir factores inflamatorios (sinovitis), factores vasculares (obstrucción de la luz vascular), factores genéticos (poco frecuentes), factores constitucionales (talla baja), factores ambientales (defectos de nutrición) o factores traumáticos (práctica deportiva o mayor actividad) [28]. Para poder identificar el estado en el que se encuentra la patología se han descrito 5 fases que pueden ser observadas radiológicamente. Estas fases son la inicial (solo es posible observar una disminución de la altura de la epífisis), la fase de condensación (epífisis de un color blanquecino, invasión del hueso necrótico por nuevos botones vasculares), fase de fragmentación o limpieza de los tejidos necrosados (epífisis fragmentada), fase de reconstrucción (calcificación del tejido óseo) y fase de remodelación [28,29]. El tratamiento de la enfermedad irá enfocado a la disminución del dolor, conservar la movilidad y evitar secuelas en la medida de lo posible. Así pues al ser una patología que remite en condiciones normales, se suele aplicar diferentes tipos de tratamientos conservadores, aunque dependiendo de la edad y del estadio en el que se encuentre la patología se optará también por la aplicación de un tratamiento quirúrgico [29].



Figura 4: Enfermedad de Perthes en fase de fragmentación con la cabeza parcialmente descubierta, comparativa con cadera sin afectar (Miranda, 2005)

Siguiendo con las patologías que se dan en la cadera durante el crecimiento del niño se habla también de la epifisiolisis de la cabeza femoral, la cual consiste en el desplazamiento entre el extremo superior del fémur y el cuello femoral sin necesidad de que haya antecedente traumático. Los jóvenes que padecen esta lesión presentan cojera, dolor de intensidad variable en relación con los esfuerzos físicos, una presencia de rotación externa del miembro inferior y se suelen dar más casos de intensidad de dolor crónica que de dolores agudos, generalmente con presentación en casos unilaterales aunque no es infrecuente que se den también casos bilaterales, y se produce sobre todo en adolescentes (entre 14 y 16 años), mayormente varones y con sobrepeso [30].

La etiología no es clara, si bien se han descrito que existen ciertos factores que influyen en la aparición de la patología, tales como factores biomecánicos, factores bioquímicos y factores genéticos, que al combinarse entre sí causan una fisis debilitada que no puede mantener la estructura de la articulación (de ahí su presencia en niños obesos) [31].

La clasificación de la lesión se puede hacer atendiendo a diferentes factores, aunque la más utilizada es la que se realiza en base a la duración de los síntomas, encontrándose así diferentes fases en función de este criterio: fase de predeslizamiento (en la que aún

no existe deslizamiento de la cabeza femoral y apenas presenta sintomatología, aunque se pueden apreciar irregularidades radiológicas), fase de desplazamiento agudo (hay un desplazamiento brusco de la cabeza de menos de 3 semanas de evolución que cursa con un dolor intenso que puede impedir la deambulación), fase de deslizamiento crónico (el más frecuente, cuando el dolor es superior a 3 semanas en la cadera, cara medial del muslo o en la rodilla) y la fase aguda sobre crónica (presencia de dolor crónico en los que súbitamente aparece dolor de fuerte intensidad impidiendo la marcha y la bipedestación) [30 ,31]. En esta patología el tratamiento indicado será siempre el tratamiento quirúrgico, puesto que la evolución normal de la epifisiolisis es la agravación de la lesión, e irá encaminado a evitar la progresión del deslizamiento, posibles complicaciones y minimizar las consecuencias evolutivas potenciales [30].



Figura 5: Epifisiolisis de la cabeza femoral con disminución de la altura epifisaria (Grau-Olivé, 2002)

Por último pero no menos importante, otra patología que se da en los niños es la sinovitis transitoria de cadera o cadera irritable, descrita en 1892 por Lovett y Morse, la

cual es la causa más común de cojera y dolor de la cadera en el niño entre los 3 y 10 años (mayor incidencia entre los 4 y 7 años), con una mayor predominancia en varones y con tendencia a su resolución espontánea en pocos días [32]. Está provocada por una inflamación en la membrana sinovial que envuelve a la articulación de la cadera, que ocurre siempre de manera unilateral y presenta una etiología desconocida, si bien se asocia a haber padecido simultáneamente una infección vírica de las vías respiratorias superiores [33]. Se manifiesta clínicamente por un comienzo brusco doloroso a nivel de la cadera, en la cara anterointerna del muslo y rodilla, además de presentar una cojera con limitación de la movilidad, sobre todo en la rotación interna y de la abducción, y en ocasiones se manifiesta una febrícula no soliendo ser superior a los 38° de temperatura. Para su diagnóstico es importante diferenciarla de otras patologías de las que se han hablado anteriormente, puesto que la clínica suele ser similar, con lo que en este caso estarían indicadas las pruebas de imagen tales como radiografías o ecografías. Como se ha indicado, la evolución y pronóstico de la lesión es favorable, con la tendencia a la remisión espontánea en torno a los 8-10 días, con lo que está indicado el reposo en cama del niño durante la duración de los síntomas a fin de evitar el dolor y hacer que la inflamación disminuya, por lo que está indicado también el uso de antiinflamatorios para la disminución del dolor y de la inflamación [32,33].

### **3.2. Alteraciones y patologías de la rodilla**

Al igual que en la cadera, la rodilla también puede ser motivo de alteraciones estructurales o de patologías que afectan durante el desarrollo de la extremidad inferior. Una de estas afectaciones puede verse a nivel de la torsión tibial, de la que se ha hablado anteriormente que presenta unos 2° aproximadamente en el momento del nacimiento y que irá rotando externamente en valores aproximadamente de un grado por año hasta establecerse sobre unos valores de 15°-20° de torsión externa ya en la edad adulta. Sin embargo esta rotación de la tibia puede verse afectada en estos valores, dando lugar a encontrarse casos de torsión tibial interna o torsión tibial externa excesiva.

La torsión tibial interna suele pasar desapercibida hasta que el niño empieza a caminar, en torno los 12-18 meses, y la causa más común de advertirla es por la presencia de una



marcha con las puntas de los pies hacia dentro, y una alineación en la que cuando las rótulas miran hacia delante los pies miran hacia dentro. Para el pronóstico es importante observar los antecedentes familiares, puesto que si los padres y hermanos del niño presentan una correcta alineación es muy grande la probabilidad de corrección espontánea alrededor de los 7-8 años de edad [34]. En el caso de la torsión tibial externa aumentada, suele ser una deformidad adquirida secundaria a una contractura de la cintilla ilio-tibial, aunque también existen casos congénitos. Se da tanto de manera unilateral como bilateral, siendo así en la forma congénita, y se aprecia una desviación hacia fuera de los pies cuando las rótulas miran hacia delante. A veces puede ser secundaria a una anteversión femoral excesiva. Dependiendo de la edad de aparición, gravedad y antecedentes familiares el tratamiento puede variar, ya que en niños con el crecimiento se irá corrigiendo la torsión externa excesiva, pero si se da en edades más avanzadas será necesario un tratamiento quirúrgico, puesto que la tendencia es de empeorar [34].

En la rodilla también pueden darse casos de alteraciones axiales en el plano frontal en los casos de genu varo y valgo. Como se ha señalado con anterioridad, existe una angulación en genu varo considerada fisiológica en el momento del nacimiento y persiste de manera moderada hasta el año y medio aproximadamente. De ahí avanza progresivamente hacia un genu valgo de unos 15° para posteriormente establecerse en torno a los 7°-8° de valgo ya en la edad adulta. Pero existen casos en los que estas angulaciones pueden considerarse ya patológicas puesto que no concuerdan con el desarrollo previamente descrito. El genu varo se considera anormal cuando está presente más allá de los 2-3 años de edad, cuando existe una distancia intercondílea superior a 3 cm, cuando los maléolos están en contacto o cuando existe un genu varo mayor de 15° en el ángulo muslo-pierna [35]. En cuanto al genu valgo, será considerado patológico cuando se observe una distancia intermaleolar de más de 9 cm o cuando se superen los 15° en el ángulo muslo pierna [36].



Figura 6: Comparativa de las alteraciones estructurales patológicas de genu varo frente a genu valgo (Losada Bardeci, 2002)

Conjuntamente entre estas alteraciones puede darse lo que se conoce como la triple deformidad de Judet o rodilla en bayoneta, que asocia la anteversión femoral, la torsión tibial interna y el genu varo. Aunque este genu varo no se trata en realidad de un genu varo real, puesto que si se alinean las rótulas mirando al frente este se corrige, aunque estas si están en posición convergente durante la marcha [37].

No solo en el plano frontal se dan anomalías angulares como son el genu varo y valgo patológicos, también en el plano sagital es susceptible de aparecer algún tipo de anomalía tales como el genu recurvatum y el genu flexum. El genu recurvatum se define como una deformidad de la rodilla en hiperextensión de la pierna sobre el muslo más allá de 180° o posición cero de referencia. En la mayoría de los casos es bilateral, simétrico, de origen constitucional y asintomático, pudiendo considerarse fisiológico en los primeros años de vida por la laxitud ligamentosa que presenta. Puede ser congénito o adquirido (óseo, ligamentoso o mixto) y, en este caso, asimétrico y posiblemente sintomático. Se presenta con diversas manifestaciones clínicas: dolor, inestabilidad femorotibial, inestabilidad femoropatelar, desigualdad de longitud de los miembros

inferiores e incluso un perjuicio estético. La exploración física debe ser completa y, sobre todo, bilateral comparativa y la exploración radiológica permite medir el grado del recurvatum, tanto en el aspecto óseo intraarticular o extraarticular como en el aspecto ligamentoso [38]. El genu flexum, por el contrario, es una deformidad de la rodilla en la cual la articulación no puede realizar una extensión completa y por lo tanto se encuentra de forma permanente en una posición de flexión, además de ser siempre patológico por la molestia funcional que ocasiona y, a largo plazo, por la destrucción articular que produce [39].

Al igual que en la cadera, no solo afectan a la rodilla alteraciones estructurales en la angulación fisiológica, sino que también existen patologías desarrolladas en la edad infantil que afectan a los diferentes segmentos de la articulación. Una de ellas es la enfermedad de Blount, o tibia vara, es un trastorno en el crecimiento de la epífisis de la tibia que provoca una deformidad en varo sobre la misma. Puede darse tanto en niños como en adolescentes y la etiología es realmente desconocida, aunque se aprecia que existe un trastorno del crecimiento y de la osificación postero-interna de la epífisis proximal de la tibia, pudiendo ser esta provocada por el exceso de presión en la zona que inhibe el crecimiento de la fisis [34]. Pueden darse casos tanto en la infancia como en la adolescencia, sin ninguna predeterminación sexual que influya en su aparición, y además con una clara relación con niños obesos con deambulación precoz y mayor frecuencia de aparición entre los niños de raza negra [34, 40]. Clínicamente puede manifestarse de manera bilateral cuando aparece en la edad infantil o unilateral cuando aparece en la adolescencia, observándose un arqueamiento fuerte de la tibia por debajo de la rodilla, y se diferencia en este caso del genu varo fisiológico en que en este caso el fémur también presenta un ligero arqueamiento a nivel distal; además el genu varo fisiológico resuelve con el crecimiento mientras que la enfermedad de Blount tiende a empeorar [40]. En función de su gravedad y fase de aparición se han diferenciado hasta 6 estadios de la enfermedad: el estadio I (que se da entre 2-3 años) y el estadio II (desde los 2 años y medio hasta los 4 y medio) son los que aún permiten una curación completa de la patología. Los estadios III (4-6 años) y estadio IV (5-10 años) presentan irregularidades definitivas en la cara medial de la tibia, aunque puede aún establecerse una restauración relativamente normal de la articulación. Sin embargo los estadios V (de 10 a 11 años) y VI (de 11 a 13 años) presentan daños estructurales irreparables, con

lo que el tratamiento variará en función del estadio en el que se encuentre, intentándose en los estadios I y II precozmente el tratamiento mediante ortesis, pero acaba siendo el quirúrgico el finalmente empleado cuando el ortésico no da resultado [34].

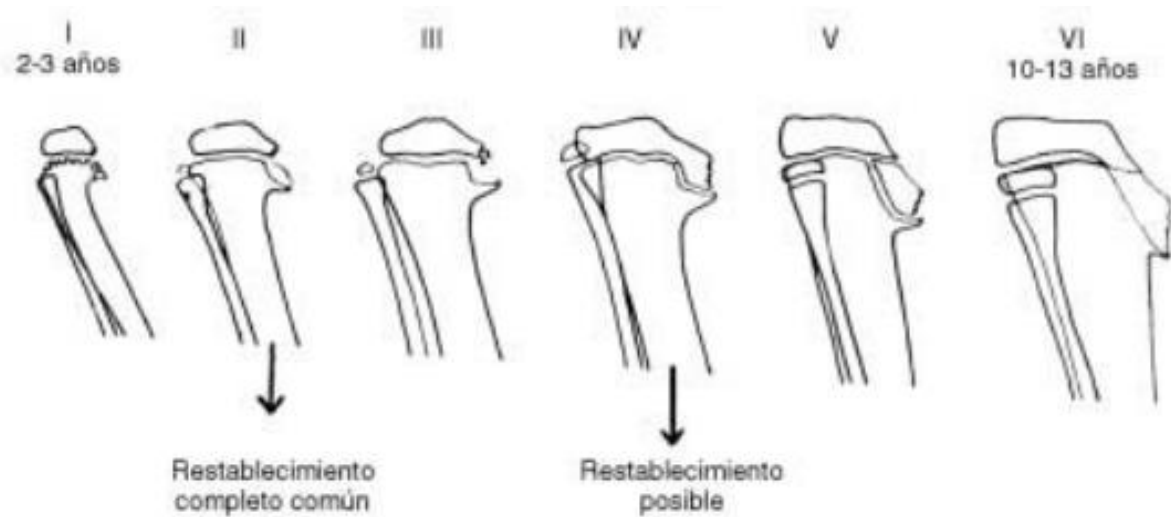


Figura 7: Las seis etapas de la tibia vara en relación con la edad (Losada Bardeci, 2002)

También en la tibia se puede dar durante la infancia y la adolescencia otra patología que causa un dolor frecuente en la zona anterior de la rodilla llamada enfermedad de Osgood-Schlatter. Es una necrosis avascular de la tuberosidad anterior de la tibia, siendo la más común de las apofisitis en adolescentes, sobre todo con tendencia deportiva, puesto que es el resultado de microtraumatismos de acción repetida sobre la tuberosidad anterior de la tibia en fase de crecimiento, donde se insertan los músculos extensores de la rodilla, con la consecuente fragmentación de la tuberosidad tibial, lo que desencadena un proceso inflamatorio alrededor de ésta [41]. Aparece entre los 10 y 15 años, con mayor tendencia de aparición en el sexo masculino, y suele ser de manera unilateral. Presenta una clínica dolorosa a nivel de rodilla principalmente, el cual aumenta considerable con la actividad deportiva, y se puede observar dolor e inflamación a nivel de la tuberosidad anterior de la tibia y en la zona de inserción del tendón rotuliano; además es aconsejable la realización de una prueba radiológica para descartar otras patologías. Es una patología autolimitante y resuelve por si sola con la maduración ósea en torno a los 14 y 16 años, por lo que no será preciso aplicar ningún

tipo de tratamiento específico más allá del reposo, tomar medicación antiinflamatoria y del cese de la actividad deportiva para evitar los microtraumatismos de repetición que la provocan [42].



Figura 8: Enfermedad de Osgood-Schlatter. Detalle de la fragmentación de la apófisis tibial derecha (Carabaño Aguado, 2011)

No solo en la tibia aparecen las patologías relacionadas con la rodilla, ya que también existen descritas diferentes procesos patológicos en los que se ve afectado la zona distal del fémur, como en el caso de la osteocondritis disecante de la rodilla, la cual es un trastorno en el que un segmento de cartílago y su hueso subcondral correspondiente se separan parcial o totalmente de la superficie articular. Tiene una mayor tendencia de aparición en el sexo masculino, siendo la edad media de presentación es entre 5 y 15 años. La enfermedad puede deberse a una fractura osteocondral o subcondral no consolidada, sin etiología clara (aunque se barajan diversas posibilidades, entre las que

destacan los trastornos del crecimiento, las anomalías epifisarias, los desequilibrios endocrinológicos, la predisposición familiar, los traumatismos y la necrosis avascular) y con una localización de la lesión principalmente en el cóndilo femoral interno [43]. Clínicamente, la mayoría suelen ser asintomáticas, siendo un hallazgo radiológico casual donde se aprecia una lesión con aspecto de cráter en la zona de carga del cóndilo femoral, pero en ocasiones aparece dolor o derrame articular que aumenta con la actividad física y en el examen físico, si el fragmento osteocondral ha llegado a perderse, se observa un bloqueo intermitente de la rodilla [42]. La evolución de la enfermedad suele tener un buen pronóstico hacia la curación cuando se da en edad juvenil, puesto que suele producirse una curación espontánea, de forma que las medidas conservadoras suelen proporcionar buenos resultados, por lo que el tratamiento se dirigirá a estabilizar la lesión antes de la maduración ósea y donde se procederá a limitar la actividad física (sobre todo deportiva) y administrar fármacos antiinflamatorios hasta que el dolor haya desaparecido [42, 43].

Por último, también la rótula puede verse afectada por lesiones propias de la edad juvenil y adolescente, siendo en este caso la enfermedad de Sinding-Larssen-Johansson o apofisititis distal de la rótula. Esta patología, descrita en 1921 por los dos cirujanos que le dan su nombre, forma parte del grupo de las osteocondrosis del miembro inferior y se trata de una inflamación crónica que se produce en la zona de inserción de la rótula con el tendón rotuliano acompañada de calcificación, que aparece generalmente en niños y adolescentes [44] debido a que en esta zona de inserción rotuliana se producen sobrecargas y microtraumatismos crónicos por flexiones e hiperextensiones repetitivas de la rodilla, con lo que resulta frecuente su aparición en niños que participan en deportes organizados de competición [42]. La enfermedad de Sinding-Larssen-Johansson constituye una causa frecuente de aparición de dolor e impotencia funcional en la rodilla en deportistas adolescentes en edad de crecimiento rápido sin antecedente traumático previo. Clínicamente existe un punto doloroso en el polo inferior de la rótula y sobre la porción proximal del tendón rotuliano con signos inflamatorios locales que llevan a la incapacidad funcional de la rodilla, siendo el resto de la exploración normal, aunque posteriormente aparecen en las pruebas radiológicas una fragmentación ósea del polo distal de la rótula [45]. Como otras tantas patologías anteriormente nombradas, esta también es una lesión autolimitada y con una duración aproximada de 12 meses

para su resolución espontánea y que suele revertir hacia el final del crecimiento, con lo que el tratamiento indicado es la restricción de la actividad física y la administración de antiinflamatorios [42, 44, 45].



Figura 9: Enfermedad de Sinding-Larsen-Johansson. Se observa irregularidad del polo inferior de la rótula derecha con presencia de fragmentos óseos adyacentes a la superficie de la misma (Zamorano, 2010)

### 3.3. Alteraciones y patologías del pie

Al igual que en los niveles superiores (cadera y rodilla), el pie es también una unidad estructural susceptible de poder darse anomalías tanto estructurales como patológicas durante la infancia y adolescencia. Muchas de estas alteraciones pueden darse ya en el momento del nacimiento, por lo que se hablarían de patologías congénitas del pie. Una de estas patologías es el metatarso aducto congénito, el cual es la deformidad del pie más común en el recién nacido y que se caracteriza por una desviación medial del antepié (con aducción global de los metatarsianos), mientras que el retropié se halla en posición neutra o en ligero valgo [46]. Sólo está desviado hacia dentro el antepié pudiéndose apreciar la prominencia del resalte de articulación calcáneo-cuboidea, y el primer dedo está dirigido hacia el interior. Su etiología es desconocida, pero se suman

factores genéticos y mecánicos, tal como la posición intrauterina del niño, y puede ser clasificado en 3 grados con relación a la aducción y rigidez de la deformidad: leve (aducción del antepié sin inversión, pudiendo llevarse a abducción pasivamente o mediante estimulación de la musculatura peronea), moderado (pies con la parte anterior en aducción e inversión, borde externo convexo con base del quinto metatarsiano prominente, borde interno cóncavo, con arco longitudinal normal y ligero acortamiento del pie) y grave (pies con deformidad más estructurada, donde a las características anteriormente descritas, habría que añadir forma arriñonada, con surcos transversales en región media del pie y aumento del arco longitudinal interno) [46, 47].



Figura 10: Alineación fisiológica del pie en comparación con los tres grados clasificatorios de metatarso aducto (Ebri, 2002)



El tratamiento para el metatarso aducto comenzará en el nacimiento mediante manipulaciones sujetando el retropié, a nivel de la articulación de Lisfranc y abduciendo el antepié a nivel de las cabezas metatarsales, además de evitar el dormir en una posición boca abajo con las piernas en rotación interna puesto que retrasa la corrección. Si persiste el aducto o son rígidos es conveniente con una férula de Dennis- Browne, férulas tipo Bebax, o bien yesos según esquema de Ponseti, ajustándolos cada 15 días. Debe de quedar resuelto antes de iniciar la bipedestación, ya que en los casos más irreductibles será necesario intervenir quirúrgicamente [47].

Otra deformidad que se puede dar en el recién nacido es el caso del pie zambo o pie equino varo congénito, el cual es una malformación consistente en una deformación tridimensional del pie en la que se presenta una deformidad de equinismo, varismo y supinación del retropié, y aducción del antepié. Todas las articulaciones de pie y tobillo suelen estar afectadas y, en general, asocia una arteria tibial anterior hipotrófica, una atrofia de la musculatura de la pantorrilla y una disminución del tamaño del pie [48]. Es de origen incierto, puesto que se dan varias teorías para su aparición, siendo una un defecto anatómico-mecánico-embriionario que se produce por una alteración entre las semanas 7<sup>a</sup> y 10<sup>a</sup> de gestación dando como resultado una retracción cápsula-ósea-ligamentosa, y otra la de un defecto conectivo-neuromuscular por déficit neurológico, por desequilibrio entre el tono muscular entre flexores-extensores, plantares y la consiguiente fibrosis y contractura muscular [47]. El tratamiento de esta deformidad debe de iniciarse lo más precozmente posible, iniciándose con un tratamiento conservador consistente en manipulaciones seriadas junto a yesos u ortesis hasta la corrección clinicorradiológica. Las maniobras han de ser suaves, progresivas y contemplando la tracción y favorecer la laxitud, siendo el orden de la corrección muy importante: primero se debe corregir el aducto del antepié, luego el varo del retropié, y finalmente, el equino del retropié. El tratamiento quirúrgico será indicado en deformidades que no responden al tratamiento conservador, realizándose una capsulotomía de las articulaciones del retropié y un alargamiento de los tendones del tibial posterior, del flexor común de los dedos, del flexor del primer dedo y del tendón de Aquiles [47, 48].

Pero si hay una patología en el pie en la edad infantil que es verdaderamente conflictiva es el pie plano, ya que como se ha indicado anteriormente el recién nacido y el niño menor tienen lo que se llama el pie plano fisiológico, cuyo aspecto se debe a la prominencia de la almohadilla adiposa del arco interno, y es conveniente diferenciarlo de los pies planos patológicos que si requieren tratamiento, como son el pie plano congénito por astrágalo vertical, el pie plano por coalición tarsiana y el pie plano laxo o flexible [49]. Aun existiendo varios tipos de pie plano en el niño, en general es definido como la disminución de la bóveda plantar, abducción y supinación del antepié y valgo del retropié. Las alteraciones anatómo-patológicas que van a estar presentes con el aplanamiento de la bóveda son el valgo de talón, medible por el ángulo de Helbing, el equinismo astrágalo-calcáneo, con aspecto de hundimiento interno y aparición prominente del escafoides, la aducción del astrágalo con presencia de un pliegue intermaleolar, y la supinación y abducción del antepié con el primer metatarsiano más elevado [47]. El tratamiento del pie plano estará en función del tipo del que se trate, la incapacidad funcional que provoque y la edad del niño:

- El pie plano congénito o astrágalo vertical, donde aparece el astrágalo verticalizado entre el escafoides y el calcáneo, el talón está orientado hacia fuera y en posterior a la altura del maléolo externo. En el examen físico se observa un pie plano rígido, doloroso en forma precoz y con poca movilidad. Requiere un tratamiento enérgico y precoz con yesos correctores y se recurrirá a la cirugía cuando no haya mejoría con el tratamiento ortopédico o cuando el diagnóstico se ha hecho en forma tardía. El uso de yesos temprano no es eficaz del todo, y se pueden obtener mejorías para el apoyo con la cirugía [47, 49].
- El pie plano por coalición tarsiana (conexión anormal entre dos huesos en el mediopié o el retropié) comprende los que se producen por fusiones del calcáneo con el escafoides (que es el más frecuente) y los producidos por la fusión del astrágalo con el calcáneo. Este tipo de pie plano es rígido y doloroso, apareciendo este dolor en edades más avanzadas, en torno a los 8-12 años. El tratamiento irá en función de la edad del niño, dolor que presente e incapacidad funcional que pueda acarrear, pudiendo utilizarse un tratamiento conservador consistente en ortesis plantares de descarga de la zona junto con periodos de

inmovilización, o bien se empleará el tratamiento quirúrgico reseccionando la fusión ósea [47, 49].

- El pie plano laxo o flexible es sin duda el más frecuente y suele ser asintomático al examen físico. Cuando el niño no apoya el pie se observa un buen arco longitudinal, sin embargo en el momento de apoyar los pies se aplana hasta desaparecer. Se encuentran, además, diferentes grados de abducción del antepié y valgo del retropié. El pie plano flexible suele asociarse a una laxitud ligamentosa generalizada, en particular de manos, muñecas, codos y rodillas, y a menudo se observa en varios miembros de una misma familia. En la mayor parte de los casos el pie plano flexible es asintomático, pero en algunos provoca tensión y dolor por la alteración de la mecánica del pie. Este dolor puede ser mediotarsiano o un dolor difuso en la cara anteroexterna de la pierna. La intensidad de las molestias determinará la indicación del tratamiento. Tradicionalmente, los casos de pie plano se han tratado mediante calzadoterapia y con ortesis plantares que proporcionen apoyo en el arco longitudinal y que además compensen el valgo del calcáneo. En la actualidad se recomienda que un niño con pie plano flexible sin síntomas importantes utilice zapatos corrientes, incluyendo zapatillas deportivas, y solo se recomiendan zapatos especiales, con o sin plantilla, en aquellos niños que tengan dolor importante y persistente, o en aquellos que tengan una deformidad tan significativa que desgasten o deformen rápidamente el calzado de uso habitual [49].

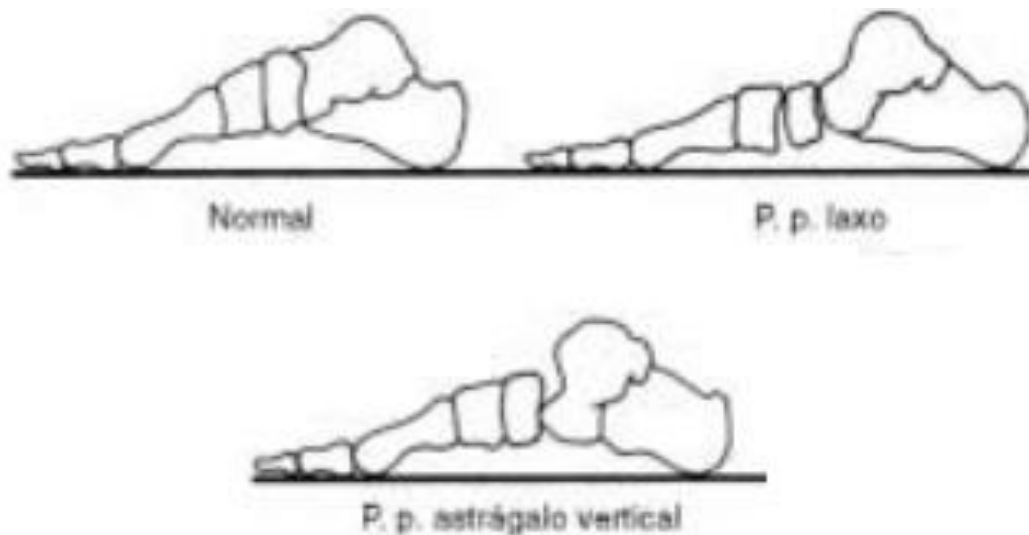


Figura 11: Disposición ósea en el pie plano por astrágalo vertical y laxo en comparación con el pie normal (Ebri, 2002)

Congénitamente, aunque de aparición menos frecuente, pueden también darse casos de alteraciones como el pie talo. El pie talo es una deformidad en la cual el pie permanece constantemente en flexión dorsal acompañándose de valgo, en la que los tejidos blandos del dorso y la porción lateral del pie muestran contracción (contractura de musculatura peronea) y limitan la flexión plantar y la inversión. Radiográficamente, son pies de estructura ósea normal en la que no hay luxación o subluxación de los huesos del tarso [50]. Su aparición está asociada a posiciones anómalas dentro del útero y presenta un pronóstico benigno, pudiendo resolver en pocas semanas con manipulaciones y el uso de férulas [47].

Durante la infancia y adolescencia es posible también la aparición de otro tipo de alteración estructural tal como el pie cavo. Este tipo de pie se define por un aumento anormal de la altura de la bóveda plantar en el mediopié por flexión acentuada de los metatarsianos. Es una entidad compleja dada la diversidad etiológica, su diferente evolución y sus múltiples formas de tratamiento. La edad de presentación está entre los 8-12 años, y aun siendo rara su aparición congénita (suele ser por compresión intrauterina), en ocasiones está presente al nacer con el primer dedo en garra [50]. Su etiología es raramente idiopática, estando la mayoría de las veces (80%) asociado a una

causa neurológica, que en muchos casos es unilateral, a una enfermedad heredodegenerativa tipo o a una malformación lumbosacra. Suele presentar las siguientes características: aumento del arco plantar con convexidad del dorso del pie que progresa con la edad de forma lenta de los 5 a los 11 años, varo de calcáneo (en ocasiones aunque raramente valgo) y garra de los dedos con horizontalización del astrágalo. Clínicamente existen trastornos en la marcha, con tensión permanente y contractura dolorosa a nivel plantar, metatarsalgias e hiperqueratosis y callosidades en la zona de la cabeza de los metatarsianos y con dificultades para el uso del calzado por la garra de los dedos y la convexidad dorsal del pie. Al comienzo, la deformidad es flexible ya que puede ser corregida mediante la simple elevación del antepié y antes de los 5 años de edad no precisan tratamiento, pues el niño no suele quejarse. El tratamiento mediante soportes plantares consistirá en ortesis de descarga con apoyo retrocapital para aliviar el dolor de la metatarsalgia. Los pies cavos con ligera alteración morfológica y sin trastornos funcionales nunca deben ser tratados quirúrgicamente. La cirugía sólo está indicada ante una deformidad grave, y de alguna manera incapacitante en adolescentes y adultos, o con evidencia de muy mala evolución en los niños [47, 50].

Otro tipo de alteración que se puede encontrar congénitamente es la presencia de huesos accesorios o supernumerarios en el pie, que son pequeños huesecillos que aparecen junto a los huesos del esqueleto óseo normal y suelen ser asintomáticos, aunque pueden provocar alteraciones en la biomecánica del pie, siendo el de mayor frecuencia y problemática en la edad infantil el escafoides accesorio. El escafoides accesorio es un hueso supernumerario que se localiza en la parte interna del pie, un par de centímetros distal e inferior al maléolo tibial, en la zona interna del escafoides. Aparece como un centro de osificación secundario, pudiendo estar separado del resto del escafoides o unido a él con un tejido fibroso, y en ocasiones se funde completamente con el resto del hueso formando un escafoides con un extremo interno anormalmente prominente e incurvado, llamado escafoides corneado [51]. En muchas ocasiones, el escafoides corneado, o la presencia de un escafoides accesorio, es causa de un pie plano valgo. Aunque suele ser asintomático, la sobrecarga, la marcha prolongada o el roce del zapato pueden ser causa de dolor, en algunas ocasiones muy invalidante, que no permite al niño una actividad física o una vida normal. El tratamiento inicial es conservador mediante reposo, evitar el roce del calzado por la parte interna, antiinflamatorios, ortesis

plantares con soporte del arco interno, tratamiento analgésico e incluso inmovilización de yeso. En último extremo, y siempre que hayan fracasado las medidas conservadoras, se recurrirá al tratamiento quirúrgico, que consistirá en la extirpación del escafoides accesorio o en la resección del cuerno del escafoides [47,51].



Figura 12: Radiografía de pie plano doloroso asociado a escafoides accesorio (Parra García, 2011)

### 3.3.1. Osteocondrosis del pie en el niño

Como se ha indicado anteriormente, se pueden dar osteocondrosis a niveles superiores del miembro inferior durante la infancia y la adolescencia (como la enfermedad de Osgood-Schlatter o la de Sinding-Larssen-Johansson), pero también pueden darse a nivel del pie, donde son varias las osteocondrosis que pueden hacer su aparición. Al

igual que las que se producen por ejemplo en la rodilla, la etiología más aceptada en la aparición de las osteocondrosis son los microtraumatismos de repetición en una zona concreta, por lo que su aparición es mayor en niños que practican deporte. Al igual que las anteriores, las osteocondritis del pie son procesos autolimitantes, por lo que su curación suele ser espontánea, aunque esto implica el abandono temporal de la práctica deportiva y el uso en ocasiones de soportes plantares para aliviar la sintomatología. Las osteocondritis que se dan en los niños son la enfermedad de Sever, la enfermedad de Köhler, la enfermedad de Freiberg y la enfermedad de Renander.

- La enfermedad de Sever es la causa más frecuente de dolor a nivel del talón en niños que practican algún tipo de deporte. Se la conoce también como apofisitis del calcáneo y es producida por la tracción constante del tendón de Aquiles sobre el núcleo de osificación secundario del calcáneo. Se presenta con mayor frecuencia entre los 8-12 años y mayormente se da en niños varones, soliendo aparecer casi siempre de manera unilateral. La clínica que acontece a esta patología viene definida principalmente por dolor en el talón por debajo de la inserción del tendón de Aquiles, el cual es acentuado con la práctica deportiva, especialmente los que en su desarrollo existen gestos constantes de carrera y salto. El diagnóstico es clínico, aunque la radiografía está recomendada para el diagnóstico diferencial con otro tipo de patología (tumoral). El tratamiento indicado en este caso es, a parte de la anulación durante varias semanas de la práctica deportiva, el uso de ortesis plantares con taloneras con elevación del tendón de Aquiles de un material de amortiguación para relajar la tensión sufrida, pudiéndose usar también antiinflamatorios orales [47, 52].



Figura 13: Enfermedad de Sever. Se aprecia radiológicamente la apofisitis del núcleo de osificación secundario del calcáneo (Ebri, 2002)

- La enfermedad de Köhler es una osteocondritis que se da en el núcleo de osificación proximal del escafoides que aparece entre los 3 y 7 años en los niños, afectando con mayor frecuencia a los varones y siendo en la mayoría de los casos de afectación unilateral. El núcleo de osificación del escafoides sufre presiones de los huesos vecinos anteriormente osificados, y además por su situación dentro del arco plantar y lo estrecho del espacio que le corresponde a este hueso, puede dar lugar, bajo ciertas condiciones, a la interferencia con el flujo sanguíneo del escafoides en desarrollo. La sintomatología que refiere el niño es siempre dolor en el pie localizado en la zona dorsomedial del tarso, a veces en reposo, cojera a la deambulación, mayor sensibilidad a lo largo del lado interno del pie, discreto edema regional y coloración rojiza, incluso los movimientos de rotación del pie provocan dolor y reacción defensiva. En la radiología, el escafoides aparece aplanado y denso como un disco o una moneda. El tratamiento indicado será el uso de soportes plantares con sostén flexible del arco plantar con el fin de evitar la compresión del escafoides, junto con la limitación de la actividad deportiva [47, 53].



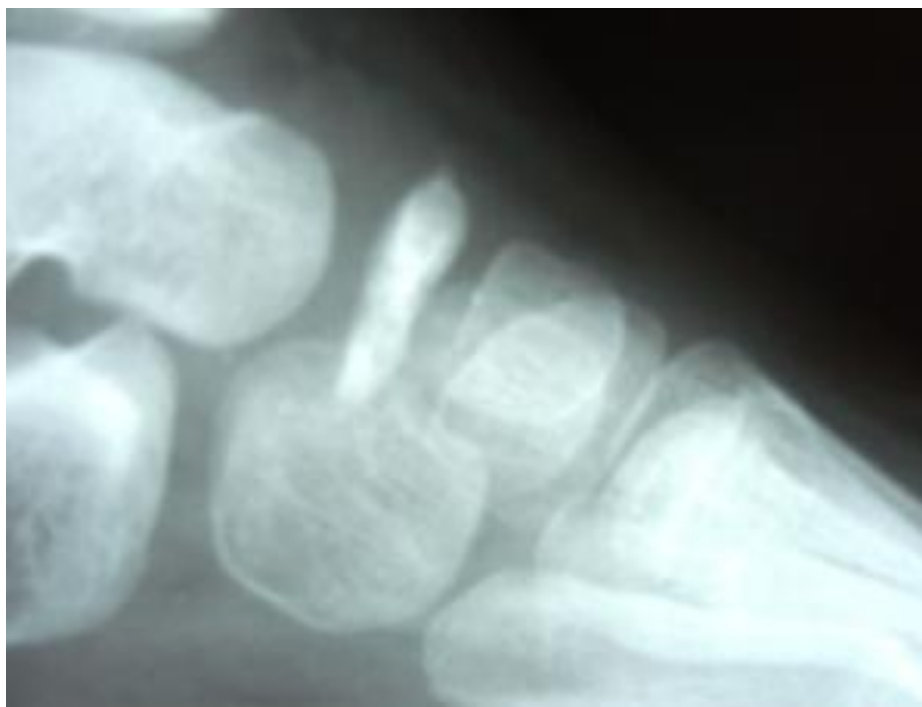


Figura 14: Aplanamiento del escafoides en forma de disco por la compresión (Narváez, 2006)

- La enfermedad de Freiberg, también conocida como Köhler II, es la osteocondrosis de la cabeza del segundo metatarsiano, y ocasionalmente la del tercer metatarsiano. Afecta con mayor frecuencia a la mujer en la adolescencia (se asocia al uso del zapato de tacón alto y a actividades que exigen estar mucho en puntillas como la danza) y suele ser unilateral, siendo consecuencia de un traumatismo único o múltiple, que origina un déficit vascular en la zona, con lo que se asocia con la sobrecarga de fuerzas a que se ve sometida la cabeza del segundo metatarsiano. Las manifestaciones clínicas incluyen dolor, tumefacción y limitación de la movilidad de la articulación metatarsofalángica e incluso en numerosas veces se puede observar una tumefacción difusa en el antepié. Su diagnóstico es radiológico, apareciendo en los casos establecidos aplanamiento de la cabeza del 2º metatarsiano en la zona articular y ensanchamiento, existiendo alternancia de zonas radioopacas con radiolúcidas, así como engrosamiento de la diáfisis. El pronóstico es favorable hacia la remisión de la sintomatología mediante el tratamiento del uso de un soporte plantar con descarga selectiva de la cabeza del segundo metatarsiano [47, 54].

- La enfermedad de Renander u osteonecrosis de los sesamoideos es la menos frecuente de las osteocondritis del pie, pudiendo afectar a cualquiera de los dos sesamoideos, siendo de mayor incidencia en el medial, de frecuente aparición en la adolescencia entre jóvenes que practican gimnasia o atletismo. El síntoma principal es una metatarsalgia persistente caracterizada por un dolor puntual y localizado en la cara plantar de la primera articulación metatarsofalángica que aumenta en intensidad. En las fases iniciales, el dolor es intermitente, para en fases posteriores, convertirse en constante. En la exploración física, un síntoma común es el dolor a la dorsiflexión forzada del primer metatarsiano al igual que la flexión plantar contra resistencia, sin necesidad de que exista hiperqueratosis en la zona sugerente de hiperpresión. En algunos casos de larga evolución hay alteración en la marcha, con supinación del antepié y sobrecarga del quinto metatarsiano como compensación para no apoyar la cabeza del primer metatarsiano. El diagnóstico se realiza solicitando radiografías axiales o de Walter-Müller para observar los sesamoideos, aunque no muestran hallazgos hasta los 9-12 meses de evolución. Junto con el cese de la actividad deportiva está indicado el uso de soportes plantares que descarguen el apoyo de los sesamoideos [55].

#### **4. El fútbol: concepto, historia moderna y posiciones. Relación entre los niños y el fútbol. Lesiones en la práctica del fútbol.**

El fútbol es un deporte de equipo jugado entre dos conjuntos de once jugadores cada uno y varios árbitros que se ocupan de que las normas se cumplan correctamente. Se practica en un terreno de juego rectangular de césped natural o artificial, con una portería en cada extremo del campo y se juega mediante una pelota que se debe desplazar a través del campo con cualquier parte del cuerpo que no sean los brazos o las manos, y mayoritariamente con los pies, siendo el objetivo del juego el introducirla dentro de la portería contraria, acción que se denomina marcar un gol. El equipo que logre más goles al cabo del partido, de una duración de 90 minutos, es el que resulta ganador del encuentro.

Aunque sus orígenes se remontan varios siglos atrás, fue en las Islas Británicas durante la Edad Media, donde se encuentran puntos en común entre diferentes juegos de pelota que se desarrollaron desde el siglo III A. C. El fútbol tal cual se conoce en la actualidad, comenzó en el año 1863, cuando en Inglaterra se separaron los caminos del "rugby-football" (rugby) y del "association football" (fútbol), fundándose la asociación más antigua del mundo: la "Football Association" (Asociación de Fútbol de Inglaterra), el primer órgano gubernativo de dicho deporte [56]. Anteriormente a esto se trataba de un deporte rudo y violento, con una amplia variedad de reglas según qué escuela lo practicara y sin ninguna base común. Pero es en 1863 cuando su desarrollo comenzó a sentar las bases de las reglas actuales. Así, en la Universidad de Cambridge se trató de hallar una base común y fijar reglas aceptables para todos. En 1848, un grupo de ex estudiantes de diferentes colegios habían hecho un primer intento en unificar la gran variedad de versiones existentes del deporte. La reunión de Cambridge fue un intento de introducir orden entre la confusión de las reglas, principalmente eliminando el juego rudo y violento y la posibilidad de poder coger el balón con la mano. La reunión decisiva, sin embargo, sucedió en Londres, el 26 de octubre de 1863, día en el establecieron una serie de reglas válidas para todos, bajo las cuales jugar los partidos entre sí. Así nació la Football Association (Asociación de Fútbol). Fuera de Inglaterra, el fútbol fue expandiéndose, principalmente a causa de la influencia británica, primero lentamente y luego, cada vez más rápido, para en 1904 nacer la Federación Internacional de Fútbol Asociación (FIFA) [57]. Desde entonces el fútbol ha tenido un crecimiento constante, hasta llegar a ser ampliamente considerado el deporte más popular del mundo con unas 270 millones de personas involucradas [58].

Tradicionalmente en el fútbol se han definido cuatro posiciones clásicas, aunque con el paso del tiempo se han ido modernizando en más variantes de estas, pero siendo estas principales la de portero, defensa, centrocampista y delantero.

- El portero es el jugador cuyo principal objetivo es evitar que la pelota entre en su portería durante el partido, además de ser el único jugador que puede tocar la pelota con las manos durante el mismo siempre y cuando sea dentro de su propia área. Un buen portero se caracteriza por su envergadura, agilidad bajo palos, rapidez de reflejos y capacidad comunicativa con la línea defensiva.

- El defensa es el jugador que se encuentra en una línea delante del portero y una por detrás de los centrocampistas, y cuyo principal objetivo es detener los ataques del equipo rival. Suelen ser jugadores grandes, fuertes y corpulentos, con gran capacidad atlética, velocidad y buena colocación sobre el terreno de juego. Los defensores que se posicionan en los costados del terreno son comúnmente llamados laterales.
- El centrocampista es el jugador que ocupa una posición en el mediocampo, y entre sus funciones se encuentran, según las características técnicas y físicas, las de recuperar balones, propiciar la creación de jugadas y explotar el juego ofensivo.
- El delantero es el jugador se encuentra en la línea de ataque del equipo, siendo la más cercana a la portería del equipo rival, y es por ello el principal responsable de marcar los goles. Los delanteros deben de ser hábiles y astutos para posicionarse en situación ventajosa sobre la defensa para hacer gol.

A nivel práctico, el ejercicio regular del fútbol a nivel juvenil, así como en el resto de deportes en general, puede traer consigo grandes beneficios físicos y psicosociales en el desarrollo del niño:

- A nivel físico se destaca el desarrollo de la coordinación, el incremento de la fuerza y de la resistencia muscular, la potenciación de la musculatura de las piernas, la mejora de la capacidad cardiovascular, la estimulación de la velocidad de reacción y la visión periférica, el incremento de la densidad ósea de los huesos de las piernas (en especial del fémur), el aumento de la potencia de salto y de los niveles de testosterona haciendo a su vez que se incremente el tejido muscular, además de la adquisición de las habilidades específicamente deportivas, y al igual que ocurre cuando se practica cualquier deporte, el fútbol contribuye en gran medida a una buena oxigenación de la sangre [59].
- A nivel psicosocial se incluyen actitudes como desarrollo de la capacidad de liderazgo, del espíritu cooperativo, de la deportividad, el entablar amistad tanto con compañeros como adversarios en el campo, potencia el espíritu de superación y sacrificio, genera autoestima en el niño, le aporta capacidad de

trabajar en grupo y de esforzarse y por supuesto la diversión y el fortalecimiento de la confianza en uno mismo, la autodisciplina y la perseverancia [59].

Sin embargo, el hecho de practicar algún tipo de deporte, en este caso el fútbol, confiere un tipo de riesgo intrínseco en el hecho de sufrir algún tipo de lesión o percance durante su práctica. Esta situación no está pasando inadvertida para las autoridades sanitarias, que ven como actualmente atienden más pacientes al año por lesiones de ámbito deportivo, especialmente en niños. En este caso el fútbol, en relación con otros deportes, presenta un elevado porcentaje (9%) del total de las lesiones que se registran en niños que practiquen algún tipo de actividad física [60, 61].

El concepto de lesión en el fútbol se define como “cualquier daño a los tejidos provocado por la práctica del fútbol que imposibilita la práctica del mismo por el tiempo de al menos una semana” [62], aunque existe también la posibilidad de considerada ya como “lesión futbolística” con el hecho de permanecer 48 horas sin poder entrenar o competir [63].

La etiología de las lesiones ocurridas en el fútbol pueden ser de diversa índole y de aparición en cualquier área del cuerpo, aunque las más frecuentes son las de miembro inferior, dándose principalmente esguinces, contusiones y distensiones musculares, y afectando sobre todo a las articulaciones de la rodilla y el tobillo [63-66]. Además estas pueden ser clasificadas en función a su origen, produciéndose lesiones tanto de contacto directo, siendo estas las que ocurren más a menudo [65], como de no contacto, las cuales afectan con mayor frecuencia a los ligamentos de la rodilla, siendo este tipo de lesión unas de las más serias que se pueden producir en la práctica del fútbol [67, 68].

La posibilidad de aparición de cualquier tipo de lesión relacionada con la práctica deportiva del fútbol no está ligada con la edad del sujeto que así la padece. Tanto en adultos como en niños se ha observado, una vez más, que el miembro inferior (rodilla y tobillo mayoritariamente) es el área donde mayor incidencia de lesiones ocurre derivadas de la práctica del fútbol, principalmente distensiones, esguinces, fracturas y contusiones, aunque se ha descrito que en la edad adulta es de mayor frecuencia la aparición de esguinces y distensiones con respecto a los niños [69]. Sin embargo, se ha

podido observar en estudios realizados en niños que practican fútbol que las lesiones en estos que se dan con una mayor frecuencia son aquellas en las que un jugador patea a un jugador adversario o se produce algún tipo de choque o colisión entre adversarios, con lo que se producen más contusiones y fracturas, incluso siendo estas, aunque en muy poca proporción, un motivo de ingreso hospitalario [70].

Aunque, como se ha visto, las lesiones por contacto directo en los niños son las de mayor incidencia, se ha descrito también que las lesiones producidas por sobreesfuerzos de las estructuras son de común aparición en niños y adolescentes. En el fútbol, las lesiones por tracciones crónicas son comúnmente referidas tanto en la pelvis como en el miembro inferior. Se ha descrito que la avulsión de la tuberosidad isquiática, lugar donde se inserta los músculos isquiotibiales y el tendón del aductor, es una de las que con más frecuencia se producen, incluso pudiendo en ocasiones suceder de forma aguda un arrancamiento óseo por sobretensión a consecuencia de una fuerte tensión de los músculos ahí insertados [71].

El aumento de tensión y los sobreesfuerzos pueden ser otras de las causas de aparición de lesiones, tales como las ya mencionadas enfermedades de Sever, en el caso del pie [47, 52], y las enfermedades de Osgood Schlatter, Sinding-Larsen-Johansson y la osteocondritis disecante, en el caso de la rodilla [41-44], siendo la enfermedad de Sever la que con mayor prevalencia se presenta en los niños [72], aunque este tipo de lesiones de sobretensión suelen afectar más a niños con una edad algo más avanzada cercana a la adolescencia [73].

Además de poder aparecer este tipo de lesiones, también puede darse la posibilidad de encontrar alteraciones estructurales en el desarrollo fisiológico del miembro inferior. Así, se ha podido comprobar que existe una mayor prevalencia de genu varo en jóvenes futbolistas adolescentes (alrededor de 13 años de edad) en comparación con otro tipo de deportes, como es el caso el tenis, incluso pudiendo observarse también en esta misma comparativa que los jóvenes que practican fútbol presentan un aumento del arco plantar, una disminución de la rotación externa de cadera y un incremento de la torsión tibial externa [74].

Así pues, como se ha podido comprobar, la práctica deportiva del fútbol puede ocasionar consecuencias, pudiendo manifestarse estos diferentes tipos de lesiones y alteraciones que pueden tener su repercusión y condicionar el desarrollo fisiológico del niño.

## **5. Justificación.**

El tiempo en el que se desarrolla el crecimiento del niño desde su formación hasta su adolescencia, puede estar influenciado por gran cantidad de situaciones y variables que incidan en una evolución anómala, pudiendo prolongarse hasta la edad adulta.

Las diferentes alteraciones condicionarían de un modo u otro el desarrollo del niño, ya que estas son susceptibles de aparecer cuando se introduce algún tipo de variable anómala durante el crecimiento, pudiendo ser en esta situación la práctica deportiva. Como se ha indicado con anterioridad, la práctica de deportes en general, y el fútbol en particular, puede aportar grandes beneficios tanto a nivel fisiológico, como psicológicos y sociales del menor, que sin duda estarán mantenidos durante su vida, pero puede también ser de influencia negativa a la hora de la aparición de anomalías estructurales, en este caso en el miembro inferior.

Se ha visto que, por ejemplo en las osteocondritis, la práctica deportiva ejerce una importancia capital para la aparición de las diferentes patologías que se han descrito con anterioridad, pudiendo estas manifestarse tanto en la rodilla (por ejemplo, la enfermedad de Osgood-Schlatter [41, 42]) como en el pie (el caso más común la enfermedad de Sever [47, 52])

En este caso, nos hemos centrado en el fútbol, puesto ya que es uno de los deportes más populares entre niños y jóvenes y cuenta con un gran número de adeptos que así lo practican a nivel de escuela deportiva. El propósito de esta investigación fue observar si la práctica del fútbol a nivel de escuela deportiva de formación durante edades tempranas se podría considerar como un factor de influencia a tener en cuenta en el considerado desarrollo fisiológico de la extremidad inferior. El propósito de esta tesis es analizar morfológicamente las estructuras del miembro inferior susceptibles de poder

padecer algún tipo de alteración mediante diferentes métodos de análisis de las mismas. Para ello, esta tesis se ha dividido en dos artículos, en los que se realiza en el primero de ellos una comparativa de una muestra de niños que practican fútbol de manera regular con otro grupo en los que se ha verificado que no lo hacen, pudiendo permitir una comparación a nivel estructural entre ambos para poder determinar si existen variaciones en el grupo de niños futbolistas con respecto al que no lo es; el segundo de estos artículos se centra en un seguimiento prospectivo a tres años de un grupo concreto y cerrado de niños jugadores de fútbol, los cuales estuvieron siendo analizados anualmente en las mismas variables estructurales para observar la evolución de las mismas y así poder observar si durante ese tiempo hubieron sufrido algún tipo de variación o alteración que no se estuvieran correspondidas con los valores en los que se establece la normalidad en las variables analizadas, con el fin de poder relacionar y detectar si estas posibles variaciones estaban directamente influenciadas por la práctica del fútbol en el tiempo en los que fueron analizados los sujetos.

## 6. Referencias

1. Jiménez-Castellanos Ballesteros J, Catalina Herrera CJ, Carmona Bono A. Anatomía humana general. 1ª Ed. Sevilla: Universidad de Sevilla. 2002.
2. Delval J. El desarrollo humano. 8ª Ed. Madrid: Siglo XXI de España Editores. 2008.
3. Carlson B. Human Embryology and Developmental Biology. 5ª Ed. Philadelphia: Elsevier Health Sciences. 2013
4. Moore KL, Persaud TVN, Torchia MG. The Developing Human: Clinically Oriented Embryology. 10ª Ed. Philadelphia: Elsevier Health Sciences. 2015
5. Minguella J. Malformaciones del pie. 1ª Ed. Barcelona: Masson SA. 2003
6. Ballester Soleda, J. Desalineaciones torsionales de las extremidades inferiores. Implicaciones clinicopatológicas. Monografías SECOT 2. Barcelona: Masson SA. 2001
7. Orts Llorca, F. Anatomía Humana, del profesor Francisco Orts Llorca. Tomo I, Aparato Locomotor. Tronco. Cabeza y cuello. Huesos, articulaciones y músculos. 5ª Ed. Barcelona: Editorial Científico Médica. 1988



8. Palastanga N, Field D, Soames R. Anatomía y movimiento humano. Estructura y funcionamiento. 3ª Ed. Barcelona: Editorial Paidotribo. 2007
9. Sinnatamby, CS. Anatomía de last: Regional y aplicada. 10ª Ed. Barcelona: Editorial Paidotribo. 2003
10. Montañez, E. Alteraciones torsionales de la extremidad inferior en relación con la patología femoro-patelar. Universidad de Málaga. Tesis Doctoral. 1990
11. Orrit Vilanova, I. Estudio de las antetorsiones del cuello femoral aumentadas y su repercusión en el aparato locomotor. El Peu, 1993, núm. 54-55, p. 87-93.
12. Calzadilla Moreira, V., Castillo García, I., Blanco Estrada, J., & González Martínez, E. Desviaciones torsionales de los miembros inferiores en niños y adolescentes. Rev Cubana Med Gen Integ, 2002, 18(5), 355-361.
13. Moreno Fernández F, Villanueva Martínez M. Medición de la torsión del miembro inferior con tomografía computarizada. Rev Soc Andaluza Traumatol Ortop, 2004; 24 (1):17-21.
14. Señarís J, Viñas P, González JL. Tratamiento del genu valgo patológico del adolescente mediante epifisiodesis parcial percutánea. Acta Ortop Castellano-Manch. 2001; 3:25-30.
15. Sánchez, M. R. PODOLOGÍA. Los desequilibrios del pie (Color). Barcelona: Editorial Paidotribo. 2004.
16. Cheng JC, Chan PS, Hui PW. Joint laxity in children. J Pediatr Orthop 1991; 11(6): 752-6.
17. Rose GK, Welton CA, Marshall T. The diagnosis of flat foot in the child. J Bone Joint Surg 1986; 67B: 71-8.
18. Staheli L. El Pie. Staheli Ortopedia Pediátrica. 1a Ed. Madrid: Marban. 2003: 89-113
19. Kapandji, A. Fisiología Articular: Cadera, Rodilla, Tobillo, Pie, Bóveda plantar, Marcha. 5ª Ed. Madrid: Medica Panamericana. 2010
20. Rouvière H, Delmas A. Anatomía Humana, Topográfica y Funcional. Tomo 3. 11ª Ed. Barcelona: Masson SA. 2005
21. Camarena, C. Á, Villegas, W. P. Desarrollo y biomecánica del arco plantar. Ortho-tips. 2010; 6(4). 215-222.

22. Angulo Carrere MT, Álvarez Méndez, A. Biomecánica de la extremidad inferior. Exploración de la articulación de la cadera. Reduca (Enfermería, Fisioterapia, Podología). Serie biomecánica del miembro inferior. 2009; 1(3); 12-25.
23. Gusmão LCB, Sousa Rodrigues CF, Martins JS, Silva AJ. Ángulo de Inclinación del Fémur en el Hombre y su Relación con la Coxa Vara y la Coxa Valga. *Int J Morphol*. 2001, 29(2), 389-392.
24. Wicart P, Adamsbaum C, Seringe R. Luxación congénita de cadera. *EMC-Aparato Locomotor*, 2014, 47(4), 1-20.
25. Jiménez, R. Luxación congénita de cadera. *Junta Directiva Asoc Española Pediatr*, 2002, 187-191.
26. Mazzi Gonzales De Prada, E. Displasia del desarrollo de la cadera. *Rev Soc Boliv Pediatr*, 2011. 50(1), 57-64.
27. Sitio web Medline Plus, consultado y recuperado el 21 de julio de 2015 <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/001264.htm>
28. Miranda L, Bas T, Martí, V. Enfermedad de Perthes. Conceptos básicos. *An Pediatr Contin*. 2005. 3(5):317-321.
29. Vargas-Carvajal IX, Martínez-Ballesteros OF. Enfermedad de Legg-Calvé-Perthes. Revisión actualizada. *Semergen Medicina de familia*. 2012. 38(3):167-174.
30. Olivé JG, Palomo RG, Cañadillas CT, Otero JF. Epifisiolisis de la cabeza femoral. *Pediatr Integral*. 2002. 6(5):389-396.
31. Martínez-Álvarez S, Martínez-González C, Miranda Gorozarri C, Abril JC, Epeldegui T. Epifisiolisis de la cabeza femoral. *Rev Esp Cir Ortop y Traumatol*. 2012. 56(6):506-514.
32. Herrero FN, Gutiérrez D, Durán C. Sinovitis transitoria de cadera. *Pediatr Integral*. 2001. 6(4):329-334.
33. Sitio web [http://www.traumatologiainfantil.com/es/cadera/sinovitis\\_transitoria](http://www.traumatologiainfantil.com/es/cadera/sinovitis_transitoria), actualizado a enero de 2010, consultado y recuperado el 22 de julio de 2015.
34. Losada Bardeci P. Alteraciones de los miembros inferiores: deformidades angulares, torsionales, alteraciones de la marcha y dismetrías. *Pediatr Integral*. 2002. 6(5):397- 412.

35. Molina Illán, J. Alteraciones axiales en la infancia: genu varum. *Fisioterapia*. 1998. 20(4): 214-224.
36. Álvarez JM, Fernández AS, Rodríguez TF. La rodilla en la infancia y en la adolescencia. *Pediatr Integral*. 2014. 18(7): 425-441.
37. Paús V. Desequilibrios fémoro patelares. *Rev Asoc Arg Ortop Traumatol*. 1990. 55(4):513-524.
38. Demey G, Lustig S, Servieh E, Neyret P. Genu recurvatum. *EMC-Aparato Locomotor*. 2014. 47(1): 1-9.
39. Mazières B. Diagnóstico de la rodilla dolorosa no traumática del adulto. *EMC - Aparato Locomotor*. 2014. 47(4):1-15.
40. Sitio web de Medline Plus, consultado y recuperado el 24 de julio de 2015 <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/001584.html> actualizado a 11 de diciembre de 2012.
41. Lizárraga RG, Villalobos MM. Enfermedad de Osgood-Schlatter. *Ortho-tips*. 2007. 3(2):98-102.
42. Hernández Ortega, E. Patología de la rodilla en el niño y el adolescente. *Pediatr Integral*. 2002. 6(5):417-426.
43. Rodríguez Merchan EC, Gómez-Castresana F, Ortega Andreu M. Osteocondritis disecante de rodilla. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2002. 46(5):428-435.
44. Zamorano MM, Abad MEM, Tiestos JM, Hernández AH, Puerta EV, Herrera CQ. Enfermedad de Sinding Larsen-Johansson o Apofisitis distal de rótula. *Canarias Pediatr*. 2010. 34(2):77-78.
45. López-Alameda S, Alonso-Benavente A, López-Ruiz de Salazar A, Miragaya-López P, Alonso-del Olmo JA, González-Herranz P. Enfermedad de Sinding-Larsen-Johansson: análisis de factores asociados. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2012. 56(5):354-360.
46. Martos-Mora C, Gentil-Fernández J, Conejero-Casares JA, Ramos-Moreno R. Metatarso aducto congénito, clasificación clínica y actitud terapéutica. *Rehabilitación*. 2012. 46(2):127-134.
47. Ebri JR. El pie infantil: crecimiento y desarrollo. Deformidades más frecuentes: pie doloroso. *Pediatr Integral*. 2002. 6(5):431-452.

48. Pérez Abela AL, Álvarez Osuna RM, Conde Otero M, Godoy Abad N. Pie equinovaro congénito. *Rev Soc Andaluza Traumatol Ortop.* 2003. 23(1):17-21.
49. Moya H. Malformaciones congénitas del pie y pie plano. *Revista chilena de pediatría.* 2000. 71(3):243-245.
50. Muñoz J. Deformidades del pie. *An Pediatr Contin.* 2006. 4(4):251-258.
51. Parra García JI, Bueno Sánchez A. El pie plano: las recomendaciones del traumatólogo infantil al pediatra. *Rev Pediatr Aten Primaria.* 2011. 13(49): 113-125.
52. Hernán Guzmán P. Lesiones deportivas en niños y adolescentes. *Rev Med Clin Condes.* 2012. 23(3):267-273.
53. Narváez J, Narváez JA. Osteonecrosis del escafoides tarsiano. *Seminarios de la Fund Esp Reumatol.* 2006. 7(3):109-116.
54. Contreras Blasco MA. Osteocondrosis de la cabeza del segundo metatarsiano o enfermedad de Freiberg. *REEMO.* 2003. 12(1):40.
55. Velutini PFT, Olvera LO, Rodríguez RR. Enfermedad de Renander: diagnóstico y tratamiento. *Ana Med (Mx).* 2013. 58(3), 187-191.
56. Sitio web de la Federación Internacional de Fútbol Asociación, recuperado el 3 de agosto de 2015, <http://es.fifa.com/classicfootball/history/the-game/origins.html>.
57. Sitio web de la Federación Internacional de Fútbol Asociación, recuperado el 3 de agosto de 2015, <http://es.fifa.com/classicfootball/history/the-game/global-growth.html>.
58. Sitio web de la Federación Internacional de Fútbol Asociación, recuperado el 3 de agosto de 2015 [http://www.fifa.com/mm/document/fifafacts/bcoffsurv/bigcount.statspackage\\_7024.pdf](http://www.fifa.com/mm/document/fifafacts/bcoffsurv/bigcount.statspackage_7024.pdf).
59. Garret WE, Kirkendall DT, Contiguglia SR. *Medicina del Fútbol.* 1ª Ed. Barcelona: Editorial Paidotribo. 2005
60. Taylor BL, Attia MW. Sports-related injuries in children. *Acad Emerg Med.* 2000. 7(12):1376-82.
61. Giannotti M, Al-Sahab B, McFaul S, Tamim H. Epidemiology of acute soccer injuries in Canadian children and youth. *Pediatr Emerg Care.* 2011. 27(2):81-85.

62. Junge A, Chomiak J, Dvorak J. Incidence of football injuries in youth players. Comparison of players from two European regions. *Am J Sports Med.* 2000.28(5 Suppl):S47-50.
63. Wong P, Hong Y. Soccer injury in the lower extremities. *Br J Sports Med.* 2005. 39(8):473-482.
64. Le Gall F, Carling C, Reilly T. Injuries in young elite female soccer players: an 8-season prospective study. *Am J Sports Med.* 2008. 36(2):276-284.
65. Agel J, Evans TA, Dick R, Putukian M, Marshall SW. Descriptive epidemiology of collegiate men's soccer injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2002-2003. *J Athl Train.* 2007. 42(2):270-277
66. Giza E, Fuller C, Junge A, Dvorak J. Mechanisms of foot and ankle injuries in soccer. *Am J Sports Med.* 2003. 31(4):550-554.
67. Yu B, McClure SB, Onate JA, Guskiewicz KM, Kirkendall DT, Garrett WE. Age and gender effects on lower extremity kinematics of youth soccer players in a stop jump task. *Am J Sports Med.* 2005. 33(9):1356-1364.
68. Vescovi JD, VanHeest JL. Effects of an anterior cruciate ligament injury prevention program on performance in adolescent female soccer players. *Scand J Med Sci Sports.* 2010. 20(3):394-402.
69. Esquivel AO, Bruder A, Ratkowiak K, Lemos SE. Soccer-Related Injuries in Children and Adults Aged 5 to 49 Years in US Emergency Departments From 2000 to 2012. *Sports Health.* 2015. 7(4):366-70.
70. Walters BS, Wolf M, Hanson C, Mor N, Scorpio RJ, Kennedy AP Jr, Meyers JO, Coppola CP. Soccer injuries in children requiring trauma center admission. *J Emerg Med.* 2014. 46(5):650-4.
71. Paterson, A. Soccer injuries in children. *Pediatr Radiol.* 2009. 39:1286–1298.
72. Suzue N, Matsuura T, Iwame T, Hamada D, Goto T, Takata Y, Iwase T, Sairyo K. Prevalence of childhood and adolescent soccer-related overuse injuries. *J Med Invest: JMI.* 2014. 61(3-4):369-373.
73. Stracciolini A, Casciano R, Levey Friedman H, Meehan WP 3rd, Micheli LJ. Pediatric sports injuries: an age comparison of children versus adolescents. *Am J Sports Med.* 2013. 41(8):1922-1929.

74. Yaniv M, Becker T, Goldwirt M, Khamis S, Steinberg DM, Weintraub S. Prevalence of bowlegs among child and adolescent soccer players. Clin J Sport Med. 2006.16(5):392-396.





UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



# **CAPÍTULO II:** **OBJETIVOS**



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

**Objetivo principal:**

Observar la relación del fútbol con el desarrollo morfológico del niño comparando un grupo de niños futbolistas con otro que no lo son y observar la evolución de la morfología de la extremidad inferior del niño futbolista en un periodo concreto de 3 años de evolución en el tiempo.

**Objetivos secundarios:**

1. Determinar la diferencia a nivel de la postura del pie (FPI) entre niños que practican fútbol frente a niños que no lo hacen.
2. Determinar la diferencia en el índice de valgo entre niños que practican fútbol frente a niños que no lo hacen.
3. Determinar la diferencia de alineación a nivel de rodilla entre niños que practican fútbol frente a los que no lo hacen.
4. Determinar la diferencia en la orientación del eje de la articulación subastragalina entre niños que practican fútbol frente a los que no lo hacen.



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

**CAPÍTULO III:**  
**EFEECTO SOBRE LA EXTREMIDAD**  
**INFERIOR DE LA PRÁCTICA DEL**  
**FÚTBOL EN NIÑOS DE 7 A 9 AÑOS:**  
**ESTUDIO TRANSVERSAL**



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

## 1. Introducción

El desarrollo estructural del niño puede ser considerado desde su nacimiento hasta aproximadamente los 17 - 19 años, según diferentes autores [1, 2]. Este desarrollo puede estar condicionado por múltiples variables que afectan en el crecimiento del menor [3], siendo la práctica deportiva uno de ellos. La evidencia actual demuestra que la práctica regular de la actividad física durante la infancia tiene numerosos beneficios inmediatos, tales como la disminución de grasa corporal [4], el beneficio en la mineralización de los huesos [5], buen desarrollo psicológico y mejora de la capacidad cardiorrespiratoria [6], pudiendo éstos tener un efecto beneficioso hasta bien entrada la edad adulta.

Sin embargo, la práctica de algún tipo de deporte o actividad física puede conllevar riesgos de sufrir algún tipo de lesión o alteración en el desarrollo de las estructuras en el niño. Se ha descrito que, en niños y adolescentes, las lesiones más frecuentes se producen en el miembro inferior, entre el 65-75% de incidencia por cada 1000 horas de práctica de práctica deportiva [7], donde las lesiones de tipo tendinoso y ligamentoso son las más comunes, entorno al 33% [8], y la localización más frecuente es en el tobillo, sobre el 40.7% del total de las lesiones producidas [9].

En las etapas del desarrollo del menor encontramos alteraciones estructurales inherentes al mismo, tales como el genu varo y la torsión tibial, donde se consideran normales en niños preandantes, estando presente de 6 a 12 meses de edad [10]. A partir de los 18-24 meses, esta alteración disminuye gradualmente hasta 0 grados, fase donde el niño comienza la marcha [11]. Posteriormente encontramos una fase de valgo en torno a la edad de 3-4 años con un ángulo femorotibial promedio de 12° [12, 13]. Por último, el genu valgo se corrige espontáneamente a la edad de 7 años y se establece la alineación de las extremidades inferiores de 8° de valgo en mujeres y 7° hombres [14].

Este normal desarrollo puede verse alterado por la práctica del fútbol. Atendiendo a la comparativa entre un grupo que no practica fútbol y otro que sí lo hace, se ha revelado un aumento estadísticamente significativo en el grado de genu varo en ambos grupos desde la edad de 14 años. Sin embargo, a la edad de 16-18 años se observa un mayor grado significativo de genu varo en los jugadores de fútbol en comparación con el de no

jugadores, donde la práctica intensa del fútbol aumenta el grado de genu varo en los hombres a partir de los 16 años [15].

La evidencia con la que contamos ha hecho que también se demuestre que la práctica de deportes de alto impacto, tales como el fútbol, puede repercutir en la alineación en varo de la rodilla en los adolescentes varones [16].

Además, el crecimiento fisiológico del pie puede verse alterado de su desarrollo normal en consecuencia. Se han observado posibles efectos mecánicos de las alteraciones en genu valgo y varo, en los que se aprecia que una alteración en genu varo tendería a causar un aumento del momento de pronación subtalar durante la fase de contacto de la marcha, y una disminución del momento de supinación en la fase de propulsión de la marcha [17].

El objetivo de este estudio es determinar si el deporte en edades tempranas influye o es un hecho intrínseco de los deportistas jóvenes, analizando la presencia de genus de rodilla y alteraciones en la posición del pie en grupos de niños deportistas versus no deportistas.

## 2. Material y métodos

En este estudio descriptivo transversal fueron comparados 115 niños, de los cuales 59 practicaban fútbol 3 veces por semana (edad  $8,03 \pm 0,89$  años; altura  $1,32 \pm 0,07$  metros; peso  $31,90 \pm 6,29$  Kgs; IMC  $18,19 \pm 2,54$ ) y 56 eran niños que no practicaban ninguna actividad (edad  $7,96 \pm 0,87$  años; altura  $1,32 \pm 0,08$  metros; peso  $33,40 \pm 7,72$  Kgs; IMC  $19,00 \pm 3,55$ ) participaron en este estudio. Este estudio fue realizado de acuerdo con la Declaración de Helsinki y ha sido aprobado por el Comité Ético de las Universidades Málaga (España).

Los criterios de inclusión para el grupo 1 (niños futbolistas) fueron que llevasen un mínimo de 2 años realizando la actividad con regularidad (entrenamientos y partidos). Para el grupo 2 (niños no futbolistas) era no practicar ningún tipo de deporte regularmente fuera del horario escolar. Como criterios comunes, que tuvieran entre 7 y 9 años en el momento del inicio del estudio, siendo así sujetos que están en el comienzo de su vida deportiva, y que previamente los padres de los niños hubiesen



firmado el consentimiento para la participación en el mismo. Como criterios de exclusión se indicó que no hubiesen tenido ninguna fractura ni malformación congénita en miembros inferiores y que no presentasen ningún tipo de lesión en el momento del mismo.

Todos los sujetos fueron entrevistados para obtener diferentes datos demográficos y para los exámenes clínicos llevados a cabo. La recogida de datos incluía edad, sexo, años de práctica deportiva y horas de práctica semanales. El protocolo de medición lo realizaron tres sujetos previamente entrenados en las diferentes pruebas de medidas utilizadas. Los sujetos del estudio se prestaron al mismo con la vestimenta apropiada (pantalón corto o ropa interior) para que de esta forma fuese posible localizar las referencias anatómicas utilizadas para las mediciones. Primeramente fueron realizadas medidas antropométricas de cada niño para seguidamente realizarle una impresión plantar en tinta o pedigrafía, mediante el pedígrafo, consistente en un chasis de plástico de 19x38 cm con una lámina de látex impregnada en tinta. Previa explicación a los sujetos del funcionamiento de la misma, el objetivo era obtener la impresión de la huella de cada sujeto en papel.

El Foot Posture Index fue evaluado por un podólogo con una alta fiabilidad establecida intra-observador en la medición del FPI (Intraclass correlation coefficient [ICC] = 0.91–0.98), [18] quien fue cegado a los efectos del estudio y de la identidad de los participantes. El FPI es una herramienta de valoración clínica usada para la evaluación de la posición del pie [19], con una validez aceptable [20] y una buena fiabilidad intra-observador (ICC = 0.893–0.958) [21]. El FPI evalúa la naturaleza multi-segmentaria de la postura del pie en los tres planos, y no requiere el uso de equipo especializado. Cada ítem del FPI es puntuado entre -2 y +2, para dar una puntuación total entre -12 (altamente supinado) y +12 (altamente pronado). Los ítems incluyen: palpación de la cabeza del astrágalo, curvatura supramaleolar e inframaleolar lateral, ángulo del calcáneo, palpación de la prominencia talonavicular, altura del arco longitudinal interno y la alineación del antepié respecto al retropié.

Para la medición de los ángulos femoro-tibiales se colocó a una distancia de 2.90 metros en un trípode una cámara fotográfica Sony A380, con la cual se tomó una fotografía anterior del miembro inferior de cada sujeto para posteriormente obtener el ángulo Q en

carga mediante software informático, siguiendo la metodología descrita por Sánchez-Machado et al [22] usado para valorar la alineación de la rodilla con respecto a la cadera y la tibia. Para ello, el sujeto era posicionado en bipedestación sobre una superficie a 0.90 metros del suelo y una cámara era colocada a 2.90 metros del individuo, para así obtener una imagen completa de toda la extremidad inferior. Para estandarizar la imagen, se procedió a separar 7.5 cm ambos talones, así como una rotación externa de 10° del antepié. Esto era reflejado mediante una marca en la superficie donde le fue tomada la imagen al sujeto. El sujeto se colocaba de esta forma con la musculatura relajada, brazos a lo largo de la longitudinal del cuerpo, cabeza erguida y ojos al frente mirando un punto en la pared. El ángulo Q, se obtuvo tomando de referencia la espina ilíaca anterosuperior, el centro de la rótula y la tuberosidad anterior de la tibia, siendo el centro de la rótula el vértice del ángulo que relaciona el fémur con la tibia, con lo cual estos puntos fueron correctamente marcados para poder ser observados en la fotografía. Para la medición del ángulo Q en carga se utilizó un software para medición precisa de ángulos en fotografía (CorelCAD 2014®), mediante el cual se procedió a la medición de los ángulos en las mismas.

Por último, se procedió a la medición espacial del eje de la articulación subastragalina según la maniobra descrita por Kirby [23]. Para ello se posiciona al sujeto en posición de decúbito supino sobre una superficie plana, mientras que con una mano se realiza una presión con el primer dedo en la zona de las cabezas de 4° y 5° metatarsiano para colocar el pie en una posición neutra. Con el primer dedo de la otra mano se procede a palpar desde retropié hacia antepié diferentes puntos siguiendo una línea. Cuando se observe que en un punto el pie no realiza ningún movimiento rotacional, ese será un punto por donde pasa el eje de la ASA. Una vez marcados todos los puntos, se procede a su unión con una línea recta. Si esta línea pasa justo entre los sesamoideos, estaremos ante un pie con un eje neutro. Si pasa por la zona medial, estaremos ante un pie con un eje medializado (pronado). Si por el contrario, el eje se desvía hacia lateral estaremos ante un pie con el eje lateralizado (supinado).

Para el análisis del índice de valgo en la pedigrafía se usó como referencia el estudio de Thomson [24]. Sobre la impresión plantar fue marcada la posición de ambos maléolos,

siendo punto A la posición del maléolo externo y B la posición del interno, siendo ambos puntos unidos mediante una línea recta. A continuación, se procede a trazar el eje del pie mediante una línea recta que una el centro del talón con la impresión de la huella del tercer dedo. La intersección entre la línea A-B y la del eje del pie se llamará punto C. Con estos puntos podemos realizar la siguiente fórmula, la cual determinará el índice de valgo del pie en cuestión:

$$\text{Índice de valgo} = \frac{1/2AB-AC}{AB} \times 100$$

### 2.1. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados con el software IBM SPSS19® (SPSS Science, Chicago, IL). Se usó la estadística descriptiva de las variables para observar las medias y desviaciones típicas de las variables cuantitativas de ambos grupos. La observación de correlaciones fue realizada mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Para observar contrastar la hipótesis de normalidad de la población se usó la prueba Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors. Para la comparación de las muestras entre los grupos se usó la prueba T-Student y la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney. En todas estas pruebas se usó el criterio estadístico de significación de  $p < 0.05$ .

## 3. Resultados

El análisis descriptivo de ambos grupos mostró una media en el grupo de futbolistas de FPI de 4.79 (SD 2.38) para el pie derecho (D) y 3.95 (SD 2.31) para el pie izquierdo (I), mientras que en el grupo de no futbolistas el resultado medio fue de 3.62 (SD 2.82) (D) y 3.74 (2.77) (I), el resto de los resultados obtenidos en el análisis descriptivo se pueden observar en la siguiente tabla (Tabla 1): En test de orientación de la articulación subastragalina (ASA) se observó en el grupo de futbolistas un 79,7% de pies pronados, y el 15,5% neutro, mientras que en el grupo de los no futbolistas el resultado obtenido fue de un 50% neutro y un 46,6% de pronados (Tabla 2).

	Futbolistas		No futbolistas		Valor P
	Media(SD)	C.I. 95%	Media(SD)	C.I. 95%	
<b>Total FPI (Derecho)</b>	4,79(2,38)	4,16-4,34	3,62(2,82)	5,23-4,7	0,038
<b>Total FPI (Izquierdo)</b>	3,95(2,31)	4,27-3,51	3,74(2,77)	4,38-4,81	0,672
<b>Índice de valgo (Derecho)</b>	13,56(1,66)	13,09-13,25	12,76(1,71)	13,87-13,42	<0,01
<b>Índice de valgo (Izquierdo)</b>	13,42(1,48)	13,17-13,14	12,84(1,72)	13,6-13,51	0,009
<b>Ángulo Q (Derecho)</b>	13,13(2,06)	14,45-12,74	13,87(3,01)	13,51-15,03	<0,01
<b>Ángulo Q (Izquierdo)</b>	13,18(1,93)	14,42-12,82	13,86(2,94)	13,54-15	0,008

Tabla 1. Comparación de los datos para FPI, índice de valgo y ángulo Q para futbolistas y no futbolistas.

Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en la distribución de las muestras; para el índice de valgo, en el pie derecho fue de 0,010 y para el pie izquierdo 0,009, para el FPI derecho con 0,038 y para el ángulo Q de 0,010 derecho y 0,008 izquierdo; mientras el FPI izquierdo su p es = a 0,672 (Tabla 1)

Se observa también como existen diferencias entre grupos en la medición del STJ con una p de <0,001 tanto en el pie derecho como el izquierdo (Tabla 2)

		Pie derecho			Pie izquierdo			Valor P
		Futbolistas	No futbolistas	Total	Futbolistas	No futbolistas	Total	
Neutro	Número	9	28	37	12	29	41	<0,001
	%	15,30%	50%	32,30%	20,30%	51,80%	35,70%	
Pronado	Número	47	26	73	44	25	69	<0,001
	%	79,70%	46,40%	63,50%	74,60%	44,60%	60%	
Supinado	Número	3	2	5	3	2	5	<0,001
	%	5,10%	3,60%	4,30%	5,10%	3,60%	4,30%	
Total		59	56	115	59	56	115	

Tabla 2. Comparativa de los datos obtenidos para la orientación del eje de la articulación subastragalina (ASA) entre futbolistas y no futbolistas.

Correlaciones												
ColegiosEquipos		Altura (m)	Peso (kg)	IMC	Edad	Total FPI (D)	Total FPI (I)	I. Valgo (D)	I. Valgo (I)	Ángulo Q (D)	Ángulo Q (I)	
Futbolistas	Altura (m)	C. de Pearson	1									
		P-value										
		N	59									
	Peso (kg)	C. de Pearson	,684**	1								
		P-value	0									
		N	59	59								
	IMC	C. de Pearson	0,183	,839**	1							
		P-value	0,165	0								
		N	59	59	59							
	Edad	C. de Pearson	,670**	,426**	0,081	1						
		P-value	0	0,001	0,544							
		N	59	59	59	59						
	Total FPI (D)	C. de Pearson	-,277*	-0,099	0,071	-0,186	1					
		P-value	0,034	0,457	0,592	0,158						
		N	59	59	59	59	59					

Total FPI (I)	C. de Pearson	-,274*	-0,141	0,012	-0,221	,910**	1				
	P-value	0,036	0,288	0,93	0,092	0					
	N	59	59	59	59	59	59				
I. Valgo (D)	C. de Pearson	-0,154	-0,174	-0,134	-0,033	,698**	,618**	1			
	P-value	0,245	0,188	0,31	0,801	0	0				
	N	59	59	59	59	59	59	59			
I. Valgo (I)	C. de Pearson	-0,21	-0,15	-0,062	-0,147	,691**	,677**	,743**	1		
	P-value	0,11	0,256	0,64	0,266	0	0	0			
	N	59	59	59	59	59	59	59	59		
Ángulo Q (D)	C. de Pearson	,272*	,460**	,423**	0,197	0,105	0,107	0,097	0,136	1	
	P-value	0,037	0	0,001	0,134	0,429	0,419	0,463	0,305		
	N	59	59	59	59	59	59	59	59	59	
Ángulo Q (I)	C. de Pearson	,326*	,466**	,386**	,290*	0,129	0,125	0,101	0,147	,885**	1
	P-value	0,012	0	0,003	0,026	0,331	0,344	0,448	0,267	0	
	N	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59

			Correlaciones									
ColegiosEquipos			Altura (m)	Peso (kg)	IMC	Edad	Total FPI (D)	Total FPI (I)	I. Valgo (D)	I. Valgo (I)	Ángulo Q (D)	Ángulo Q (I)
No futbolistas	Altura (m)	C. de Pearson	1									
		P-value										
		N	56									
	Peso (kg)	C. de Pearson	,631**	1								
		P-value	0									
		N	56	56								
	IMC	C. de Pearson	0,11	,832**	1							
		P-value	0,421	0								
		N	56	56	56							
	Edad	C. de Pearson	,844**	,507**	0,053	1						
		P-value	0	0	0,696							
		N	56	56	56	56						
	Total FPI (D)	C. de Pearson	-0,199	-0,101	0,022	-0,202	1					
		P-value	0,141	0,458	0,871	0,135						
		N	56	56	56	56	56					

Total FPI (I)	C. de Pearson	-0,184	-0,092	0,026	-0,161	,960**	1				
	P-value	0,176	0,498	0,847	0,236	0					
	N	56	56	56	56	56	56				
I. Valgo (D)	C. de Pearson	-0,211	-0,156	-0,046	-0,172	,740**	,752**	1			
	P-value	0,118	0,25	0,734	0,206	0	0				
	N	56	56	56	56	56	56	56			
I. Valgo (I)	C. de Pearson	-0,217	-0,175	-0,083	-0,095	,735**	,767**	,907**	1		
	P-value	0,108	0,198	0,545	0,485	0	0	0			
	N	56	56	56	56	56	56	56	56		
Ángulo Q (D)	C. de Pearson	0,071	,484**	,552**	-0,056	0,057	0,031	-0,114	-0,134	1	
	P-value	0,601	0	0	0,682	0,679	0,821	0,402	0,326		
	N	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
Ángulo Q (I)	C. de Pearson	-0,007	,408**	,537**	-0,145	0,137	0,099	-0,134	-0,17	,834**	1
	P-value	0,961	0,002	0	0,287	0,312	0,468	0,325	0,211	0	
	N	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56

Tabla 3. Correlación de las variables analizadas en los grupos de niños futbolistas y no futbolistas



Se puede observar (Tabla 3) como se encuentran correlaciones media entre el FPI derecho e izquierdo con el índice de valgo en ambos pies, con una  $p > 0,001$  y una correlación entre 0,698 y 0,618 en el grupo de niños futbolista, mientras existe una relación fuerte entre las mismas variables en el grupo de niños que no practicaron deporte, con una  $p > 0,001$  y una correlación de 0,767 y 0,735.

Con correlaciones más débiles, podemos observar como solo en el grupo de niños que no practicaban deporte existe correlación entre el ángulo Q y su IMC con una  $p > 0,001$  y una correlación de 0,552 para la pierna derecha y 0,537 para la pierna izquierda.

#### 4. Discusión

El propósito del presente estudio fue determinar la posible relación entre la práctica deportiva del fútbol en niños en edad escolar y el crecimiento o desarrollo anómalo de la extremidad inferior a consecuencia de esta actividad, lo cual podría llevar a establecer un plan de prevención de posibles lesiones musculoligamentosas y articulares en el futuro, planteando si el fútbol en edad escolar puede ser considerado como un potencial factor de riesgo en el normal desarrollo estructural del miembro inferior en el niño. En vista de los valores obtenidos, los valores medios de FPI en ambos grupos son parecidos a los resultados descritos por Redmond [19] para el grupo entre 6 y 12 años, con unos valores medios para el grupo de menores de 3.7, con lo que se puede observar que en el grupo de futbolistas, aun pudiendo ser clasificados como pies neutros, existe una mayor tendencia hacia la pronación. Esto mismo se observa al analizar la orientación del eje de la STJ [23] comprobando que existe una mayor tendencia a ejes con mayores momentos pronadores en el grupo de futbolistas.

Si estos datos se analizan dentro del contexto del fútbol, la muestra del estudio de Cain [25] muestra cómo los valores medios de FPI son de 5.3 puntos, que es un valor cerca de los pies pronados, y solo un punto por encima de los obtenidos en nuestro estudio.

En cuanto a los valores del ángulo Q, se ha observado que los resultados en este estudio, 13.13° (D) y 13.18° (I) en el grupo de futbolistas y 13.87° (D) y 13.86° (I) en el grupo de no futbolistas, son moderadamente similares a los obtenidos en el estudio de Örtqvist et al [26], donde se obtenían unos valores medios en el ángulo Q de 14.1° en niños sanos

de entre 9 y 16 años. Se observa que, a esta edad, la literatura considera que la angulación fisiológica del niño en este ángulo es sobre unos 15° [27], y vemos que es más cercano a la normalidad el grupo de futbolistas. Sin embargo, en este mismo aspecto, comparándolo con el estudio de Withrow [15], no se corresponde a los resultados obtenidos, puesto que describen que existe un aumento del grado de genu varo en un grupo de futbolistas frente a otro que no lo es, aunque éste está asociado a partir de los 16 años de edad.

Los valores de normalidad obtenidos de índice de valgo, según Thomson [24] se sitúan en el intervalo de los 11° a los 14°, siendo considerado menos de 11° como varo talar y más de 14° como valgo talar. En base a los resultados obtenidos en este estudio en el grupo de futbolistas, 13.56° (D) y 13.42° (I), y en el grupo de no futbolistas, 12.76° (D) y 12.84° (I), podemos deducir que tanto un grupo como el otro pueden ser clasificados como dentro de la normalidad establecida en el índice de valgo, apreciándose en el primero una ligera tendencia hacia valgo.

Los resultados nos permiten arrojar que existe diferencia estadística entre los sujetos de ambos grupos, siendo más evidentes a nivel del pie, donde se ha observado una mayor tendencia pronadora en los niños que juegan al fútbol. Los datos nos muestran una relación de armonía estructural del miembro inferior existente entre las diferentes variables estudiadas, correspondiéndose éstas intragrupalmente hacia una misma tendencia.

Estos datos deben de ser tomados con cautela debido ya que debemos asumir limitaciones que podrían condicionar los resultados, tales como la edad de los sujetos, donde podría haber sido aumentada con un rango mayor de edad, observando su diferencia según grupos de edad, lo cual podrá ser valorado en siguientes estudios. Otros de los datos no analizados son hábitos de salud o análisis de los datos familiares, que también puede condicionar los resultados.

Con estos resultados podemos llegar a sugerir que la práctica del fútbol puede afectar en el normal desarrollo de la extremidad inferior, aunque no hasta unos valores nocivos para la salud del que lo practica. En las edades observadas aún no se han llegado a producir grandes cambios a niveles morfofuncionales en la extremidad inferior, situándose los resultados cercanos a los valores establecidos como fisiológicos de dicha

edad, con lo que es probable que las posibles alteraciones se pudieran observar en edades más avanzadas del crecimiento del niño.

## 5. Conclusión

El hallazgo de este estudio indica que la práctica del fútbol en edades escolares, aun siendo un factor modificante del desarrollo fisiológico del miembro inferior del niño, no se debe considerar aún como un posible factor de riesgo para la alteración del desarrollo estructural del mismo. Las variables del Foot Posture Index, apoyado en el test de orientación del eje de la ASA y en el índice de valgo para el análisis en el pie, así como el ángulo Q a nivel tibio-femoral, han confirmado que no existe una diferencia tal como para asegurar que la práctica del fútbol altere el crecimiento. Incluso en el análisis conjunto del miembro al completo, estos valores respetan una armonía fisiológica en la hora de relacionarlos internamente a nivel de un mismo miembro.

## 6. Referencias

1. De Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ*. 2007 Sep; 85 (9): 660-7.
2. Huffman SL, Harika RK, Eilander A, Osendarp SJ. Essential fats: how do they affect growth and development of infants and young children in developing countries? A literature review. *Matern Child Nutr* 2011 Oct;7 Suppl 3: 44 - 65.
3. Twisk JW: Physical activity guidelines for children and adolescents: a critical review. *Sports Med* 2001; 31: 617 – 27.
4. Pan Y, Pratt CA: Metabolic syndrome and its association with diet and physical activity in US adolescents. *J Am Diet Assoc* 2008; 108: 276 – 86; Discussion 286.
5. Fehily AM, Coles RJ, Evans WD, Elwood PC. Factors affecting bone density in young adults. *Am J Clin Nutr* 1992; 56: 579 – 86.

6. Loprinzi PD, Cardinal BJ, Loprinzi KL, Lee H. Benefits and environmental determinants of physical activity in children and adolescents. *Obes Facts* 2012; 5: 597 – 610.
7. Vanderlei FM, Vanderlei LC, Bastos FN, Netto Júnior J, Pastre CM. Characteristics and associated factors with sports injuries among children and adolescents. *Braz J Phys Ther.* 2014 Dec;18 (6): 530 - 7.
8. Stubbe JH, van Beijsterveldt AM, van der Knaap S, Stege J, Verhagen EA, van Mechelen W, Backx FJ. Injuries in professional male soccer players in the Netherlands: a prospective cohort study. *J Athl Train.* 2015 Feb; 50 (2): 211 - 6.
9. Angoorani H, Haratian Z, Mazaherinezhad A, Younespour S. Injuries in Iran futsal national teams: a comparative study of incidence and characteristics. *Asian J Sports Med.* 2014 Sep; 5 (3): e23070. doi:10.5812/asjism.23070.
10. Cheema JI, Grissom LE, Harcke HT. Radiographic characteristics of lower-extremity bowling in children. *Radiographics.* 2003 Jul-Aug;23 (4): 871 - 80.
11. Størvold GV, Aarethun K, Bratberg GH. Age for onset of walking and prewalking strategies. *Early Hum Dev.* 2013 Sep; 89 (9): 655 - 9
12. Arazi M, Oğün TC, Memik R. Normal development of the tibiofemoral angle in children: a clinical study of 590 normal subjects from 3 to 17 years of age. *J Pediatr Orthop.* 2001 Mar-Apr; 21 (2): 264 - 7.
13. Greene WB. Genu varum and genu valgum in children. *Instr Course Lect.* 1994; 43: 151 - 9.
14. Espandar R, Mortazavi SM, Baghdadi T. Angular deformities of the lower limb in children. *Asian J SportsMed.* 2010 Mar; 1 (1): 46 - 53.
15. Witvrouw E, Danneels L, Thijs Y, Cambier D, Bellemans J. Does soccer participation lead to genu varum? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009 Apr; 17 (4): 422 - 7. Epub 2009 Jan 30.
16. Thijs Y, Bellemans J, Rombaut L, Witvrouw E. Is high-impact sports participation associated with bowlegs in adolescent boys? *Med Sci Sports Exerc.* 2012 Jun; 44 (6): 993 – 8.

17. Van Gheluwe B, Kirby KA, Hagman F. Effects of simulated genu valgum and genu varum on ground reaction forces and subtalar joint function during gait. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2005 Nov-Dec; 95 (6): 531 - 41.
18. Luque-Suarez A, Gijon-Nogueron G, Barón-Lopez FJ et al. Effects of kinesio-taping on foot posture in participants with pronated foot. *Physiotherapy* 2014;100(1):36–40.
19. Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the Foot Posture Index. *J Foot Ankle Res.* 2008 Jul 31; 1 (1): 6
20. Keenan AM, Redmond AC, Horton M et al. The Foot Posture Index: Rasch analysis of a novel, foot-specific outcome measure. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88(1):88–93.
21. Cornwall MW, McPoil TG, Lebec M et al. Reliability of the modified Foot Posture Index. *J Am Podiatr Med Assoc* 2008; 98(1):7–13.
22. Sanchez HM, Sanchez EG, Baraúna MA, Canto RS. Evaluation of Q angle in different static postures. *Acta Ortop Bras.* 2014; 22 (6): 325 - 9.
23. Kirby, KA. Subtalar joint location and rotational equilibrium theory of foot function. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2001; 91 (9): 465 - 87.
24. Thomson, CE. An investigation into the reliability of the valgus index and its validity as a clinical measurement. *The Foot.* 1994; Vol 4 Issue 4 Dec (4): 191-97.
25. Cain LE, Nicholson LL, Adams RD, Burns J. Foot morphology and foot/ankle injury in indoor football. *J Sci Med Sport.* 2007 Oct;10 (5): 311 - 9.
26. Orqvist M, Moström EB, Roos EM, Lundell P, Janarv PM, Werner S, Broström EW. Reliability and reference values of two clinical measurements of dynamic and static knee position in healthy children. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011 Dec; 19 (12): 2060 – 6.
27. Sendur OF, Gurer G, Yildirim T, Ozturk E, Aydeniz A. Relationship of Q angle and joint hypermobility and Q angle values in different positions. *Clin Rheumatol.* 2006May;25(3):304-8.



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

**CAPÍTULO IV:**  
**CAMBIOS ESTRUCTURALES EN LA**  
**EXTREMIDAD INFERIOR EN NIÑOS**  
**DE 7 A 12 AÑOS CON ACTIVIDAD**  
**FÍSICA MODERADA: ESTUDIO**  
**LONGITUDINAL OBSERVACIONAL**



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



## 1. Introducción

La actividad física ha sido asociada tradicionalmente como una situación beneficiosa para la salud, tanto en adultos como en niños. Se ha demostrado que la actividad física con un nivel de intensidad moderada puede tener beneficios para la salud en los jóvenes con obesidad [1]. Los numerosos beneficios del ejercicio regular para la salud dependen del tipo, la intensidad y el volumen de la actividad desarrollada, y se incluyen la mejora de la resistencia, la imagen corporal y la autoestima [2]. Además, puede repercutir en la edad adulta en el beneficio de la mineralización de los huesos [3] y la mejora de la capacidad cardiorrespiratoria [4].

La participación de niños y adolescentes en las actividades deportivas, y más concretamente en el fútbol, se ha vuelto más frecuente en los últimos tiempos, y por ello también existe un aumento en el riesgo de padecer lesiones asociadas. El fútbol, si bien es considerado un deporte seguro para su práctica entre niños y adolescentes [5] e incluso cuenta con programas para la prevención de lesiones [6], no está exento en la aparición de las mismas durante su práctica. Estudios previos muestran de forma unánime que las áreas de lesión más comunes en la práctica del fútbol suele ser la extremidad inferior, ya que aquí se da en torno al 60-80% de las lesiones causadas por este deporte, siendo de mayor afectación el complejo pie-tobillo y la rodilla [7-10].

Además, la práctica del fútbol puede condicionar el desarrollo de la extremidad inferior, el cual fisiológicamente comienza con un genu varo presente de 6 a 12 meses de edad [11]. Es desde los 18-24 meses cuando se produce una progresiva alineación hasta 0 grados, coincidiendo con el inicio de la marcha [12], para ir avanzando hacia el genu valgo en torno a la edad de 3-4 años con un ángulo femorotibial promedio de 12° [13, 14]. Por último, el genu valgo se corrige espontáneamente hacia la edad de 7 años, donde se va terminando de establecer la alineación de las extremidades inferiores de 8° de valgo en mujeres y 7° en hombres [15].

Estructuralmente se ha observado que hay una mayor incidencia de genu varo en jóvenes futbolistas, estando más presentes en adolescentes entre 16 y 18 años [16], que además este se ve influenciado e incrementado en cuanto se produce una mayor carga de fuerza en la articulación de la rodilla en el caso de los deportes de alto impacto [17].

Esta diferencia también se ha visto repercutida en el ángulo del cuádriceps o ángulo Q, el cual representa el vector del cuádriceps y el tendón rotuliano [18] usado para medir el alineamiento patelar, pudiendo comprobarse que un cambio en la fuerza y en el tono del cuádriceps causada tanto por el crecimiento y la actividad (en concreto el fútbol) resulta en una disminución del ángulo Q [19] y que está establecido en una media de 15° [20]

El objetivo del presente estudio es analizar las posibles desalineaciones en la extremidad inferior, como son las variaciones del ángulo Q en carga, la posición del pie mediante el FPI, apoyado en el índice de valgo junto con la orientación del eje de la articulación subastragalina en un grupo de niños que practican fútbol de manera regular durante un periodo de 3 años para observar en qué medida interviene el fútbol en el desarrollo de esta angulación.

## 2. Material y métodos

Este estudio analítico observacional longitudinal prospectivo, con un total de 70 niños analizados, de los cuales hubo una pérdida de 17 a lo largo del estudio, que determinaron un análisis final de 53 niños que fueron seguidos durante un periodo de tiempo de 3 años, los cuales practicaron fútbol 3 veces por semana, de: primer año: edad  $8,49 \pm 2,01$ ; altura  $1,35 \pm 0,14$  metros; peso  $31,47 \pm 10,62$  kilos; IMC  $18,46 \pm 2,79$ ; segundo año: edad  $9,49 \pm 2,01$ ; altura  $1,43 \pm 0,14$  metros; peso  $40,20 \pm 13,53$ ; IMC  $19,25 \pm 3,78$ ; tercer año: edad media  $10,47 \pm 1,97$ ; altura  $1,49 \pm 0,13$  metros; peso  $45,14 \pm 12,40$  kilos; IMC  $19,90 \pm 2,85$  (Tabla 4) (Figura 15,16). Este estudio fue realizado de acuerdo con la Declaración de Helsinki y ha sido aprobado por el Comité Ético de las Universidades Málaga (España).

	<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>95% de intervalo de confianza para la media</b>	
Altura (m)	1	1,35	0,14	1,31	1,39
	2	1,43	0,14	1,39	1,46
	3	1,49	0,13	1,46	1,53
Peso (kg)	1	34,47	10,62	31,54	37,40
	2	40,20	13,53	36,48	43,93
	3	45,14	12,40	41,73	48,56
IMC	1	18,46	2,79	17,69	19,23
	2	19,25	3,78	18,21	20,30
	3	19,90	2,85	19,11	20,68
Nº tacos	1	13,66	9,20	11,12	16,20
	2	11,57	8,80	9,14	13,99
	3	14,23	9,07	11,73	16,73
Edad	1	8,49	2,01	7,94	9,04
	2	9,49	2,01	8,94	10,04
	3	10,47	1,97	9,93	11,01

Tabla 4. Características de la muestra distribuida por años

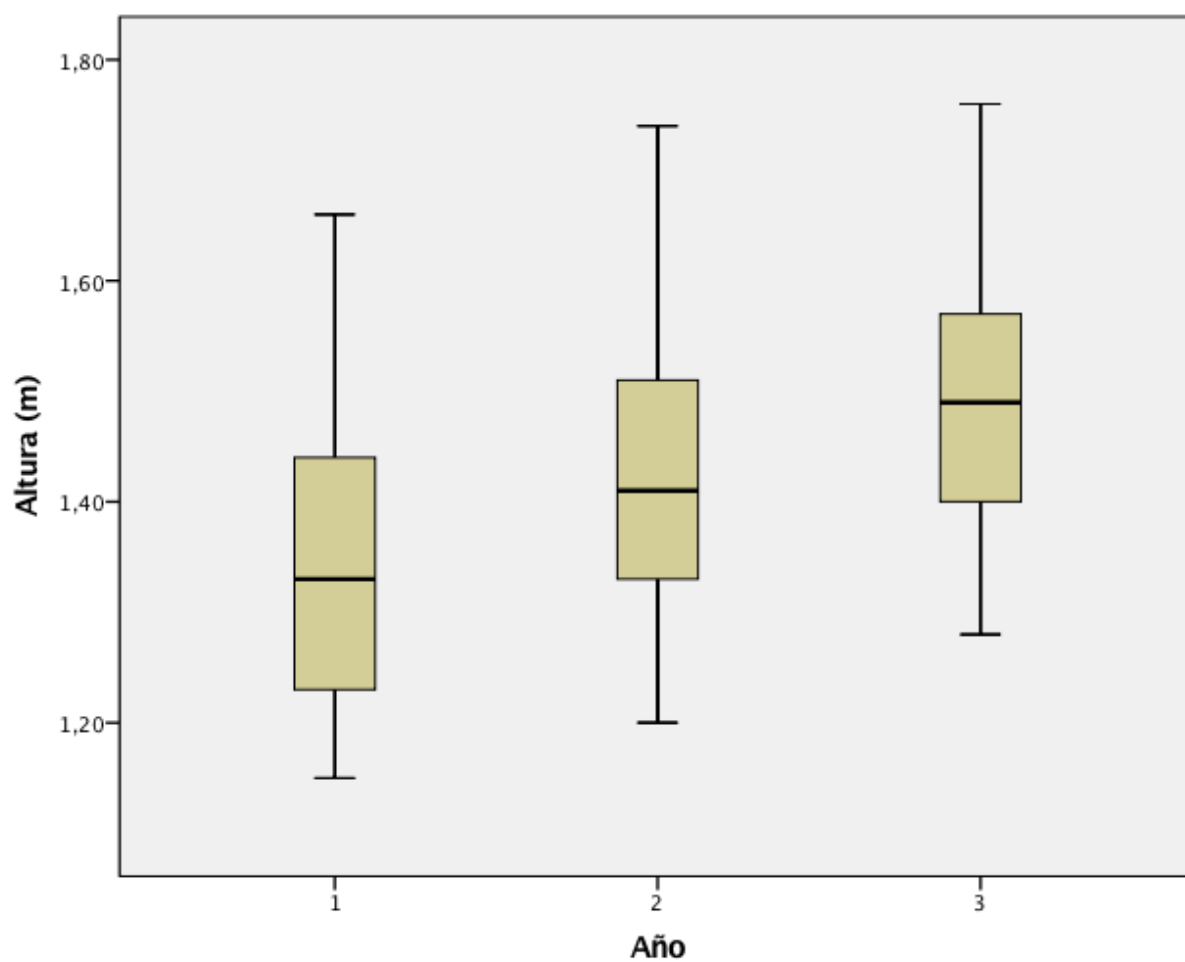


Figura 15. Figura de cajas de la evolución de la altura

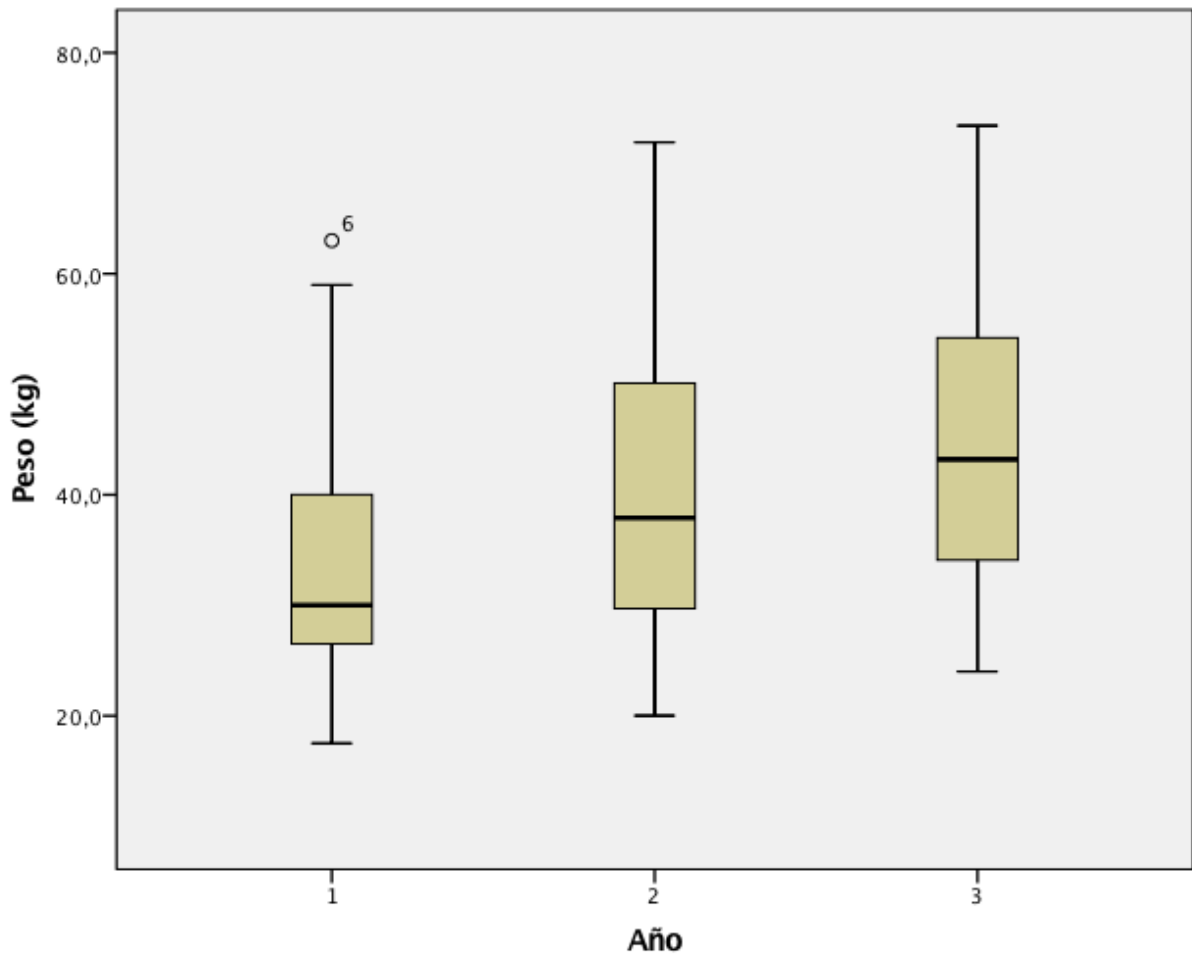


Figura 16. Figura de cajas de la evolución del peso

Los criterios de inclusión fueron que llevasen un mínimo de 2 años realizando la actividad del fútbol con regularidad (entrenamientos y partidos) antes del empezar el estudio, que tuvieran entre 7 y 12 años en el momento de la realización del estudio y que previamente hubiesen firmado los padres de los niños el consentimiento para la participación en el mismo. Como criterios de exclusión se indicó que no hubiesen tenido ninguna fractura en miembros inferiores, malformación congénita en el miembro inferior y que no presentasen ningún tipo de lesión en el momento del mismo.

Las mediciones fueron llevadas a cabo al principio de cada una de las tres temporadas estudiadas, estableciéndose una medición anual para cada uno de los sujetos. Todos los sujetos fueron entrevistados para obtener diferentes datos demográficos y para los exámenes clínicos llevados a cabo. La recogida de datos incluía edad, sexo, años de

práctica deportiva y horas de práctica semanales. El protocolo de medición lo realizaron tres sujetos previamente entrenados en las diferentes pruebas de medidas utilizadas. Los sujetos del estudio se prestaron al mismo con la vestimenta apropiada (pantalón corto o ropa interior) para que de esta forma fuese posible localizar las referencias anatómicas utilizadas para las mediciones. Primeramente fueron realizadas medidas antropométricas de cada niño para seguidamente realizarle una impresión plantar en tinta o pedigrafía, mediante el pedígrafo, consistente en un chasis de plástico de 19x38 cm con una lámina de látex impregnada en tinta. Previa explicación a los sujetos del funcionamiento de la misma, el objetivo era obtener la impresión de la huella de cada sujeto en papel.

El Foot Posture Index fue evaluado por un podólogo con una alta fiabilidad establecida intra-observador en la medición del FPI (Intraclass correlation coefficient [ICC] = 0.91–0.98), [21] quien fue cegado a los efectos del estudio y de la identidad de los participantes. El FPI es una herramienta de valoración clínica usada para la evaluación de la posición del pie [22], con una validez aceptable [23] y una buena fiabilidad intra-observador (ICC = 0.893–0.958) [24]. El FPI evalúa la naturaleza multi-segmentaria de la postura del pie en los tres planos, y no requiere el uso de equipo especializado. Cada ítem del FPI es puntuado entre -2 y +2, para dar una puntuación total entre -12 (altamente supinado) y +12 (altamente pronado). Los ítems incluyen: palpación de la cabeza del astrágalo, curvatura supramaleolar e inframaleolar lateral, ángulo del calcáneo, palpación de la prominencia talonavicular, altura del arco longitudinal interno y la alineación del antepié respecto al retropié.

Para la observación posicional del ángulo Q en carga se colocó a una distancia de 2.90 metros un trípode con una cámara fotográfica Sony A380, con la cual se tomó una fotografía anterior del miembro inferior de cada sujeto para posteriormente obtener el ángulo Q en carga mediante software informático, siguiendo la metodología descrita por Sánchez-Machado et al [25] usado para valorar la alineación de la rodilla con respecto a la cadera y la tibia. Para ello, el sujeto era posicionado en bipedestación sobre una superficie a 0.90 metros del suelo y una cámara era colocada a 2.90 metros del individuo, para así obtener una imagen completa de toda la extremidad inferior. Para estandarizar la imagen, se procedió a separar 7.5 cm ambos talones, así como una rotación externa de 10° del antepié. Esto era reflejado mediante una marca en la

superficie donde le será tomada la imagen al sujeto. El sujeto se colocaba de esta forma con la musculatura relajada, brazos a lo largo de la longitudinal del cuerpo, cabeza erguida y ojos al frente mirando un punto en la pared. El ángulo Q, se obtuvo tomando de referencia la espina ilíaca anterosuperior, el centro de la rótula y la tuberosidad anterior de la tibia, siendo el centro de la rótula el vértice del ángulo que relaciona el fémur con la tibia, con lo cual estos puntos fueron correctamente marcados para poder ser observados en la fotografía. Para la medición del ángulo Q en carga se utilizó un software para medición precisa de ángulos en fotografía (CorelCAD 2014®), mediante el cual se procedió a la medición de los ángulos en las mismas.

Por último, se procedió a la medición espacial del eje de la articulación subastragalina según la maniobra descrita por Kirby [26]. Para ello se posiciona al sujeto en posición de decúbito supino sobre una superficie plana, mientras que con una mano se realiza una presión con el primer dedo en la zona de las cabezas de 4º y 5º metatarsiano para colocar el pie en una posición neutra. Con el primer dedo de la otra mano se procede a palpar desde retropié hacia antepié diferentes puntos siguiendo una línea. Cuando se observe que en un punto el pie no realiza ningún movimiento rotacional, ese será un punto por donde pasa el eje de la ASA. Una vez marcados todos los puntos, se procede a su unión con una línea recta. Si esta línea pasa justo entre los sesamoideos, estaremos ante un pie con un eje neutro. Si pasa por la zona medial, estaremos ante un pie con un eje medializado (pronado). Si por el contrario, el eje se desvía hacia lateral estaremos ante un pie con el eje lateralizado (supinado).

Para el análisis del índice de valgo en la pedigrafía se usó como referencia el estudio de Thomson [27]. Sobre la impresión plantar fue marcada la posición de ambos maléolos, siendo punto A la posición del maléolo externo y B la posición del interno, siendo ambos puntos unidos mediante una línea recta. A continuación, se procede a trazar el eje del pie mediante una línea recta que una el centro del talón con la impresión de la huella del tercer dedo. La intersección entre la línea A-B y la del eje del pie se llamará punto C. Con estos puntos podemos realizar la siguiente fórmula, la cual determinará el índice de valgo del pie en cuestión:

$$\text{Índice de valgo} = \frac{1}{2} \frac{AB-AC}{AB} \times 100$$

### 2.1. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados con el software IBM SPSS19® (SPSS Science, Chicago, IL), usándose la estadística descriptiva de las variables para observar las medias y desviaciones típicas de las variables cuantitativas obtenidas en cada uno de los años. Para observar y contrastar la hipótesis de normalidad de la población se usó la prueba Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors. Para el análisis de las medidas de cada año se usó la prueba ANOVA de medidas repetidas como prueba no paramétrica y la prueba chi cuadrado como prueba paramétrica. En todas estas pruebas se usó el criterio estadístico de significación de  $p < 0.05$ .

### 3. Resultados

Los resultados para las variables que se analizaron están descritos y se muestran en las siguientes tablas y figuras:

Los valores medios para el FPI fueron: 5.38 en el pie derecho (D) y de 4.49 en el pie izquierdo (I) en el primer año; 5.11 (D) y 4.62 (I) en el segundo año; y 4.64 (D) y de 4.34 (I) en el tercer año, con una  $p=0.31$  (D) y  $p=0.81$  (I) (Tabla 5) (Figura 17).

En el índice de valgo se obtuvo: 14.005 (D) y 13.88 (I) en el primer año; 13.54 (D) y 13.42 en el segundo año; y 13.09 (D) y 13.07 (I) en el tercer año, con una  $p < 0.001$  (D) y  $p < 0.001$  (I) (Tabla 5) (Figura 19).

En el ángulo Q se obtuvo unos valores de: 12.83 (D) y de 12.74 (I) en el primer año; 13.04 (D) y 12.94 (I) para el segundo año; y 13.17 (D) y de 13.26 (I), con una  $p=0.57$  (D) y  $p=0.21$  (I). (Tabla 5) (Figura 18).



	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Valor P</b>
	<b>Media (SD)</b>	<b>Media (SD)</b>	<b>Media (SD)</b>	
<b>Total FPI (Derecho)</b>	5,38 (1,79)	5,11 (3)	4,64 (2,51)	0,31
<b>Total FPI (Izquierdo)</b>	4,49 (1,67)	4,62 (2,71)	4,34 (2,26)	0,81
<b>Índice de valgo (Derecho)</b>	14,005 (1,51)	13,54 (1,52)	13,09 (1,28)	<0,001
<b>Índice de valgo (Izquierdo)</b>	13,88 (1,46)	13,42 (1,24)	13,077 (1,07)	<0,001
<b>Ángulo Q (Derecho)</b>	12,83 (1,98)	13,04 (1,49)	13,17 (1,45)	0,57
<b>Angulo Q (Izquierdo)</b>	12,74 (1,68)	12,94 (1,47)	13,26 (1,46)	0,21

Tabla 5. Comparación de la evolución de los datos para FPI, índice de valgo y ángulo Q en cada uno de los tres años observados.

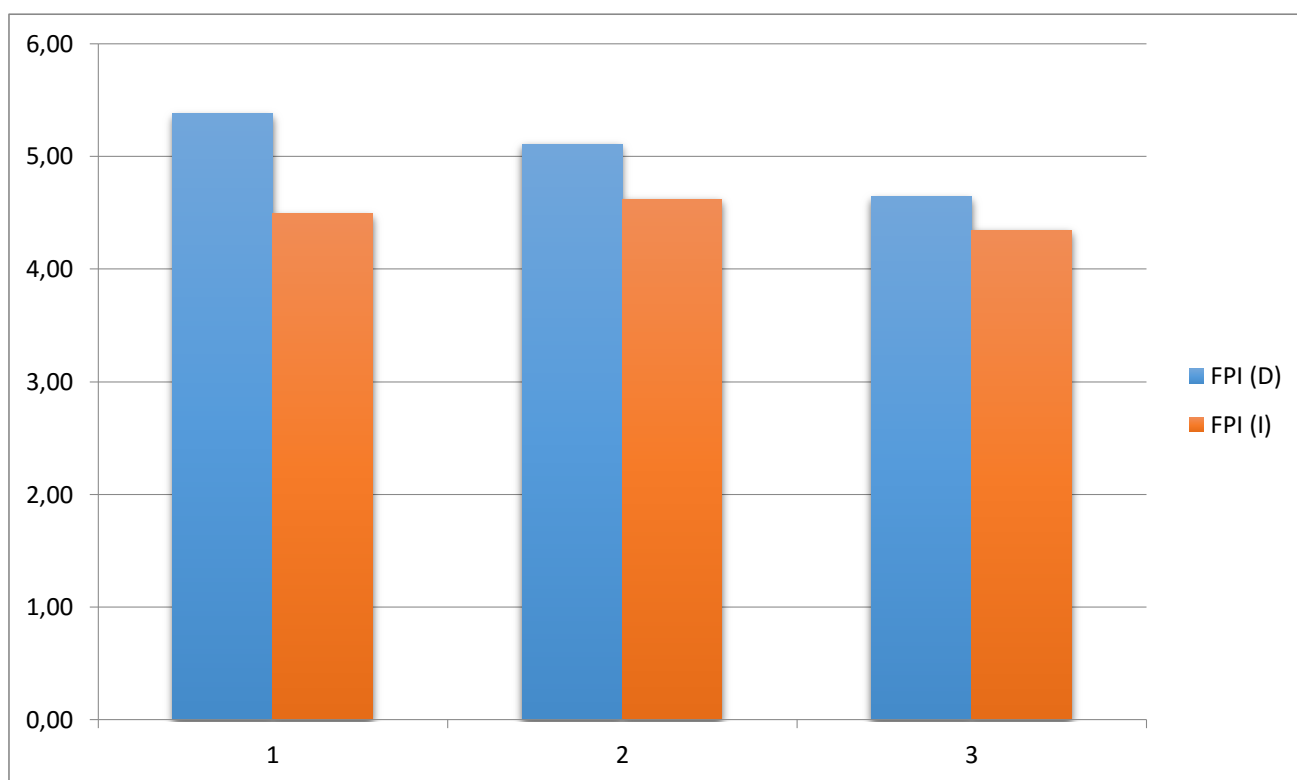


Figura 17. Distribución de la evolución del FPI a lo largo de los 3 años

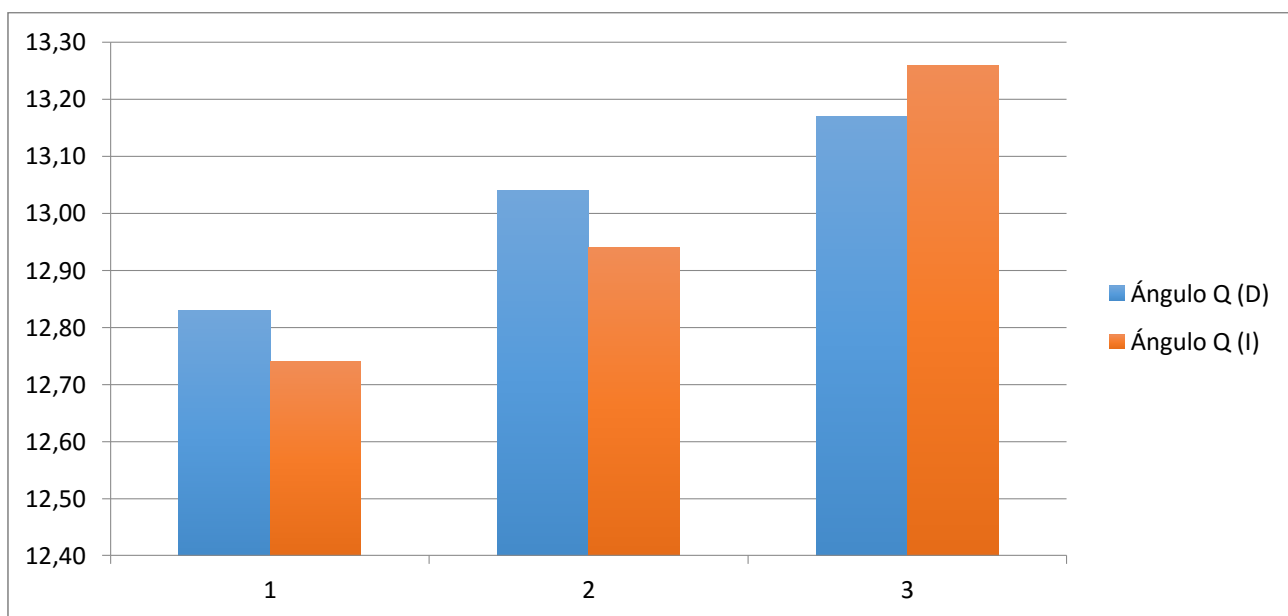


Figura 18. Distribución de la evolución del ángulo Q a lo largo de los 3 años.

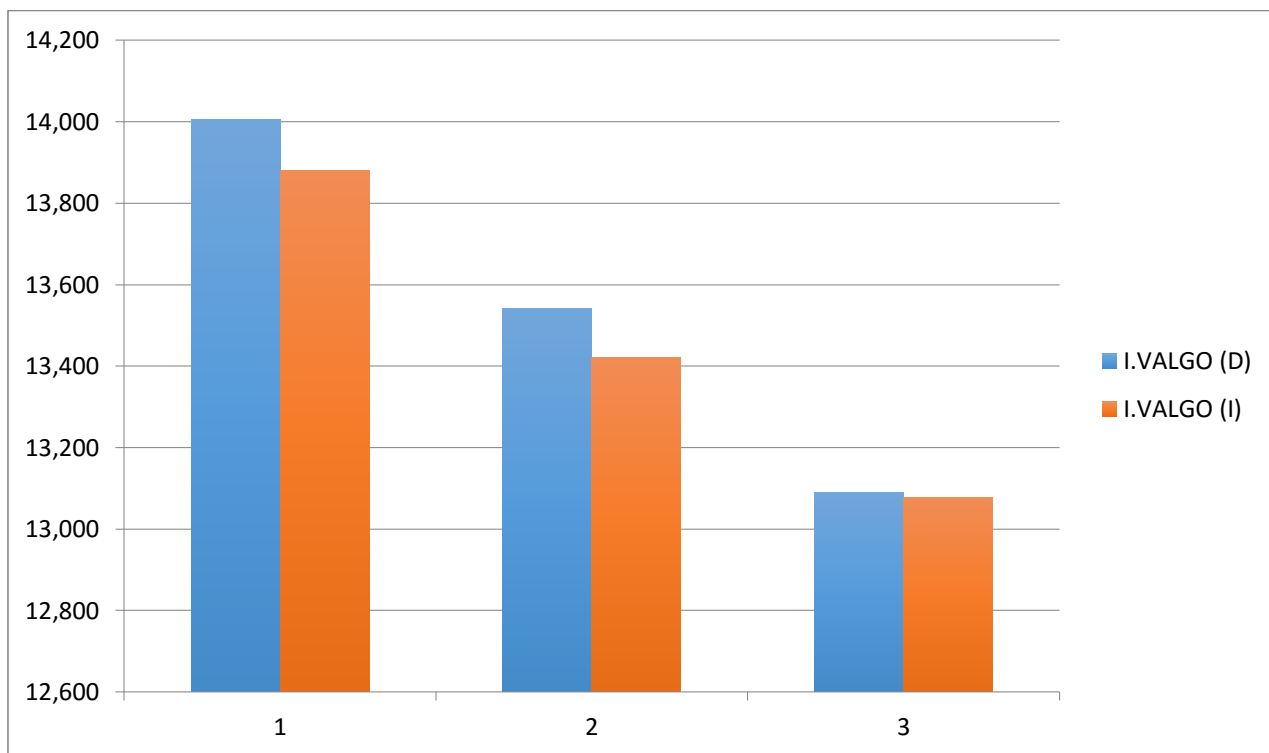


Figura 19. Distribución de la evolución del índice de valgo a lo largo de los 3 años.

El test de la orientación de la articulación subastragalina mostró un 83.02% (D) y 69.82% (I) de pies pronados y un 16.98% (D) y 30.18% (I) de pies neutros en el primer año, mientras que en el segundo hubo un 49.05% de pies pronados en ambos pies y un 45.28% de pies neutros también en ambos pies; en el tercer año los resultados mostraron un 54.71% (D) y 60.37% (I) de pies neutros y un 39.62% (D) y un 33.96% (I) de pies pronados. (Tabla 6) (Figura 20, 21)

		Pie derecho			Pie izquierdo				
		Neutro	Pronado	Supinado	Valor P	Neutro	Pronado	Supinado	Valor P
<b>Año 1</b>	Número	9	44	0		16	37	0	
	%	16,98%	83,02%	0%		30,18%	69,82%	0%	
<b>Año 2</b>	Número	26	26	3		24	26	3	
	%	45,28%	49,05%	5,66%	<0,005	45,28%	49,05%	5,66%	<0,001
<b>Año 3</b>	Número	29	21	3		32	18	3	
	%	54,71%	39,62%	5,66%		45,28%	52,94%	5,66%	

Tabla 6. Evolución de los datos obtenidos para la orientación del eje de la articulación subastragalina (ASA) en cada uno de los tres años.

Se han observado resultados estadísticamente significativos en la evolución anual en el test de orientación del eje de la articulación subastragalina, siendo  $p < 0.005$  en el pie derecho y  $p < 0.001$  en el pie izquierdo, y también en el índice de valgo, siendo en este caso  $p < 0.001$  tanto en el pie derecho como en el izquierdo. Sin embargo tanto para el FPI ( $p = 0.31$  derecho y  $p = 0.81$  izquierdo) como para el ángulo Q ( $p = 0.57$  derecho y  $p = 0.21$  izquierdo) los resultados obtenidos no mostraron una significancia estadística.

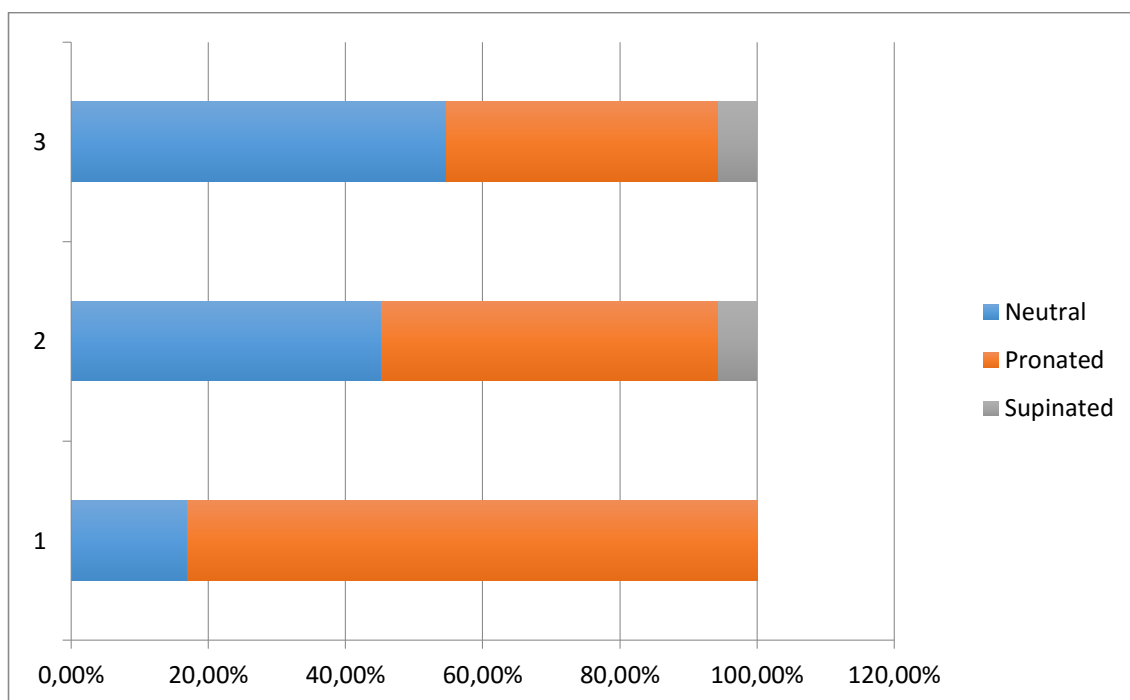


Figura 20. Gráfica de barras de los porcentajes en la orientación del eje de la articulación subastragalina del pie derecho en la evolución de los tres años.

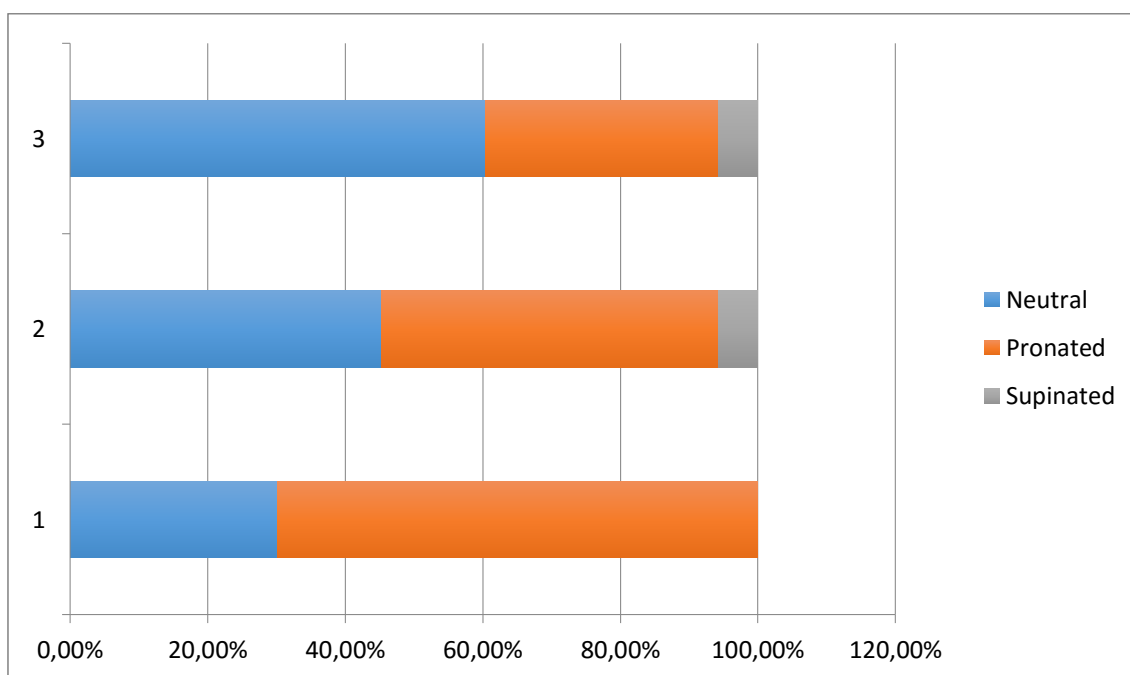


Figura 21. Gráfica de barras de los porcentajes en la orientación del eje de la articulación subastragalina del pie izquierdo en la evolución de los tres años.

#### 4. Discusión

El propósito de este estudio fue observar durante un periodo de tiempo de 3 años las posibles modificaciones estructurales en el miembro inferior que la práctica del fútbol constante a lo largo del tiempo durante la edad infantil podía ocasionar, con lo que, de ser así, se podría considerar la práctica del fútbol como potencial factor de riesgo para la aparición de alteraciones morfológicas y estructurales en los niños que así lo practican.

Los resultados obtenidos muestran que, en los valores medios del FPI para cada año de medición, aun estando estos clasificados en los valores en los que se establecen para pies neutros, se alejan ligeramente de los valores medios establecidos por Redmond [22] para el grupo de edad de los niños, siendo este valor de 3.7 puntos. Sin embargo, se puede apreciar una disminución del valor desde el primer año hacia el tercero, en los que los valores obtenidos para el primer año se acercan más hacia los establecidos como pronados mientras que ya en el tercer año se ha apreciado una disminución de los mismos, siendo estos más próximos a los valores que estableció Redmond. Esto se puede ver reforzado con el test de orientación del eje de la articulación subastragalina [26], donde se aprecia una disminución del porcentaje de ejes de pies pronados desde el primer año hacia el tercero, donde el mayor porcentaje es de ejes de pies neutros. Cabe destacar que en el crecimiento fisiológico del pie del niño está descrito como se produce un avance progresivo desde un estado inicial de valgo hacia la neutralidad [28].

Comparando estos resultados con el estudio de Cain et al [29], en los que se obtienen valores de FPI medios de 5.3 en jugadores adolescentes de fútbol sala, se observa cierta similitud únicamente en el primer año, mientras que en los dos siguientes el valor obtenido en este estudio disminuye en ambos pies.

En referencia al ángulo Q, donde se establece que la angulación media es de unos 15° [20], se ha observado que existe poca variación desde el primer año hacia el tercero, si bien estos valores obtenidos son inferiores a lo que establece la normalidad. Comparándolos con el estudio de Örtqvist et al [30], donde se obtienen valores de ángulo Q de 14.1° en niños sanos de entre 9 y 16 años, también se observa una ligera disminución de los resultados obtenidos para cada uno de los tres años.

Respecto al índice de valgo, Thomson [27] estableció la normalidad entre los 11 y 14 grados, siendo por encima de 14° considerado valgo talar y por debajo de los 11° como

varo talar, se puede observar en los resultados obtenidos que los valores para cada uno de los tres años están considerados dentro de la normalidad, pero se puede apreciar como estos valores van disminuyendo desde el primer año hacia el tercero, alejándose progresivamente del límite del valor establecido como valgo talar.

Por todo esto, los datos se pueden interpretar como que se produce una cierta tendencia a la disminución de los valores obtenidos con el paso de cada año en cada una de las variables analizadas, si bien solo presenta significancia estadística en las variables del índice de valgo y en el test de orientación de la articulación subastragalina, test donde la fiabilidad de las mismas no están totalmente justificadas en la literatura. Se observa que la tendencia general de los resultados es la disminución desde los valores que están considerados como valgo o pronación en todas las variables hacia valores más neutros, aunque estos siempre permanecen en el rango de fisiología para la edad estudiada.

Si bien es posible hacer esta interpretación gracias a los valores obtenidos, hay que tener en cuenta también las limitaciones que este estudio pueda presentar, como son el caso de no haber analizado durante más tiempo a cada uno de los sujetos para observar si la tendencia de la disminución de los valores era continuada con el paso del tiempo hacia una edad mayor, o el nivel de actividad y grado de intensidad de la práctica, puesto que este estudio está realizado en una Escuela de Fútbol, donde se busca que la actividad deportiva sea más lúdica que competitiva para los niños, siendo esta mayor a nivel de clubes.

Los resultados nos permiten interpretar que, si bien se producen cambios a nivel estructural en el miembro inferior a través de los años, estos no llegan a ser considerados perjudiciales para el normal desarrollo del niño al menos durante las edades observadas. Como objetivos futuros de este estudio, se plantea la posibilidad de realizar las mismas mediciones de las variables usadas durante un periodo de tiempo más prolongado que el aquí empleado y a nivel de clubes donde exista un mayor grado de intensidad y competitividad.

## 5. Conclusión

En este estudio se muestra que, si bien la práctica del fútbol en niños en edad escolar puede provocar diferentes cambios a nivel estructural del miembro inferior, estos no deben ser considerados nocivos ni perjudiciales para el niño que así lo practica. Se ha demostrado que con el paso de los años, pies que han sido considerados pronados mediante el Foot Posture Index, y apoyándose tanto en el índice de valgo como en el test de orientación de la articulación subastragalina, van progresivamente avanzando hacia una neutralidad. A nivel tibio-femoral, sin embargo, se aprecia un ligero aumento del ángulo Q de la rodilla tanto en cuanto van avanzando los años de práctica.

## 6. Referencias

1. Janssen I, Leblanc AG. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *The International Journal of Behavioural Nutrition and Physical Activity*. 2010. 11; 7:40.
2. Sothorn MS, Loftin M, Suskind RM, Udall JN, Blecker U. The health benefits of physical activity in children and adolescents: implications for chronic disease prevention. *European Journal of Pediatrics*. 1999. 158(4):271-274.
3. Fehily AM, Coles RJ, Evans WD, Elwood PC. Factors affecting bone density in young adults. *Am J Clin Nutr* 1992; 56: 579 – 86.
4. Loprinzi PD, Cardinal BJ, Loprinzi KL, Lee H. Benefits and environmental determinants of physical activity in children and adolescents. *Obes Facts* 2012; 5: 597 – 610.
5. Froholdt A, Olsen OE, Bahr R. Low risk of injuries among children playing organized soccer: a prospective cohort study. *American Journal of Sports Medicine*. 2009. 37(6):1155-60.
6. Bizzini M, Dvorak J. FIFA 11+: an effective programme to prevent football injuries in various player groups worldwide-a narrative review. *British Journal of Sports Medicine*. 2015. 49(9):577-9.

7. Bastos FN, Vanderlei FM, Vanderlei LC, Júnior JN, Pastre CM. Investigation of characteristics and risk factors of sports injuries in young soccer players: a retrospective study. *International Archives of Medicine*. 2013. 20; 6(1):14.
8. Walters BS, Wolf M, Hanson C, Mor N, Scorpio RJ, Kennedy AP Jr, Meyers JO, Coppola CP. Soccer injuries in children requiring trauma center admission. *The Journal of Emergency Medicine*. 2014. 46(5):650-4.
9. Faude O, Rößler R, Junge A. Football injuries in children and adolescent players: are there clues for prevention? *Sports Medicine*. 2013. 43(9):819-37.
10. Schneider AS, Mayer HM, Geißler U, Rumpf MC, Schneider C. Injuries in male and female adolescent soccer players. *Sportverletz Sportschaden*. 2013. 27(1):34-8.
11. Cheema JI, Grissom LE, Harcke HT. Radiographic characteristics of lower-extremity bowing in children. *Radiographics*. 2003. (4): 871 - 80.
12. Størvold GV, Aarethun K, Bratberg GH. Age for onset of walking and prewalking strategies. *Early Hum Dev*. 2013. 89 (9): 655 - 9
13. Arazi M, Oğün TC, Memik R. Normal development of the tibiofemoral angle in children: a clinical study of 590 normal subjects from 3 to 17 years of age. *J Pediatr Orthop*. 2001. 21 (2): 264 - 7.
14. Greene WB. Genu varum and genu valgum in children. *Instr Course Lect*. 1994; 43: 151 - 9.
15. Espandar R, Mortazavi SM, Baghdadi T. Angular deformities of the lower limb in children. *Asian J SportsMed*. 2010. 1 (1): 46 - 53.
16. Asadi K, Mirbolook A, Heidarzadeh A, Mardani Kivi M, Emami Meybodi MK, Rouhi Rad M. Association of Soccer and Genu Varum in Adolescents. *Trauma Monthly* 2015. 20(2):e17184.
17. Thijs Y, Bellemans J, Rombaut L, Witvrouw E. Is high-impact sports participation associated with bowlegs in adolescent boys? *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2012. 44(6):993-8.



18. Cooney AD, Kazi Z, Caplan N, Newby M, St Clair Gibson A, Kader D.F. The relationship between quadriceps angle and tibial tuberosity-trochlear groove distance in patients with patellar instability. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: official journal of the ESSKA*. 2012. 20(12):2399-404.
19. Bayraktar B, Yucesir I, Ozturk A, Cakmak AK, Taskara N, Kale A, Demiryurek D, Bayramoglu A, Camlica H. Change of quadriceps angle values with age and activity. *Saudi Medical Journal*. 2004. 25(6):756-60.
20. Sendur OF, Gurer G, Yildirim T, Ozturk E, Aydeniz A. Relationship of Q angle and joint hypermobility and Q angle values in different positions. *Clin Rheumatol*. 2006 May; 25 (3): 304 - 8.
21. Luque-Suarez A, Gijon-Nogueron G, Barón-Lopez FJ et al. Effects of kinesio-taping on foot posture in participants with pronated foot. *Physiotherapy* 2014; 100(1):36–40.
22. Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the Foot Posture Index. *J Foot Ankle Res*. 2008 Jul 31; 1 (1): 6
23. Keenan AM, Redmond AC, Horton M et al. The Foot Posture Index: Rasch analysis of a novel, foot-specific outcome measure. *Arch Phys Med Rehabil* 2007; 88(1):88–93.
24. Cornwall MW, McPoil TG, Lebec M et al. Reliability of the modified Foot Posture Index. *J Am Podiatr Med Assoc* 2008; 98(1):7–13.
25. Sanchez HM, Sanchez EG, Baraúna MA, Canto RS. Evaluation of Q angle in different static postures. *Acta Ortop Bras*. 2014; 22 (6): 325 - 9.
26. Kirby, KA. Subtalar joint location and rotational equilibrium theory of foot function. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2001; 91 (9): 465 - 87.
27. Thomson, CE. An investigation into the reliability of the valgus index and its validity as a clinical measurement. *The Foot*. 1994; Vol 4 Issue 4 Dec (4): 191-97.
28. Staheli L. El Pie. En: *Staheli Ortopedia Pediátrica*. 1era Edición Madrid: Marban. 2003: 89-113.

29. Cain LE, Nicholson LL, Adams RD, Burns J. Foot morphology and foot/ankle injury in indoor football. *J Sci Med Sport*. 2007 Oct; 10 (5): 311 - 9.
30. Ortqvist M, Moström EB, Roos EM, Lundell P, Janarv PM, Werner S, Broström EW. Reliability and reference values of two clinical measurements of dynamic and static knee position in healthy children. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011.Dec;19(12):2060-6.





UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

# **CAPÍTULO V:**

## **LIMITACIONES Y PROSPECTIVA**

Aunque en este trabajo se ha intentado llevar a cabo un riguroso método científico y evitar el mayor sesgo dentro de los mismo, debemos hacer hincapié en algunas de las limitaciones que hemos encontrado o se han detectado a lo largo del mismo.

La principal, y en nuestro parecer más importante, es el seguimiento de los niños y el grupo de deportistas analizados. Entendemos que posiblemente muchos de los datos que hemos obtenido pudieran ser diferentes si se hubiera ampliado esta muestra 3 o 4 años más, información que debemos también como futura prospectiva de dicho trabajo. El efecto del deporte posiblemente pueda ser detectado en edades más avanzadas. Otra de las limitaciones encontradas en los estudios llevados a cabo en esta tesis es la edad en la que los sujetos han sido analizados, ya que en las edades observadas tanto en el capítulo III como en el IV son edades en los que los niños están aún en fase de crecimiento, por lo que se puede sugerir que los cambios o alteraciones derivadas de la práctica del fútbol se puedan ocasionar en edades más avanzadas a las aquí estudiadas.

Otra limitación que puede encontrarse es, tanto en los capítulos III como IV, el tipo de la actividad del fútbol que los niños realizan, ya que la práctica deportiva de los niños analizados se da a nivel de escuela de fútbol, donde el nivel competitivo pasa a un segundo plano en beneficio de la práctica más lúdica de la actividad, con lo que tanto a nivel de entrenamientos como de competición la intensidad y la carga de trabajo será siempre inferior que las que se aplican a nivel de clubes federados, en los que la exigencia competitiva será mayor y siempre con una proyección encaminada hacia el profesionalismo en un futuro.

Por último, también se puede entender como limitación en el capítulo IV el tiempo de duración del estudio prospectivo en el análisis de las variables de los niños. En este estudio el tiempo de duración fue de 3 años, entendiéndose que en un estudio de mayor duración temporal con más años analizados pueden darse resultados en los que se podrían observar con mayor fiabilidad la influencia del fútbol en el desarrollo de la extremidad.

Por todo esto, como objetivos futuros para este tipo de estudio, se plantea la posibilidad de analizar un grupo concreto de niños de club federado, con prospectiva de acabar a nivel profesional o semi-profesional, desde sus inicios como jugadores de fútbol y realizándoles un seguimiento anual durante su etapa deportiva hasta una edad casi adulta.





# **CAPÍTULO VI:**

# **CONCLUSIONES**



- El desarrollo del miembro inferior de los niños que practicaban fútbol entre los 7 y los 9 años presentó ligeras diferencias aunque no perjudiciales respecto a los niños no deportistas.
- La influencia del fútbol durante un periodo de tiempo de 3 años estuvo presente en la evolución del miembro inferior en los niños, ya que presentó diferencias en cada uno de los años analizados.
- Existió diferencia en la posición del pie en el FPI entre niños futbolistas y no futbolistas analizados.
- Existió diferencia en el índice de valgo entre los niños futbolistas y no futbolistas analizados.
- Existió diferencia en la alineación de la rodilla mediante el ángulo Q entre los niños futbolistas y no futbolistas analizados.
- Existió diferencia en la orientación del eje de la subastragalina entre los niños futbolistas y no futbolistas analizados, habiendo más ejes pronados en los niños futbolistas.



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

# **CAPÍTULO VII:**

# **REFERENCIAS**



1. Agel J, Evans TA, Dick R, Putukian M, Marshall SW. Descriptive epidemiology of collegiate men's soccer injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2002-2003. *J Athl Train.* 2007. 42(2):270-277
2. Álvarez JM, Fernández AS, Rodríguez TF. La rodilla en la infancia y en la adolescencia. *Pediatr Integral.* 2014. 18(7): 425-441.
3. Angoorani H, Haratian Z, Mazaherinezhad A, Younespour S. Injuries in Iran futsal national teams: a comparative study of incidence and characteristics. *Asian J Sports Med.* 2014 Sep; 5 (3): e23070. doi:10.5812/asjms.23070.
4. Angulo Carrere MT, Álvarez Méndez, A. Biomecánica de la extremidad inferior. Exploración de la articulación de la cadera. *Reduca (Enfermería, Fisioterapia, Podología).* Serie biomecánica del miembro inferior. 2009; 1(3); 12-25.
5. Arazi M, Oğün TC, Memik R. Normal development of the tibiofemoral angle in children: a clinical study of 590 normal subjects from 3 to 17 years of age. *J Pediatr Orthop.* 2001 Mar-Apr; 21 (2): 264 - 7.
6. Asadi K, Mirbolook A, Heidarzadeh A, Mardani Kivi M, Emami Meybodi MK, Rouhi Rad M. Association of Soccer and Genu Varum in Adolescents. *Trauma Monthly* 2015. 20(2):e17184.
7. Ballester Soleda, J. Desaliniaciones torsionales de las extremidades inferiores. Implicaciones clinicopatológicas. *Monografías SECOT 2.* Barcelona: Masson SA. 2001
8. Bastos FN, Vanderlei FM, Vanderlei LC, Júnior JN, Pastre CM. Investigation of characteristics and risk factors of sports injuries in young soccer players: a retrospective study. *International Archives of Medicine.* 2013. 20; 6(1):14.
9. Bayraktar B, Yucesir I, Ozturk A, Cakmak AK, Taskara N, Kale A, Demiryurek D, Bayramoglu A, Camlica H. Change of quadriceps angle values with age and activity. *Saudi Medical Journal.* 2004. 25(6):756-60.
10. Bizzini M, Dvorak J. FIFA 11+: an effective programme to prevent football injuries in various player groups worldwide-a narrative review. *British Journal of Sports Medicine.* 2015. 49(9):577-9.

11. Cain LE, Nicholson LL, Adams RD, Burns J. Foot morphology and foot/ankle injury in indoor football. *J Sci Med Sport*. 2007 Oct;10 (5): 311 - 9.
12. Calzadilla Moreira, V., Castillo García, I., Blanco Estrada, J., & González Martínez, E. Desviaciones torsionales de los miembros inferiores en niños y adolescentes. *Rev Cubana Med Gen Integ*, 2002, 18(5), 355-361.
13. Camarena, C. Á, Villegas, W. P. Desarrollo y biomecánica del arco plantar. *Ortho-tips*. 2010; 6(4). 215-222.
14. Carlson B. *Human Embryology and Developmental Biology*. 5ª Ed. Philadelphia: Elsevier Health Sciences. 2013
15. Cheema JI, Grissom LE, Harcke HT. Radiographic characteristics of lower-extremity bowing in children. *Radiographics*. 2003 Jul-Aug;23 (4): 871 - 80.
16. Cheng JC, Chan PS, Hui PW. Joint laxity in children. *J Pediatr Orthop* 1991; 11(6): 752-6.
17. Contreras Blasco MA. Osteocondrosis de la cabeza del segundo metatarsiano o enfermedad de Freiberg. *REEMO*. 2003. 12(1):40.
18. Cooney AD, Kazi Z, Caplan N, Newby M, St Clair Gibson A, Kader D.F. The relationship between quadriceps angle and tibial tuberosity-trochlear groove distance in patients with patellar instability. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: official journal of the ESSKA*. 2012. 20(12):2399-404.
19. Cornwall MW, McPoil TG, Lebec M et al. Reliability of the modified Foot Posture Index. *J Am Podiatr Med Assoc* 2008; 98(1):7–13.
20. De Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ*. 2007 Sep; 85 (9): 660-7.
21. Delval J. *El desarrollo humano*. 8ª Ed. Madrid: Siglo XXI de España Editores. 2008.
22. Demey G, Lustig S, Servieh E, Neyret P. Genu recurvatum. *EMC-Aparato Locomotor*. 2014. 47(1): 1-9.
23. Ebri JR. El pie infantil: crecimiento y desarrollo. Deformidades más frecuentes: pie doloroso. *Pediatr Integral*. 2002. 6(5):431-452.
24. Espandar R, Mortazavi SM, Baghdadi T. Angular deformities of the lower limb in children. *Asian J SportsMed*. 2010 Mar; 1 (1): 46 - 53.



25. Esquivel AO, Bruder A, Ratkowiak K, Lemos SE. Soccer-Related Injuries in Children and Adults Aged 5 to 49 Years in US Emergency Departments From 2000 to 2012. *Sports Health*. 2015. 7(4):366-70.
26. Faude O, Rößler R, Junge A. Football injuries in children and adolescent players: are there clues for prevention? *Sports Medicine*. 2013. 43(9):819-37.
27. Fehily AM, Coles RJ, Evans WD, Elwood PC. Factors affecting bone density in young adults. *Am J Clin Nutr* 1992; 56: 579 – 86.
28. Froholdt A, Olsen OE, Bahr R. Low risk of injuries among children playing organized soccer: a prospective cohort study. *American Journal of Sports Medicine*. 2009. 37(6):1155-60.
29. Garret WE, Kirkendall DT, Contiguglia SR. *Medicina del Fútbol*. 1ª Ed. Barcelona: Editorial Paidotribo. 2005
30. Giannotti M, Al-Sahab B, McFaull S, Tamim H. Epidemiology of acute soccer injuries in Canadian children and youth. *Pediatr Emerg Care*. 2011. 27(2):81-85.
31. Giza E, Fuller C, Junge A, Dvorak J. Mechanisms of foot and ankle injuries in soccer. *Am J Sports Med*. 2003. 31(4):550-554.
32. Greene WB. Genu varum and genu valgum in children. *Instr Course Lect*. 1994; 43: 151 - 9.
33. Gusmão LCB, Sousa Rodrigues CF, Martins JS, Silva AJ. Ángulo de Inclinación del Fémur en el Hombre y su Relación con la Coxa Vara y la Coxa Valga. *Int J Morphol*. 2001, 29(2), 389-392.
34. Hernández Ortega, E. Patología de la rodilla en el niño y el adolescente. *Pediatr Integral*. 2002. 6(5):417-426.
35. Hernán Guzmán P. Lesiones deportivas en niños y adolescentes. *Rev Med Clin Condes*. 2012. 23(3):267-273.
36. Herrero FN, Gutiérrez D, Durán C. Sinovitis transitoria de cadera. *Pediatr Integral*. 2001. 6(4):329-334.
37. Huffman SL, Harika RK, Eilander A, Osendarp SJ. Essential fats: how do they affect growth and development of infants and young children in developing countries? A literature review. *Matern Child Nutr* 2011 Oct;7 Suppl 3: 44 - 65.
38. Janssen I, Leblanc AG. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *The International Journal*

of Behavioural Nutrition and Physical Activity. 2010. 11; 7:40.

39. Jiménez, R. Luxación congénita de cadera. Junta Directiva Asoc Española Pediatr, 2002, 187-191.
40. Jiménez-Castellanos Ballesteros J, Catalina Herrera CJ, Carmona Bono A. Anatomía humana general. 1ª Ed. Sevilla: Universidad de Sevilla. 2002.
41. Junge A, Chomiak J, Dvorak J. Incidence of football injuries in youth players. Comparison of players from two European regions. Am J Sports Med. 2000.28(5 Suppl):S47-50.
42. Kapandji, A. Fisiología Articular: Cadera, Rodilla, Tobillo, Pie, Bóveda plantar, Marcha. 5ª Ed. Madrid: Medica Panamericana. 2010
43. Keenan AM, Redmond AC, Horton M et al. The Foot Posture Index: Rasch analysis of a novel, foot-specific outcome measure. Arch Phys Med Rehabil 2007;88(1):88–93.
44. Kirby, KA. Subtalar joint location and rotational equilibrium theory of foot function. J Am Podiatr Med Assoc. 2001; 91 (9): 465 - 87.
45. Le Gall F, Carling C, Reilly T. Injuries in young elite female soccer players: an 8-season prospective study. Am J Sports Med. 2008. 36(2):276-284.
46. Lizárraga RG, Villalobos MM. Enfermedad de Osgood-Schlatter. Ortho-tips. 2007. 3(2):98-102.
47. López-Alameda S, Alonso-Benavente A, López-Ruiz de Salazar A, Miragaya-López P, Alonso-del Olmo JA, González-Herranz P. Enfermedad de Sinding-Larsen-Johansson: análisis de factores asociados. Rev Esp Cir Ortop Traumatol. 2012. 56(5):354-360.
48. Loprinzi PD, Cardinal BJ, Loprinzi KL, Lee H. Benefits and environmental determinants of physical activity in children and adolescents. Obes Facts 2012; 5: 597 – 610.
49. Losada Bardeci P. Alteraciones de los miembros inferiores: deformidades angulares, torsionales, alteraciones de la marcha y disimetrías. Pediatr Integral. 2002. 6(5):397- 412.
50. Luque-Suarez A, Gijon-Nogueron G, Barón-Lopez FJ et al. Effects of kinesio-taping on foot posture in participants with pronated foot. Physiotherapy 2014;100(1):36–40.

51. Martínez-Álvarez S, Martínez-González C, Miranda Gorozarri C, Abril JC, Epeldegui T. Epifisiolisis de la cabeza femoral. *Rev Esp Cir Ortop y Traumatol*. 2012. 56(6):506-514.
52. Martos-Mora C, Gentil-Fernández J, Conejero-Casares JA, Ramos-Moreno R. Metatarso aducto congénito, clasificación clínica y actitud terapéutica. *Rehabilitación*. 2012. 46(2):127-134.
53. Mazières B. Diagnóstico de la rodilla dolorosa no traumática del adulto. *EMC - Aparato Locomotor*. 2014. 47(4):1-15.
54. Mazzi Gonzales De Prada, E. Displasia del desarrollo de la cadera. *Rev Soc Boliv Pediatr*, 2011. 50(1), 57-64.
55. Minguella J. Malformaciones del pie. 1ª Ed. Barcelona: Masson SA. 2003
56. Miranda L, Bas T, Martí, V. Enfermedad de Perthes. Conceptos básicos. *An Pediatr Contin*. 2005. 3(5):317-321.
57. Molina Illán, J. Alteraciones axiales en la infancia: genu varum. *Fisioterapia*. 1998. 20(4): 214-224.
58. Montañez, E. Alteraciones torsionales de la extremidad inferior en relación con la patología femoro-patelar. Universidad de Málaga. Tesis Doctoral. 1990
59. Moore KL, Persaud TVN, Torchia MG. *The Developing Human: Clinically Oriented Embryology*. 10ª Ed. Philadelphia: Elsevier Health Sciences. 2015
60. Moreno Fernández F, Villanueva Martínez M. Medición de la torsión del miembro inferior con tomografía computarizada. *Rev Soc Andaluza Traumatol Ortop*, 2004; 24 (1):17-21.
61. Moya H. Malformaciones congénitas del pie y pie plano. *Revista chilena de pediatría*. 2000. 71(3):243-245.
62. Muñoz J. Deformidades del pie. *An Pediatr Contin*. 2006. 4(4):251-258.
63. Narvárez J, Narvárez JA. Osteonecrosis del escafoides tarsiano. *Seminarios de la Fund Esp Reumatol*. 2006. 7(3):109-116.
64. Olivé JG, Palomo RG, Cañadillas CT, Otero JF. Epifisiolisis de la cabeza femoral. *Pediatr Integral*. 2002. 6(5):389-396.
65. Orrit Vilanova, I. Estudio de las antetorsiones del cuello femoral aumentadas y su repercusión en el aparato locomotor. *El Peu*, 1993, núm. 54-55, p. 87-93.
66. Orqvist M, Moström EB, Roos EM, Lundell P, Janarv PM, Werner S, Broström EW. Reliability and reference values of two clinical measurements of dynamic and static knee position in healthy children. *Knee Surg Sports Traumatol*

- Arthrosc. 2011 Dec; 19 (12): 2060 – 6.
67. Orts Llorca, F. Anatomía Humana, del profesor Francisco Orts Llorca. Tomo I, Aparato Locomotor. Tronco. Cabeza y cuello. Huesos, articulaciones y músculos. 5ª Ed. Barcelona: Editorial Científico Médica. 1988
68. Palastanga N, Field D, Soames R. Anatomía y movimiento humano. Estructura y funcionamiento. 3ª Ed. Barcelona: Editorial Paidotribo. 2007
69. Pan Y, Pratt CA: Metabolic syndrome and its association with diet and physical activity in US adolescents. J Am Diet Assoc 2008; 108: 276 – 86; Discussion 286.
70. Parra García JI, Bueno Sánchez A. El pie plano: las recomendaciones del traumatólogo infantil al pediatra. Rev Pediatr Aten Primaria. 2011. 13(49): 113-125.
71. Paterson, A. Soccer injuries in children. Pediatr Radiol. 2009. 39:1286–1298.
72. Paús V. Desequilibrios fémoro patelares. Rev Asoc Arg Ortop Traumatol. 1990. 55(4):513-524.
73. Pérez Abela AL, Álvarez Osuna RM, Conde Otero M, Godoy Abad N. Pie equinovaro congénito. Rev Soc Andaluza Traumatol Ortop. 2003. 23(1):17-21.
74. Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the Foot Posture Index. J Foot Ankle Res. 2008 Jul 31; 1 (1): 6
75. Rodríguez Merchan EC, Gómez-Castresana F, Ortega Andreu M. Osteocondritis discante de rodilla. Rev Esp Cir Ortop Traumatol. 2002. 46(5):428-435.
76. Rose GK, Welton CA, Marshall T. The diagnosis of flat foot in the child. J Bone Joint Surg 1986; 67B: 71-8.
77. Rouvière H, Delmas A. Anatomía Humana, Topográfica y Funcional. Tomo 3. 11ª Ed. Barcelona: Masson SA. 2005
78. Sanchez HM, Sanchez EG, Baraúna MA, Canto RS. Evaluation of Q angle in different static postures. Acta Ortop Bras. 2014; 22 (6): 325 - 9.
79. Sánchez, M. R. PODOLOGÍA. Los desequilibrios del pie (Color). Barcelona: Editorial Paidotribo. 2004.
80. Schneider AS, Mayer HM, Geißler U, Rumpf MC, Schneider C. Injuries in male and female adolescent soccer players. Sportverletz Sportschaden. 2013. 27(1):34-8.

81. Sendur OF, Gurer G, Yildirim T, Ozturk E, Aydeniz A. Relationship of Q angle and joint hypermobility and Q angle values in different positions. *Clin Rheumatol*. 2006 May; 25 (3): 304 - 8.
82. Señarís J, Viñas P, González JL. Tratamiento del genu valgo patológico del adolescente mediante epifisiodesis parcial percutánea. *Acta Ortop Castellano-Manch*. 2001; 3:25-30.
83. Sinnatamby, CS. Anatomía de last: Regional y aplicada. 10ª Ed. Barcelona: Editorial Paidotribo. 2003
84. Sitio web de la Federación Internacional de Fútbol Asociación, recuperado el 3 de agosto de 2015, <http://es.fifa.com/classicfootball/history/the-game/origins.html>.
85. Sitio web de la Federación Internacional de Fútbol Asociación, recuperado el 3 de agosto de 2015, <http://es.fifa.com/classicfootball/history/the-game/global-growth.html>.
86. Sitio web de la Federación Internacional de Fútbol Asociación, recuperado el 3 de agosto de 2015 [http://www.fifa.com/mm/document/fifafacts/bcoffsurv/bigcount.statspackage\\_7024.pdf](http://www.fifa.com/mm/document/fifafacts/bcoffsurv/bigcount.statspackage_7024.pdf).
87. Sitio web de Medline Plus, consultado y recuperado el 24 de julio de 2015 <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/001584.html> actualizado a 11 de diciembre de 2012.
88. Sitio web [http://www.traumatologiainfantil.com/es/cadera/sinovitis\\_transitoria](http://www.traumatologiainfantil.com/es/cadera/sinovitis_transitoria), actualizado a enero de 2010, consultado y recuperado el 22 de julio de 2015.
89. Sitio web Medline Plus, consultado y recuperado el 21 de julio de 2015 <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/001264.htm>
90. Sothorn MS, Loftin M, Suskind RM, Udall JN, Blecker U. The health benefits of physical activity in children and adolescents: implications for chronic disease prevention. *European Journal of Pediatrics*. 1999. 158(4):271-274.
91. Staheli L. El Pie. En: Staheli Ortopedia Pediátrica. 1era Edición Madrid: Marban. 2003: 89-113.
92. Størvold GV, Aarethun K, Bratberg GH. Age for onset of walking and prewalking strategies. *Early Hum Dev*. 2013 Sep; 89 (9): 655 - 9

93. Stracciolini A, Casciano R, Levey Friedman H, Meehan WP 3rd, Micheli LJ. Pediatric sports injuries: an age comparison of children versus adolescents. *Am J Sports Med.* 2013. 41(8):1922-1929.
94. Stubbe JH, van Beijsterveldt AM, van der Knaap S, Stege J, Verhagen EA, van Mechelen W, Backx FJ. Injuries in professional male soccer players in the Netherlands: a prospective cohort study. *J Athl Train.* 2015 Feb; 50 (2): 211 - 6.
95. Suzue N, Matsuura T, Iwame T, Hamada D, Goto T, Takata Y, Iwase T, Sairyō K. Prevalence of childhood and adolescent soccer-related overuse injuries. *J Med Invest: JMI.* 2014. 61(3-4):369-373.
96. Taylor BL, Attia MW. Sports-related injuries in children. *Acad Emerg Med.* 2000. 7(12):1376-82.
97. Thijs Y, Bellemans J, Rombaut L, Witvrouw E. Is high-impact sports participation associated with bowlegs in adolescent boys? *Med Sci Sports Exerc.* 2012 Jun; 44 (6): 993 – 8.
98. Thomson, CE. An investigation into the reliability of the valgus index and its validity as a clinical measurement. *The Foot.* 1994; Vol 4 Issue 4 Dec (4): 191-97.
99. Twisk JW: Physical activity guidelines for children and adolescents: a critical review. *Sports Med* 2001; 31: 617 – 27.
100. Van Gheluwe B, Kirby KA, Hagman F. Effects of simulated genu valgum and genu varum on ground reaction forces and subtalar joint function during gait. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2005 Nov-Dec; 95 (6): 531 - 41.
101. Vanderlei FM, Vanderlei LC, Bastos FN, Netto Júnior J, Pastre CM. Characteristics and associated factors with sports injuries among children and adolescents. *Braz J Phys Ther.* 2014 Dec;18 (6): 530 - 7.
102. Vargas-Carvajal IX, Martínez-Ballesteros OF. Enfermedad de Legg-Calvé-Perthes. Revisión actualizada. *Semergen Medicina de familia.* 2012. 38(3):167-174.
103. Velutini PFT, Olvera LO, Rodríguez RR. Enfermedad de Renander: diagnóstico y tratamiento. *Ana Med (Mx).* 2013. 58(3), 187-191.

104. Vescovi JD, VanHeest JL. Effects of an anterior cruciate ligament injury prevention program on performance in adolescent female soccer players. *Scand J Med Sci Sports*. 2010. 20(3):394-402.
105. Walters BS, Wolf M, Hanson C, Mor N, Scorpio RJ, Kennedy AP Jr, Meyers JO, Coppola CP. Soccer injuries in children requiring trauma center admission. *J Emerg Med*. 2014. 46(5):650-4.
106. Wicart P, Adamsbaum C, Seringe R. Luxación congénita de cadera. *EMC-Aparato Locomotor*, 2014, 47(4), 1-20.
107. Witvrouw E, Danneels L, Thijs Y, Cambier D, Bellemans J. Does soccer participation lead to genu varum? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2009 Apr; 17 (4): 422 - 7. Epub 2009 Jan 30.
108. Wong P, Hong Y. Soccer injury in the lower extremities. *Br J Sports Med*. 2005. 39(8):473-482.
109. Yaniv M, Becker T, Goldwirt M, Khamis S, Steinberg DM, Weintraub S. Prevalence of bowlegs among child and adolescent soccer players. *Clin J Sport Med*. 2006. 16(5):392-396.
110. Yu B, McClure SB, Onate JA, Guskiewicz KM, Kirkendall DT, Garrett WE. Age and gender effects on lower extremity kinematics of youth soccer players in a stop jump task. *Am J Sports Med*. 2005. 33(9):1356-1364.
111. Zamorano MM, Abad MEM, Tiestos JM, Hernández AH, Puerta EV, Herrera CQ. Enfermedad de Sinding Larsen-Johansson o Apofisitis distal de rótula. *Canarias Pediatr*. 2010. 34(2):77-78.





# **CAPÍTULO VIII:**

## **ANEXOS**



Anexo I (Autorización/consentimiento)



Estimados padres:

Desde el Departamento de Enfermería (Podología) de la Universidad de Málaga, un Podólogo Interno Residente de la Universidad en colaboración con otros, queremos junto con algunos profesores de la Universidad, comprobar el estado de salud de los pies de vuestros hijos/as y para ello necesitamos hacerles una exploración podológica, que nos permita observar posibles anomalías en los pies y/o en la forma de caminar de ellos.

Queremos informarles que dicha exploración es **absolutamente inofensiva** y no hay posibilidad alguna de que el niño/a sufra daño alguno.

Pero para que todo ello sea posible, nos resulta imprescindible contar con vuestra colaboración, por lo que os pedimos que firméis la autorización que figura abajo y que rellenéis el cuestionario que se adjunta (solo os llevará unos minutos), y lo entreguéis al podólogo el día de la exploración.

Le recordamos la conveniencia de que el día de la misma vuestro hijo lleve el calzado habitual de todos los días y pantalón corto o bermudas.

Por todo ello os damos las gracias anticipadamente.

-----  
(Por favor, rellenar y devolver firmada)

D. / D<sup>a</sup>. \_\_\_\_\_ padre, madre o tutor (táchese lo que no proceda)  
del niño/a \_\_\_\_\_ autorizo la realización  
del examen podológico a mi hijo/a.

Málaga, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Firma

Anexo II (Hoja de exploración)

Código: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**EXPLORACIÓN GENERAL:**

Talla: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_

Fórm. Metatarsal:  Indexminus  Index plus  Indexplusminus  Otra: Fórm. Digital:  
 Egipcio  Griego  Cuadrado  Otra:

Fórm. Podal:  Normolíneo  Longilíneo  Brevilíneo  Otra:

Alt. 1º dedo: Dcho \_\_\_\_\_ Izqdo \_\_\_\_\_ (HV,HR,Insf....)

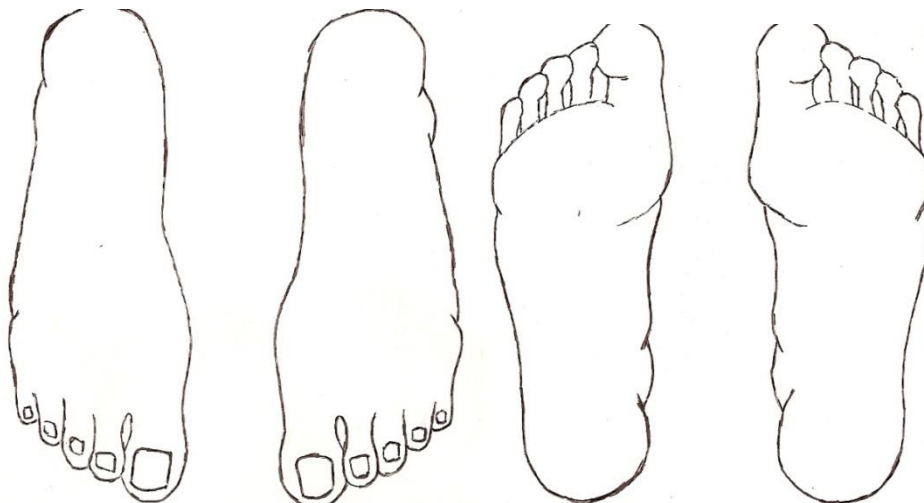
Alt. Resto dedos: Dcho \_\_\_\_\_ Izqdo \_\_\_\_\_ (Dedos en garra,tipo)

Onicopatías: Dcho \_\_\_\_\_ Izqdo \_\_\_\_\_

Afec. dérmicas: Dcho \_\_\_\_\_ Izqdo \_\_\_\_\_

Tipo de piel:  Seca  Escamosa  Normal  Grasa  Macerada  Sudorosa  
 Otra:

Sudoración:  Anhidrosis  Normohidrosis  Hiperhidrosis  Bromhidrosis  En  
tratamiento



F.P.I.	Retropié			Antepié			TOTAL
	Palpación astrágalo	Curvatura maleolar	Calcáneo	Prominencia talonavicular	Congruencia ALI	Abd/add	
Izquierdo							
Derecho							

	<b><u>PIE DERECHO</u></b>	<b><u>PIE IZQUIERDO</u></b>
<b>ÍNDICE CLARCK/VALGO/CHIPPEAUX</b>		
<b>GENU VALGO/VARO (ÁNGULO Q)</b>		
<b>TEST DE KIRBY</b>		

Anexo III (Cuestionario de antecedentes y datos antropométricos)

**CUESTIONARIO PARA LOS ALUMNOS DE LA E.F. CÁRTAMA**

- Nombre:
  
- Fecha de nacimiento:
  
- Sexo:
  
- Talla:
  
- Peso:
  
- Nº de pie:
  
- Horas semanales de entrenamiento (especificar horas de fútbol y horas de educación física):
  
- Horas semanales de competición (partidos):
  
- Posición en el equipo:
  
- Pierna de golpeo:
  
- Tipo de calzado con el que practica fútbol (bota de tacos o multitacos) y tipo de calzado diario (deportivo, zapatos de calle):
  
- En caso de usar botas de tacos, tipo de taco (redondo, alargado, de goma, de aluminio...):

- En caso de usar botas de tacos, número de tacos:
  
- Tiempo en años que lleva practicando fútbol:
  
- Antecedentes de lesiones musculoesqueléticas (rodear el número que corresponda al caso):
  - 0 – No lesiones.
  - 1 – Lesión de raquis.
  - 2 – Lesiones pélvicas.
  - 3 – Lesiones femorales.
  - 4 – Lesiones rotulianas.
  - 5 – Lesiones tibio-peroneas.
  - 6 – Lesiones de tipo podológico.
  
- Número de horas de sueño diario:
  
- ¿Realiza algún otro deporte? En caso afirmativo, especificar cuál:



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



# **CAPÍTULO IX:**

# **PUBLICACIONES**



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



**Date:** 2016-02-02 11:52:34

**Last Sent:** 2016-02-02 11:52:34

**Triggered By:** Redacted

**CC:** Redacted

**BCC:** Redacted

Journal of the American Podiatric Medical Association

**Subject:**

Decision for Manuscript #15-193R1

Dear Dr. Gijon-Nogueron,

Your manuscript, "Structural changes in the lower extremities in children aged 7-12 years who engage in moderate physical activity: an observational longitudinal study," has been accepted for publication in the Journal of the American Podiatric Medical Association. You will be notified of the issue in which your paper will appear. It is essential that the Journal office have updated information concerning any change in address or other contact data for all authors.

If your manuscript includes figures, they will soon be checked to determine whether they are of a quality suitable for publication. If they do not meet our requirements or if we need any assistance from you regarding the figures, we will be back in touch with you. Accepted papers are not placed in our queue

of papers "ready for scheduling" until publication-quality figures have been received.

After your paper has been scheduled for publication and edited, you will sent a page proof along with a list of queries posed by the manuscript editor that may necessitate further changes in the paper. Such changes normally relate to clarity and readability of the text and conformance with Journal style guidelines, rather than to larger issues of content, which should have been addressed during the editorial review process.

Please print out a copy of our copyright transfer form and author contributions statement for each author, have all authors sign their respective forms, and return them by mail (9312 Old Georgetown Road, Bethesda, Maryland 20814), fax (301-530-2752), or e-mail (japma@allentrack.net) to the attention of Noelle Boughanmi in the Journal editorial office. The name on your forms will be the one used in print; be sure your name is as you would like it to appear in the Journal. Please note also that page proofs will be released to you only if we have all signed forms. The copyright transfer form and author contributions statement appears at the following URL:

If you have any questions, please contact the Journal editorial office at (301) 581-9236 or by email at naboughanmi@apma.org.

Sincerely,

Warren Joseph, DPM

Editor

Journal of the American Podiatric Medical Association

Warren Joseph

### Detailed Status Information

<b>Manuscript #</b>	15-193R1
<b>Current Revision #</b>	2
<b>Other Versions</b>	<a href="#">15-193</a> <a href="#">15-193R</a>
<b>Submission Date</b>	2016-01-29
<b><u>Current Stage</u></b>	Accepted
<b>Title</b>	Structural changes in the lower extremities in children aged 7-12 years who engage in moderate physical activity: an observational longitudinal study
<b>Manuscript Type</b>	Original Article
<b>Special Section</b>	N/A
<b>Corresponding Author</b>	Gabriel Gijon-Nogueron (Departament of Nursing and Podiatry. University of Malaga)
<b>Contributing Authors</b>	Salvador Diaz-Miguel , Eva Lopezosa-Reca , Jose Antonio Cervera-Marin

---

**Financial Disclosure**

The corresponding and contributing authors have no relevant financial interests in this manuscript.

---

**Abstract**

**BACKGROUND:** Physical activity in children may provide health benefits. The aim of this study is to consider the practice of soccer as a possible significant factor in the development of the lower limb. The study is based on 3-year data for a group of children who practice this sport.

**METHODS:** Over a period of 3 years, we monitored 53 children who practiced soccer 3 times a week and had engaged in 2 years' continuous sports activity. The subjects' average age was  $8.49 \pm 2.01$  years in the first year,  $9.49 \pm 2.01$  years in the second and  $10.47 \pm 1.97$  years in the third. Each year, the following parameters were analysed: foot posture index, valgus index, subtalar joint(STJ) axis and Q

---

	<p>angle for the knee. RESULTS: The FPI-6 results ranged from 5.38 (SD 1.79) in the right foot and 4.49 (1.67 SD) in the left, in the first year, to 4.64 (SD 2.51) (D) and 4.34 (SD 2.26), respectively, in the third year. The valgus index, for the same period, ranged from 14.005 (SD 1.51) (right) and 13.88 (SD 1.46) (left) to 13.09 (SD 1.28) and 13.07 (SD 1.07), respectively. In the knee, the Q angle ranged from 12.83 (SD 1.98) (right) and 12.74 (SD 1.68) (left) to 13.17 (SD 1.45) and 13.26 (SD 1.46), respectively. In the STJ the changes were of 37.73% right and 15,1% left between the first year and the third year towards a neutral STJ axis. CONCLUSIONS: The results shows that, although playing soccer might cause structural changes in the lower limb, these alterations should not be considered harmful because these changes may be influenced by age as well.</p>
<b>Keywords</b>	Soccer, Foot posture, Knee, Children
<b>Specialities</b>	Pediatrics
<b>Clinical Trial Approval</b>	<p>IRB For studies involving human subjects, approval by an institutional review board is required and should be stated in the Materials and Methods section. For investigators who do not have formal ethics review committees, the principles outlined in the Declaration of Helsinki should be followed.</p> <p>The manner of obtaining informed consent from participants should also be stated.:</p> <p>Yes, institutional review board approval was obtained.</p>

Additional comments:

**Copyright Release Date** | Not Received