



**Universidad  
Zaragoza**

## Trabajo Fin de Grado

**Rendimiento físico, salud ósea y masa magra en extremidades inferiores en niños y niñas futbolistas.**

---

**Physical fitness, bone health and lean mass of the lower limbs in children soccer players.**

Autor/es

**Cristina Comeras Chueca**

Director/es

**Prof. Dr. José Antonio Casajús Mallén**

Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte

Grado de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Año 2015/2016

## Contenido

Objetivos: .....	4
Justificación de la elección .....	4
Introducción: .....	7
Material y método:.....	13
Participantes:.....	13
Antropometría:.....	13
Estadio puberal: .....	14
Valoración de composición corporal:.....	14
Valoración de la condición física: .....	15
Análisis estadístico: .....	16
Resultados: .....	17
Pruebas T.....	17
Correlaciones.....	20
Pruebas físicas y resultados óseos: .....	20
Pruebas físicas y masa magra y grasa .....	23
Valoración ósea y masa magra y grasa .....	25
Discusión: .....	33
Limitaciones: .....	42
Conclusiones.....	43
Reflexión y opinión personal:.....	44
Bibliografía: .....	46
Anexos.....	52
Tutorías Evaluables	



## Objetivos:

- Estudiar los beneficios de la práctica del fútbol en la salud de los adolescentes.
- Investigar los efectos de la práctica del fútbol en la masa ósea, masa magra y masa grasa del tren inferior en la adolescencia.
- Examinar las relaciones entre la masa magra, masa magra, valores óseos del tren inferior y el rendimiento físico en pruebas que impliquen las extremidades inferiores.

## Justificación de la elección

El tema que me ha interesado abordar en este trabajo es el rendimiento físico, la densidad ósea y la masa muscular de extremidades inferiores en adolescentes futbolistas. El propósito concreto es investigar los efectos de la práctica del fútbol en la masa ósea, masa magra y masa grasa del tren inferior en una etapa tan importante como es la adolescencia, además de examinar las relaciones entre la masa magra, masa magra, valores óseos y el rendimiento físico en pruebas que impliquen las extremidades inferiores.

La inquietud hacia esta temática radica en tres ideas fundamentales. Por una parte, la adolescencia es la etapa clave en la que hay que garantizar un correcto crecimiento y desarrollo, y la práctica deportiva es imprescindible para ello. La literatura científica ha evidenciado los beneficios y la necesidad de realizar actividad física durante la adolescencia, especialmente relevante para la adquisición de masa ósea, el desarrollo de masa magra y el control de la grasa corporal que guardan estrecha relación con la salud. (1).

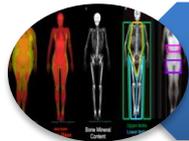
En relación a lo anterior, la segunda idea tiene que ver con la importancia de la composición corporal y la condición física para salud de las personas. En la etapa de la adolescencia, tiene especial trascendencia maximizar la adquisición de pico de masa ósea (2) y desarrollar la masa magra ya que es el predictor óseo más importante(3-5). Además, la condición física es reflejo de los valores óseos y de la masa magra y masa grasa, y en definitiva de salud. Me he centrado en el tren inferior dado que es la zona de mayor afectación de la práctica deportiva.

Por último, el fútbol se presenta como una posibilidad en edad adolescente que permita obtener todos esos beneficios tan importantes en el crecimiento y desarrollo determinantes en

esta etapa evolutiva. Este deporte es el más practicado en España por sujetos en edad escolar (26) por lo que resulta especialmente importante estudiar su efecto en la población adolescente.



**ADOLESCENCIA**



**COMPOSICIÓN CORPORAL  
Y CONDICIÓN FÍSICA**



**FÚTBOL**

Los sujetos que han participado en este trabajo, residían en la provincia de Zaragoza, dado que es donde se encuentra el laboratorio donde se han llevado a cabo las mediciones y todos los sujetos se debieron desplazar hasta ahí los días acordados para las mediciones.

La realización de las prácticas en GENUD, me ha provisto de suficientes recursos para conseguir los datos necesarios y suficientes para un posterior análisis. GENUD es un equipo de investigación de los más prolíficos a nivel europeo y con bastante prestigio, y sus trabajos han permitido mejorar el conocimiento científico de problemas de salud emergentes y de elevada prevalencia. Gracias a su completo laboratorio, que dispone entre otros aparatos de medición, de estadiómetro, báscula, DXA, galga extensiométrica y células fotoeléctricas, se han podido obtener los datos necesarios.

Me he decantado por el ámbito de la salud por la posibilidad de ayudar a grupos poblacionales que pueden resultar muy beneficiados con una práctica de ejercicio físico correcto, como por ejemplo los adolescentes. Actualmente se está empezando a reivindicar la verdadera importancia de la actividad física para la salud, huyendo del sedentarismo y la consiguiente morbilidad. El carácter preventivo de la actividad física y su influencia sobre la salud están convirtiendo a la actividad física en una necesidad social. La población se está concienciando cada vez más de la importancia de realizar actividad física diaria (sobre todo para ciertos colectivos) y se está extendiendo la práctica, sin embargo en 2013 aún un 50% de la población

era sedentaria, siendo optimistas. Otro dato interesante es que por cada euro que se invierte en ejercicio físico se ahorran seis euros en salud (6). Vivimos en una sociedad en la que predomina el estilo de vida sedentario, favorecido por la evolución tecnológica y aunque se supone que el progreso es para conseguir una mejor calidad de vida, está perjudicando a nuestra salud, promoviendo el sedentarismo y las morbilidades que acarrea. Sin embargo, nuestro organismo es incompatible con ese nivel de sedentarismo y nuestros genes de no consiguen adaptarse a nuestra vida comodona actual, como nos transmite José Enrique Campillo Álvarez en su libro “*El mono obeso*”(7), en el que condena el estilo de vida que se sigue actualmente. Considero necesaria la investigación en ámbito de la salud y la actividad física, descubriendo qué es más beneficioso y efectivo, además de proporcionar evidencias científicas que respalden cualquier aseveración.

También me he decidido por un trabajo de carácter científico, más enfocado hacia el proceso de investigación, puesto que lo considero apasionante y de utilidad. La tarea de valorar la composición corporal y la condición física con diferentes aparatos de medición para obtener datos y trabajar con ellos, complementando con una búsqueda bibliográfica exhaustiva, me parece muy atrayente y motivante. La inclinación por la labor investigadora nace de la inquietud y del afán de descubrir y conocer.

## Introducción:

La literatura científica evidencia los beneficios y la necesidad de realizar actividad física durante la adolescencia, que resulta importante para la adquisición de masa ósea y masa magra, además de controlar la masa grasa y porcentaje de grasa corporal, que guardan estrecha relación con la salud. Se ha comprobado que existe una relación positiva entre la actividad física realizada por jóvenes y el incremento de masa magra y ósea, con una correlación positiva entre el índice de masa magra ( $m.magra/altura^2$ ) y el tiempo de práctica de actividad física y una correlación negativa entre la densidad mineral ósea y la actividad sedentaria, siendo la masa magra y la densidad ósea factores importantísimos en el desarrollo en la etapa adolescente (1).

La adolescencia es la etapa clave en la salud ósea y existe la oportunidad de maximizar la masa ósea con ejercicio físico (2). Aunque más del 60% de la variabilidad del pico de masa ósea, es decir la cantidad de hueso presente al final del proceso madurativo está genéticamente determinada, se puede influir positivamente con una adecuada dieta y ejercicio físico para maximizar la masa ósea durante la juventud, disminuyendo de esta manera el riesgo de fractura en edad adulta (8, 9). Un reciente artículo de Weaver et al. (10) ha revisado a fondo el efecto de la dieta y el ejercicio físico en el desarrollo óseo, descubriendo que el estilo de vida puede influenciar de un 20 a un 40% el pico de masa ósea en la edad adulta por lo que llevar un estilo de vida activo puede incrementar la adquisición ósea. Las recomendaciones dicen que se debe hacer actividad física al menos 60 minutos al día, y que tres días de la semana se deben realizar actividades de impacto que produzcan un estímulo osteogénico. Una revisión de Specker et al. (11) demostró un aumento anual de entre 0,6 y 1,7 % de acumulación ósea en intervenciones de ejercicio durante la niñez, sobre todo en niños pre-púberes.

La participación deportiva produce cambios adaptativos que mejoran la ganancia ósea y producen beneficios en el contenido mineral óseo, la densidad mineral ósea y las propiedades geométricas durante el crecimiento. Se ha evidenciado que las actividades más adecuadas para maximizar la adquisición de masa ósea son las de impacto, aprovechando que el esqueleto prepuberal es muy sensible a la estimulación mecánica del ejercicio y de este modo optimizaremos el pico de masa ósea, disminuyendo el riesgo de padecer osteoporosis y el riesgo de fracturas posteriormente (12, 13). Burrows et al. (9) evidencia la influencia de caras

mecánicas en la ganancia ósea y la importante contribución de la optimización del pico de masa ósea durante la adolescencia para la salud ósea posterior.

Un estudio longitudinal corrobora la afectación de la actividad física durante el crecimiento y desarrollo en la etapa adulta posterior mostrando cómo los beneficios de esa actividad física en el esqueleto se mantenían en mayor o menor medida en edad adulta (14). A su vez, menores niveles de condición física están asociados a un menor contenido óseo, ya que según el estudio HELENA (15), los adolescentes con menor fuerza, velocidad, agilidad y test cardiorrespiratorio, mostraron un menor contenido mineral óseo en comparación con los que obtuvieron mejores resultados.

Por otro lado, la masa magra es el predictor óseo más importante, en ambos sexos, suponiendo un factor significativo de prevención de pérdida ósea y osteoporosis (3-5). Por ello, la masa magra tiene gran relevancia para optimizar la fuerza ósea durante el crecimiento y se debería tener en cuenta en los programas de ejercicio físico (16, 17). Evidencias científicas muestran una asociación significativa ( $p < 0,05$ ) entre masa magra y densidad mineral ósea y contenido mineral óseo, es decir a mayor masa magra mayores valores relativos en variables óseas (18-20). Sin embargo las evidencias científicas no obtienen relación entre masa grasa y densidad ósea o incluso establecen una correlación negativa que establece que a más porcentaje de grasa corporal menores son los valores de densidad mineral ósea y contenido mineral óseo en adolescentes (21).

Un estudio longitudinal de Baxter-Jones al. (22), muestra la estrecha relación entre la realización de actividad física durante la etapa de crecimiento y la adquisición de masa magra, explicando que durante la juventud, la actividad física es el factor modificable más importante en el desarrollo de la masa magra. Para distinguir los efectos de la actividad física del crecimiento normal se necesita un estudio longitudinal. La muestra fue de 109 niños y 113 niñas que participaron en el estudio y su estatura, masa corporal y actividad física fueron medidas bianualmente. La composición corporal fue medida anualmente mediante DXA. La actividad física fue determinada a través de cuestionarios de valoración de la actividad física para niños y adolescentes. En chicos se encontró que la actividad física estaba muy relacionada con la ganancia de masa magra en la totalidad del cuerpo ( $484.7 \pm 157.1$  g), brazos ( $69.6 \pm 27.2$  g), piernas ( $197.7 \pm 60.5$  g), y tronco ( $249.1 \pm 91.4$  g) ( $P < 0.05$ ). Aunque los efectos de la actividad física fueron similares en las chicas (totalidad del cuerpo:  $306.9 \pm 96.6$  g, brazos:  $31.4 \pm 15.5$  g, piernas:  $162.9 \pm 40.0$  g, y tronco:  $119.6 \pm 58.2$  g;  $P < 0.05$ ), los

chicos para el mismo nivel de actividad física, dependiendo de la zona corporal, tuvieron desde un 21 hasta incluso un 120% más masa magra absoluta. En definitiva, la actividad física habitual mostró significativa influencia en el crecimiento y desarrollo de la masa magra durante la adolescencia.

También es considerable la relación establecida entre la masa magra y el rendimiento físico. Se han establecido relaciones entre una alta masa corporal y un menor consumo de oxígeno máximo (17) y entre el porcentaje de masa magra con la acumulación inicial de lactato y consumo máximo de oxígeno ajustado por peso, pero en definitiva con el rendimiento físico, sobre todo en el sexo femenino (23). De esta manera se podría explicar un mejor rendimiento de los hombres en sprint al tener una mayor masa magra relativa (masa magra relativa =  $\frac{\text{masa magra}}{\text{masa corporal}} \times 100$ ) (24).

Stephenson et al. (25) evidencian en su actual estudio la relación significativa entre masa magra y el rendimiento en saltos, en concreto CMJ, salto horizontal y salto vertical.

El fútbol puede ser una opción de práctica en edad adolescente que permita obtener todos esos beneficios tan importantes en el crecimiento y desarrollo determinantes en esta etapa evolutiva. Este deporte es en España el más practicado en edad escolar (26), por lo que es especialmente importante observar los efectos de su práctica sobre la población adolescente.

La participación en fútbol, empezando en la edad prepuberal, está asociada con marcados incrementos de densidad mineral ósea y contenido mineral óseo especialmente en las áreas específicas involucradas como el cuello femoral y zona lumbar, además del tren inferior que además de tener mayores niveles óseos, también adquieren mayor masa magra (27, 28). De esta manera, se evidencia una relación entre la fuerza muscular y la densidad mineral ósea, en concreto, según Söderman (29) entre fuerza del muslo y la densidad ósea de la cadera, además de obtener mayores niveles de densidad mineral ósea en el total del cuerpo, cadera y zona lumbar. En fútbol, la adquisición ósea se vio influida por el tipo de campo (30).

Zouch et al. (31) realizó un estudio longitudinal con niños prepuberales y en edad de pubertad. Al inicio del estudio no se encontraron diferencias óseas entre futbolistas y adolescentes pero tras el año se descubrió un contenido mineral óseo mayor en los futbolistas que en los controles en la etapa de la pubertad, por lo que se puede decir que el fútbol está relacionado con la ganancia ósea en la totalidad del cuerpo y en las zonas de impacto de la actividad, es decir en la zona lumbar, cadera y piernas. En definitiva, el proceso de

adquisición ósea durante la etapa prepuberal y pubertad se ve estimulado por actividades de impacto como el fútbol.

Otro estudio longitudinal de tres años realizado también por Zouch et al. (32) aunque más actual (2015) comparó la masa ósea entre futbolistas y controles obteniendo que al inicio del estudio la densidad mineral ósea de los futbolistas fue mayor que los controles en la totalidad del cuerpo y en las piernas y el contenido mineral óseo fue mayor en todas las zonas. Tras los tres años del estudio, tanto la densidad mineral ósea como el contenido mineral óseo fue mayor en todas las zonas excepto en la cabeza y en los brazos. Ambos grupos, tanto controles como futbolistas obtuvieron ganancias significativas pero en especial los futbolistas, lo que nos viene a indicar el efecto del estímulo osteogénico de las actividades de impacto en la densidad ósea y contenido óseo y que el entrenamiento de fútbol puede inducir un incremento de masa ósea.

Estudios científicos también avalan que los adolescentes que practican fútbol poseen mayor masa magra, aunque en cuanto a la masa grasa los resultados son diversos, afirmando algunos que no existen diferencias significativas entre los futbolistas y la población general (33), aunque la mayoría vislumbra un menor porcentaje de grasa corporal en futbolistas, por lo que se puede deducir que la práctica regular de fútbol puede resultar una buena estrategia para evitar la obesidad y sus morbilidades (34). Sin embargo todos los estudios coinciden en los efectos negativos del sobrepeso en el rendimiento físico (33, 35, 36). Según Nikolaidis (37), hay una menor incidencia del sobrepeso en los adolescentes futbolistas, además de una correlación entre índice de masa corporal y porcentaje de masa grasa y una relación inversa entre ambos valores y la capacidad física (test PWC 170), potencia máxima (F-v) y potencia y la capacidad anaeróbica (Wingate test).

Los jóvenes practicantes de fútbol adquieren mayor masa magra, además de valores más altos de densidad y contenido óseo en comparación con controles ( $p < 0,05$ ) y esas diferencias ya son detectables en etapas prepuberales y mayores en etapas puberales (38). Calbet et al, (39) en su artículo original, aunque la muestra son adultos, nos muestra la diferencia entre controles y futbolistas. Los futbolistas mostraron un 8% más de masa magra total, un 13 % de contenido mineral óseo de la totalidad del cuerpo y un 5 % menos de grasa corporal que el grupo control. En concreto, la masa muscular de la pierna fue un 11% más alta en futbolistas que en controles, ya además, la masa muscular de la pierna derecha se correlacionó con el contenido mineral óseo y con la densidad mineral ósea del cuello femoral y de la espina

lumbar. La conclusión principal del artículo es que la participación en el fútbol, empezando en la edad puberal, está asociada con marcados incrementos de densidad mineral ósea y contenido mineral óseo en el cuello femoral y la región de la espina lumbar.

Así mismo, también obtienen mejores resultados en el rendimiento físico tanto en comparación con otra población como comparando jugadores de fútbol, dando como resultado que el sujeto con más masa magra y con más fuerza conseguirá mejores resultados en acciones como sprint y salto; y un factor influyente será la posición de juego del futbolista (40). La altura y el índice de masa corporal también pueden resultar factores decisivos para el rendimiento físico, además del somatotipo, siendo factores que varían mucho en la etapa de la adolescencia (41, 42).

Otros estudios que han evaluado la condición física de los futbolistas en comparación con un grupo control, han encontrado que los futbolistas mostraron una mayor fuerza isométrica de flexión y extensión de rodilla (43) y una mejor rendimiento en la batería EUROFIT, en concreto en las pruebas de equilibrio, de lanzar un balón medicinal, de la Course Navette y de sprint (44).

Las diferencias en las características antropométricas y condición física según la demarcación de los jugadores parece que existen pero no están del todo claras (45, 46). Sin embargo, es reseñable que hay diferencias significativas según el nivel en la masa corporal, la masa grasa y la masa magra, además de en el rendimiento físico (47, 48).

Las diferencias según el estado madurativo son claras y evidentes. Las diferencias madurativas afectan al rendimiento físico y técnico, estableciéndose notables desigualdades según la edad biológica (45, 49, 50). Pedretti et al. (51) en su revisión actual confirma que las diferencias se establecen incluso en el mismo año, de modo que los jugadores nacidos en la primera mitad del año varían en las características antropométricas y el rendimiento físico en comparación con los nacidos en la segunda mitad. Por otra parte, los resultados del estudio de Gil et al. (52) indicaron que en la pubertad, los parámetros asociados con la maduración física, es decir la talla, velocidad, consumo máximo de oxígeno o edad cronológica, son importantes para determinar el éxito del futbolista.

Vicente-Rodriguez et al. (27) en su estudio longitudinal con un grupo de futbolistas y un grupo control muestra mejores resultados de los futbolistas en varias pruebas físicas (Course Navette, 20 m shuttle run test y 300m run test). En cuanto a la composición corporal,

los futbolistas mostraron mayor contenido mineral óseo y densidad ósea en el tren inferior y durante tres años del seguimiento, el grupo control aumentó el porcentaje de grasa corporal que no cambió en los futbolistas, la masa magra aumentó con el crecimiento pero en mayor medida en los futbolistas que en el grupo control y los futbolistas ganaron el doble de contenido mineral óseo de cuello femoral e intertorcántero que el grupo control y de densidad mineral ósea de cuello femoral y de cadera que el grupo control.

En la misma línea va otro estudio también de Vicente-Rodriguez et al. (53) en el que se comparan futbolistas con controles, y muestra que los futbolistas alcanzaron mejores resultados en el rendimiento físico y tuvieron una menor masa corporal, en concreto un 10% menos. Además, la densidad mineral ósea femoral y lumbar fue mayor en futbolistas, lo que se correlacionó con la masa muscular del tren inferior y la masa magra de todo el cuerpo. De entre todas las variables del rendimiento, la fuerza isométrica máxima de la pierna tuvo las correlaciones más altas con el contenido mineral óseo y densidad mineral ósea. El estudio termina concluyendo que la participación por parte de adolescentes en el fútbol está asociada con la mejora de la condición física, la reducción de la masa grasa, el incremento de la masa magra y del contenido mineral óseo y la mejora de la densidad mineral ósea.

En definitiva, los niños y adolescentes se benefician en gran medida de la actividad física regular, y lo que es más, los resultados muestran que los futbolistas jóvenes presentan condiciones antropométricas y condición física más adecuadas (54).

## Material y método:

### Participantes:

Se ha valorado la composición corporal y la condición física de una muestra poblacional de 160 sujetos (edad  $13,4 \pm 0,89$  años), de los cuales 115 eran futbolistas de diferentes clubes de fútbol de Aragón y 45 eran controles. Los sujetos eran de sexo femenino (60 sujetos; 37,5%) y de sexo masculino (100 sujetos; 62,5%) en concreto de los futbolistas 38 eran de sexo femenino y 77 de sexo masculino, y de los controles 22 eran de sexo femenino y 23 de sexo masculino (anexo 1). De los sujetos que practicaban fútbol, los chicos entrenaban tres veces por semana durante una hora y media, en cambio las chicas entrenaban dos veces por semana durante una hora y cuarto.

		Frecuencia	Porcentaje			Frecuencia	Porcentaje
<b>Controles</b>	Chicas	22	48,9	<b>Futbolistas</b>	Chicas	38	33,0
	Chicos	23	51,1		Chicos	77	67,0
	Total	45	100,0		Total	115	100,0

*Tabla descriptiva de la muestra*

Al ser menores de edad, se cumplimentó un consentimiento informado que permitía que participasen en las mediciones antropométricas y pruebas físicas. Tanto participantes como tutores legales (padres) de los mismos fueron informados sobre el carácter voluntario y confidencial que tenía la participación de los sujetos en el estudio. También se les especificó las pruebas de valoración de condición física, masa ósea y composición corporal que se iban a realizar, junto con un consentimiento informado en el que aceptaban voluntariamente la participación en el estudio y un contacto para posibles dudas. De este modo, se les entregó un documento que incluía todo lo anterior, adaptando el entregado a los niños para que comprendieran todo lo que en él se especificaba (anexo 2).

### Antropometría:

A todos los participantes se les midió la talla con un estadiómetro SECA 225, SECA, Hamburg, Germany con una precisión de 0,1 cm; y el peso con una báscula SECA 861, SECA, Hamburg, Germany con una precisión de 0,1 kg.

### **Estadio puberal:**

La maduración puberal fue determinada por los sujetos de acuerdo al criterio ideado por Tanner y Withehouse (1976) (55). Basándose en las cinco escalas de Tanner, los participantes determinaron su nivel de desarrollo madurativo mediante una autoevaluación con imágenes descriptivas (anexo 3). Éste método de autoevaluación del estadio puberal fue validado por Duke et al. (56)

### **Valoración de composición corporal:**

Para obtener la masa magra, masa grasa y los valores óseos se utilizó la absorciometría fotónica dual de rayos-X (DXA) que el método de referencia para medir la densidad ósea. Se usó la versión pediátrica del software QDR-Explorer, Hologic Corp., Software version 12.4, Bedford, Massachusettes, USA. Los coeficientes de variación del DXA en el laboratorio para escáneres de cuerpo completo fueron 2.3% para contenido mineral óseo, 1.3% para densidad mineral ósea, 2.6% para el área ósea y 1.9% para la masa magra (Gracia-Marco et al., 2012) (57). La calibración se realizó usando la calibración de pasos y siguiendo la guía Hologic. Los participantes fueron escaneados en posición supina y las exploraciones fueron realizadas con alta resolución.

La DXA es una técnica tricompartmental con la que se obtiene la masa magra, masa grasa y masa ósea y que se basa en la medición de la atenuación que sufre un haz de radiaciones ionizantes al atravesar las estructuras corporales. La DXA permite determinar el contenido mineral óseo, el área ósea, la densidad mineral ósea, la masa magra y la masa grasa, ya sea del cuerpo entero, o de regiones seleccionadas, con gran precisión y fiabilidad. Bilsborough et al. (58) evidencian la precisión y la exactitud de la DXA para medir la composición corporal en jugadores de fútbol concretamente.



*Absorciometría fotónica dual de rayos-X (DXA)*

## Valoración de la condición física:

Se han realizado pruebas físicas a los sujetos para comprobar diferentes aspectos de su rendimiento físico. Se realizaron cuatro pruebas especialmente enfocadas a evaluar la fuerza y la resistencia del tren inferior. Las pruebas fueron la Course Navette, salto horizontal, velocidad en 30 metros e isometría de extensión de rodilla.

- Course Navette: es un test de resistencia cardiorrespiratoria en el cual se deben recorrer rectas de 20 metros de distancia con unos márgenes exteriores de un metro como mínimo. Se comenzará la prueba al iniciar el magnetófono, al escuchar la señal sonora, los ejecutantes se desplazarán hasta la línea opuesta (20 metros), traspasándola y esperando a oír la siguiente señal sonora para volver a recorrer los 20 metros. El ejecutante tratará de seguir el ritmo marcado por el magnetófono y la prueba acabará en el momento en el que sea incapaz de seguir ese ritmo. Se registrará el último periodo y los medios periodos antes del abandono. De este modo podremos conocer la capacidad aeróbica máxima e incluso se podrá aproximar el consumo máximo del sujeto mediante una ecuación, utilizada para niños de 6 a 17,9 años (59):

$$VO2máx= 31,025 + (3,238 \times VFA) - (3,248 \times E) + (0,1536 \times VFA \times E)$$

E: edad en años; VFA: velocidad en  $km\ h^{-1}$

- Salto horizontal: es una prueba con la que conoceremos la potencia del tren inferior. El ejecutante se colocará detrás de una línea con los pies juntos, se flexionará para tomar impulso y se podrá ayudar de los brazos, realizando una flexo-extensión del cuerpo para caer flexionado, lo que ayudará a que no pierda el equilibrio tras el salto, lo que lo haría nulo. El ejecutante ha de mantener los pies en el mismo sitio donde ha tomado contacto con el suelo, sin perder el equilibrio. Se registrará la distancia en centímetros y se realizarán dos intentos, anotándose el mejor de los dos.
- Velocidad en 30 metros: consiste en recorrer 30 metros largos en el menor tiempo posible. La velocidad la obtendremos de forma precisa gracias a las células fotoeléctricas que son un dispositivo electrónico que permite transformar la energía luminosa (fotones) en energía eléctrica (electrones) mediante el efecto fotovoltaico. Esta prueba nos permitirá conocer la fuerza explosiva de desplazamiento.
- Isometría de extensión de rodilla: En esta prueba el sujeto realizará la mayor fuerza posible de extensión de rodilla pero sin permitir el movimiento de extensión. La fuerza isométrica de extensión se valoró con una galga extensiométrica que consiste en un alambre muy fino, o más comúnmente un papel metálico en forma de rejilla que

permite aprovechar la máxima cantidad de material de la galga sujeto a la tensión a lo largo de su eje principal, y mide la máxima fuerza manifestada. Con esta prueba obtendremos la fuerza máxima de extensión de rodilla en ambas piernas (dominante y no dominante).

### **Análisis estadístico:**

Para realizar el análisis estadístico se utilizó el programa estadístico IBM SPSS Statistic versión 22.0. Para empezar se verificó si los datos seguían una distribución normal con una prueba Kolmogorov–Smirnov (anexo 4). Las únicas variables que no salieron normales fueron el consumo de oxígeno, el contenido mineral óseo de la columna vertebral y de la columna lumbar, y la masa grasa tanto de la pierna izquierda como de la pierna derecha. Estas variables fueron corregidas con la opción del programa SPSS de transformar y calcular variable, realizando los logaritmos neperianos de base 10 con las variables y utilizando esos resultados en los análisis estadísticos.

En primer lugar, se realizó el análisis estadístico descriptivo para obtener las medias y desviaciones típicas, además de frecuencias. Posteriormente, se llevó a cabo una comparación de medias entre futbolistas y controles con una prueba T de Student para muestras independientes. Esta misma operación se realizó posteriormente con los datos segmentados por sexo (masculino o femenino) y ver en qué medida se ve afectada la comparación según el sexo.

A continuación se procedió a desarrollar correlaciones bivariadas para poder comprobar la correspondencia o relación recíproca entre dos variables, en concreto entre el rendimiento físico en las pruebas y los resultados óseos, entre el rendimiento físico en las pruebas y la masa magra y masa grasa, y entre los resultados óseos y la masa magra y grasa. Esta operación también se desarrolló, además de con los datos sin segmentar, con los datos segmentados por sexo (masculino o femenino) y tipo de participante (futbolista o control).

Finalmente se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA) con el peso, la talla y el estado madurativo (TANNER) como covariables, ya que eran las que podían influir en mayor medida en los resultados.

La significatividad estadística se estableció en  $p < 0,05$ .

## Resultados:

### PRUEBAS T

Como se puede observar en la *Tabla 1(Anexo 5)*, hay diferencias significativas entre controles y futbolistas en el salto horizontal (1,57 vs 1,69 metros;  $p=0,042$ ) y en el consumo máximo de oxígeno obtenido de la Course Navette (44,45 vs. 48,28 ml/kg/min;  $p=0,001$ ). En cuanto a las diferencias en la composición corporal, hay diferencias significativas en el porcentaje de grasa del tronco (21,12 vs. 18,44 %;  $p=0,025$ ) y en la masa grasa de la piernas izquierda y derecha ( $p=0,032$ ), y sus porcentajes de grasa (de la pierna izquierda 31,01 vs. 26,19 y de la pierna derecha 31,40 vs. 26,54;  $p=0,001$ ). El porcentaje de grasa del cuerpo excepto la cabeza también tiene diferencias significativas.

Por otro lado, en las variables óseas hay diferencias significativas, en concreto en el área ósea de la zona lumbar (50,87 vs. 46,61 cm<sup>2</sup>;  $p=0,008$ ) o la densidad mineral ósea de las piernas (1,03 vs. 1,11 g/cm<sup>2</sup>;  $p=0,001$  para pierna izquierda y 1,04 vs. 1,12 g/cm<sup>2</sup>;  $p=0,003$  para pierna derecha) y del cuerpo sin contar la cabeza ( $p=0,016$ ).

Si procedemos a la comparación de medias tras la segmentación de datos por el sexo presentada en la *Tabla 2(Anexo 5)*, encontramos muchas diferencias significativas en el sexo femenino. En cuanto a las pruebas físicas, entre chicas controles y chicas futbolistas encontramos diferencias significativas en la isometría de pierna izquierda ( $p=0,033$ ), en la prueba de velocidad de 30 metros ( $p=0,026$ ) y en el consumo de oxígeno ( $p=0,002$ ). También hay diferencias significativas en la composición corporal, en concreto en la masa magra del tronco ( $p=0,037$ ) y en la masa magra ( $p=0,018$  en pierna izquierda y  $p=0,020$  en pierna derecha) y porcentaje de grasa ( $p=0,034$  en pierna izquierda y  $p=0,035$  en pierna derecha) en ambas piernas, además de en la masa magra del cuerpo sin incluir la cabeza ( $p=0,030$ ).

En los datos óseos también hay diferencias significativas. En la columna vertebral y columna lumbar se encuentran diferencias en la densidad mineral ósea ( $p=0,024$  y  $p=0,017$  respectivamente), además de en el área ( $p=0,039$ ), contenido mineral óseo (169,32 vs. 212,42 gramos;  $p=0,007$ ) y densidad mineral ósea (0,95 vs. 1,10 g/cm<sup>2</sup>;  $p=0,001$ ) de la pelvis. Son muy significativas las diferencias en el contenido mineral óseo ( $p=0,006$  en ambas piernas con diferencias de 757,75 gramos en la pierna izquierda y de 60,62 gramos en la pierna derecha) y en la densidad mineral ósea ( $p=0,000$  en ambas piernas con diferencias de 0,18 g/cm<sup>2</sup> en la pierna izquierda y de 0,16 g/cm<sup>2</sup> en la pierna derecha) en ambas piernas. Además, también

existen diferencias en el total del cuerpo sin incluir la cabeza de contenido mineral óseo ( $p=0,011$ ) y densidad mineral ósea ( $0,81$  vs.  $0,91$  g/cm<sup>2</sup>;  $p=0,000$ ).

En cambio, el grupo de sexo masculino tiene muchas menos diferencias significativas, únicamente hay diferencias en el área ( $53,84$  vs.  $45,99$  cm<sup>2</sup>;  $p=0,000$ ) y el contenido mineral óseo ( $45,36$  vs.  $38,11$  gramos;  $p=0,009$ ) de la columna lumbar.

Condición Física								
	Chicas				Chicos			
	Controles		Futbolistas		Controles		Futbolistas	
	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS
<b>Extensión rodilla dcha (kg)</b>	365,38	118,30	420,30	83,94	409,28	111,53	405,43	84,74
<b>Extensión rodilla izq (kg)</b>	334,56	130,30	402,76*	85,19	398,61	113,46	381,07	87,07
<b>Velocidad 30 m</b>	5,43	0,38	5,2*	0,22	5,08	0,55	5,03	0,42
<b>Salto horizontal (m)</b>	1,50	0,23	1,58	0,16	1,66	0,34	1,74	0,25
<b>VO<sub>2max</sub> (mL/kg/min)</b>	41,14	3,15	44,53**	3,90	47,95	5,77	50,10	6,16
Composición Corporal								
	Chicas				Chicos			
	Controles		Futbolistas		Controles		Futbolistas	
	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS
<b>Masa grasa pierna izq (g)</b>	3044,89	1158,06	2935,36	835,34	2752,87	1169,65	2230,82	976,17
<b>Masa magra pierna izq (g)</b>	5688,48	1236,30	6487,98*	1016,66	6990,02	1537,65	6868,20	1565,57
<b>Masa pierna izq (g)</b>	8733,37	2187,13	9423,34	1705,06	9742,89	2142,36	9099,03	2137,15
<b>% grasa pierna izq</b>	34,13	6,03	30,74*	4,56	27,91	8,47	24,09	7,05
<b>Masa grasa pierna dcha (g)</b>	3225,57	1226,23	3110,21	880,32	2842,36	1231,93	2309,75	1004,86

<b>Masa magra pierna dcha (g)</b>	5902,11	1367,43	6685,96*	1019,42	7116,38	1546,55	7023,87	1588,18
<b>Masa pierna dcha (g)</b>	9127,68	2385,76	9796,17	1724,84	9958,74	2176,43	9333,63	2191,25
<b>% grasa pierna dcha</b>	34,64	5,82	31,33*	4,72	28,17	8,73	24,33	6,89
<b>Masa grasa subtotal (g)</b>	12886,15	5415,39	12886,22	4266,68	11562,18	5244,33	9345,16	4792,30
<b>Masa magra subtotal (g)</b>	30334,51	6504,76	34119,19*	5155,21	36340,68	7661,35	34447,74	7894,33
<b>Masa subtotal (g)</b>	43220,65	11128,53	47005,41	8543,37	47902,86	10493,67	43792,91	10866,72
<b>% grasa subtotal</b>	28,94	5,74	26,91	5,03	23,77	7,55	20,76	6,88
<b>Medidas Óseas</b>								
	Chicas				Chicos			
	Controles		Futbolistas		Controles		Futbolistas	
	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS
<b>Área de la columna (cm<sup>2</sup>)</b>	79,22	12,48	79,76	10,43	82,08	19,59	76,40	14,42
<b>BMC columna (g)</b>	58,78	18,85	65,11	14,74	60,61	22,31	55,65	15,14
<b>BMD columna (g/cm<sup>2</sup>)</b>	0,73	0,14	0,81*	0,11	0,72	0,11	0,72	0,08
<b>Área de la columna lumbar (cm<sup>2</sup>)</b>	47,91	9,60	47,94	7,66	53,84	11,41	45,99**	7,58
<b>BMC columna lumbar (g)</b>	41,24	14,36	46,16	11,17	45,36	14,76	38,11**	9,62
<b>BMD columna lumbar (g/cm<sup>2</sup>)</b>	0,85	0,17	0,95*	0,12	0,83	0,12	0,82	0,10
<b>Área de la pelvis (cm<sup>2</sup>)</b>	173,58	32,88	191,54*	24,83	194,06	40,39	188,05	32,29
<b>BMC pelvis (g)</b>	169,32	58,20	212,42**	45,54	202,05	67,45	189,32	55,79
<b>BMD pelvis (g/cm<sup>2</sup>)</b>	0,95	0,16	1,1**	0,14	1,02	0,15	0,99	0,15
<b>Área de la pierna izq (cm<sup>2</sup>)</b>	299,87	41,21	307,06	34,11	329,29	52,48	319,75	39,97
<b>BMC pierna</b>	294,77	75,58	352,52**	62,71	367,33	94,55	357,93	79,32

<b>izq (g)</b>								
<b>BMD pierna izq (g/cm<sup>2</sup>)</b>	0,97	0,13	1,14**	0,10	1,10	0,15	1,11	0,13
<b>Área de la pierna dcha (cm<sup>2</sup>)</b>	301,21	42,54	315,36	35,88	332,32	51,55	325,37	43,53
<b>BMC pierna dcha (g)</b>	301,36	78,77	361,97**	68,12	371,19	98,24	369,41	88,33
<b>BMD pierna dcha (g/cm<sup>2</sup>)</b>	0,99	0,13	1,14**	0,11	1,10	0,16	1,12	0,14
<b>Área subtotal (cm<sup>2</sup>)</b>	1419,59	210,76	1509,34	165,83	1523,88	236,89	1473,19	215,60
<b>BMC subtotal (g)</b>	1175,75	315,57	1396,33*	259,86	1394,88	363,09	1331,23	317,32
<b>BMD subtotal (g/cm<sup>2</sup>)</b>	0,81	0,10	0,92**	0,08	0,90	0,11	0,89	0,09
<b>P&lt;0,05 → *</b> <b>P&lt;0,01 → **</b>								

Tabla 2: Comparación de medias entre futbolistas y controles con datos segmentados por el sexo.

## CORRELACIONES

### Pruebas físicas y resultados óseos:

Las extensiones, el salto horizontal y la velocidad el 30 metros tienen una correlación significativa con la densidad ósea del tren inferior con una  $p > 0,01$ , en el caso de las extensiones y el salto horizontal la relación es positiva, a diferencia de la velocidad en la que cuanto menos tiempo invertido en la prueba mayor densidad ósea se tiene. En cambio, el consumo máximo de oxígeno que puede ser reflejo de la capacidad aeróbica, no tiene correlación significativa con la densidad ósea del tren inferior.

	SUBTOT AREA	SUBTOT BMC	SUBTOT BMD	Área pierna izq	BMC pierna izq	BMD pierna izq	Área pierna dcha	BMC pierna dcha	BMD pierna dcha
Extensión rodilla dcha	,630**	,657**	,630**	,527**	,616**	,603**	,603**	,666**	,621**
Extensión rodilla izq	,622**	,640**	,617**	,538**	,629**	,621**	,572**	,628**	,599**
Velocidad 30 m	-,340**	-,418**	-,490**	-,346**	-,440**	-,471**	-,404**	-,470**	-,472**
Salto horizontal	,323**	,383**	,459**	,352**	,413**	,431**	,389**	,436**	,440**
VO <sub>2max</sub>	-,091	,008	,134	,012	,093	,157	,020	,091	,149
*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).									
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).									

Tabla 3: Correlación pruebas físicas-resultados óseos

Si procedemos a la segmentación de datos por el tipo de participante (futbolistas y controles) y por sexo (masculino y femenino), podemos obtener información más precisa y concreta de las variables que pueden tener una correspondencia o relación recíproca.

En el grupo de controles de sexo femenino (*tabla 4 (Anexo 5)*), la extensión de la rodilla derecha tuvo una correlación positiva fuerte con todas las pruebas físicas con  $p < 0,01$  (*lo que puede resultar de ser la pierna dominante*). La extensión de la pierna izquierda no tuvo una correlación positiva significativa tan fuerte con  $p < 0,05$  en todas las medidas de densidad ósea excepto para el contenido mineral óseo y la densidad mineral ósea de la pierna izquierda (*dado que era la misma pierna de la prueba*).

En cuanto a la velocidad, no hubo correlación entre la prueba de velocidad y las medidas óseas. Sin embargo, con una significatividad de  $p < 0,05$ , hubo correlaciones entre el contenido mineral óseo y la densidad mineral ósea de ambas piernas y la prueba de salto horizontal, aunque con correlaciones no tan fuertes como en la prueba de extensión de rodilla. El VO<sub>2max</sub> solo tuvo una correlación negativa con el área de la pierna derecha con una significatividad de  $p < 0,05$ .

En el grupo de controles de sexo masculino (*tabla 5 (Anexo 5)*), la prueba de extensión de rodilla tuvo una correlación positiva bastante fuerte con una significatividad alta de  $p < 0,01$

excepto para BMD y área de pierna izquierda que tuvieron significatividad de  $p < 0,05$ . En la velocidad de 30 metros y el salto horizontal también se establecieron correlaciones aunque en general no tan fuertes como en la prueba de extensión de rodilla, pero las áreas no se correlacionaron con esas pruebas físicas excepto en la prueba de velocidad y el área de la pierna derecha. En cuanto al contenido mineral óseo y la densidad mineral ósea de las piernas, se correlacionaron más fuertemente con la prueba de velocidad con una significatividad mayor ( $p < 0,01$ ) que con la de salto horizontal con una significatividad menor ( $p < 0,05$ ). Entre el consumo máximo de oxígeno y las medidas óseas no se estableció correlación significativa alguna.

En cambio, en el grupo de futbolistas chicas (*tabla 6*), sólo hay correlaciones positivas significativas de las mediciones óseas con la prueba de extensión de rodilla, teniendo las áreas una significación algo menor ( $p < 0,05$ ) excepto entre la extensión de rodilla derecha y área de pierna derecha. Las demás correlaciones, aunque no excesivamente fuertes, tienen una significación de  $p < 0,01$ . Con el resto de pruebas físicas: velocidad de 30 metros, salto horizontal y course navette, no hay correlaciones significativas.

	SUBTOT AREA	SUBTOT BMC	SUBTOT BMD	Área pierna izq	BMC pierna izq	BMD pierna izq	Área pierna dcha	BMC pierna dcha	BMD pierna dcha
Extensión rodilla dcha	,550**	,602**	,581**	,417*	,548**	,555**	,513**	,600**	,527**
Extensión rodilla izq	,484**	,513**	,471**	,356*	,482**	,490**	,416*	,495**	,444**
Velocidad 30 m	,065	,103	,137	,053	,114	,158	,063	,082	,088
Salto horizontal	,188	,158	,131	,172	,148	,105	,115	,138	,142
VO <sub>2max</sub>	-,217	-,179	-,101	-,151	-,092	,011	-,225	-,100	,104

*Tabla 6: Correlación pruebas físicas-resultados óseos en futbolistas de sexo femenino*

Por último, en el grupo de futbolistas masculinos (*tabla 7*), hubo correlaciones significativas entre la prueba de extensión de rodilla y velocidad 30 metros con las medidas óseas con  $p < 0,01$ . Las correlaciones positivas de la prueba de extensión no fueron excesivamente fuertes pero fueron las más fuertes de todas las pruebas. La correlación de la velocidad fue negativa ya que a menos velocidad más masa ósea. En cuanto a la prueba de salto horizontal hubo una correlación positiva con las medidas óseas y excepto para el área de la pierna izquierda

( $p < 0,05$ ), la significatividad fue de  $p < 0,01$ . Sin embargo no hubo correlación entre ninguna medida ósea con la  $VO_{2max}$ .

	SUBTOT AREA	SUBTOT BMC	SUBTOT BMD	Área pierna izq	BMC pierna izq (g)	BMD pierna izq	Área pierna dcha	BMC pierna dcha	BMD pierna dcha
Extensión rodilla dcha	,648**	,656**	,602**	,556**	,616**	,591**	,602**	,647**	,597**
Extensión rodilla izq	,671**	,658**	,592**	,613**	,639**	,593**	,633**	,635**	,565**
Velocidad 30 m	-,346**	-,409**	-,474**	-,322**	-,406**	-,456**	-,390**	-,412**	-,407**
Salto horizontal	,309*	,363**	,454**	,283*	,352**	,422**	,351**	,365**	,380**
$VO_{2max}$	-,104	-,035	,064	-,074	-,021	,034	-,039	-,030	-,012

Tabla 7: Correlación pruebas físicas-resultados óseos en futbolistas de sexo masculino

### Pruebas físicas y masa magra y grasa

La prueba de extensión de rodilla tuvo correlación positiva significativa ( $p < 0,01$ ) excepto para el porcentaje de grasa del tren inferior, y las correlaciones más fuertes se dieron con la masa y la masa magra. Sin embargo, en la prueba de velocidad de 30 metros y el salto horizontal hubo correlación significativa ( $p < 0,01$ ) excepto para la masa de las piernas; como es lógico la correlación de la velocidad con la masa grasa y el porcentaje de grasa fue positivo y con la masa magra negativo, al contrario que en la prueba de salto horizontal, es decir que a menos velocidad de carrera menos grasa en el tren inferior y más masa magra en el tren inferior y viceversa, y a más distancia saltada en el salto horizontal, menos grasa y más masa magra en el tren inferior y viceversa. Por último, como cabía esperar, el consumo máximo de oxígeno tubo una correlación negativa significativa ( $p < 0,01$ ) con masa grasa y porcentaje graso de tren inferior sobre todo, además de con la masa de las piernas.

Con la segmentación de los datos por sexo y tipo de participante, la información es más concreta y relevante.

En el grupo de chicas controles (tabla 8 (Anexo 5)), las correlaciones más fuertes y significativas ( $p < 0,01$ ) fueron las de la masa magra de las pruebas de extensión isométrica de ambas piernas y las del consumo máximo de oxígeno con la masa grasa, que tuvieron una correlación negativa ya que a más consumo máximo de oxígeno menor masa grasa se

registraba. Con una significatividad de  $p < 0,05$  se correlacionaron el salto horizontal con la masa magra y la prueba de velocidad de 30 metros con el porcentaje de grasa; además del consumo máximo de oxígeno que con menor significatividad que con la masa grasa, se correlacionó negativamente con la masa de las piernas y con el porcentaje de grasa.

En el grupo de controles de sexo masculino (*tabla 9 (Anexo 5)*), las correlaciones más fuertes y significativas ( $p < 0,01$ ) fueron las de la masa magra de las pruebas de extensión isométrica de ambas piernas y las del consumo máximo de oxígeno con la masa grasa, que tuvieron una correlación negativa ya que a más consumo máximo de oxígeno menor masa grasa se registraba. También se correlacionaron con gran significatividad la prueba de velocidad el salto horizontal y el consumo máximo de oxígeno con el porcentaje de grasa de la pierna, el salto horizontal y el  $VO_{2max}$  negativamente, y curiosamente con la prueba de velocidad hubo una correlación positiva. Además, hubo correlaciones significativas de  $p < 0,05$  de masa magra de ambas piernas con el salto horizontal (correlación positiva) y con la prueba de velocidad (correlación negativa), y en esta última la pierna derecha tuvo una significatividad de  $p < 0,01$ .

En el grupo de futbolistas chicas (*tabla 10*), la isometría de tren inferior tiene una correlación con una significatividad de  $p < 0,01$  con masa magra y la masa de las piernas, y con una significatividad de  $p < 0,05$  con la masa grasa. La prueba de salto horizontal para este grupo no se correlacionó con ningún parámetro de composición corporal y la prueba de velocidad de 30 metros se correlacionó positivamente con  $p < 0,05$  con el porcentaje de grasa de ambas piernas y con la masa y la masa grasa de la pierna izquierda. El consumo de oxígeno únicamente se correlacionó negativamente ( $p < 0,05$ ) con la masa grasa de la pierna derecha.

	Masa grasa pierna izq	Masa magra pierna izq	Masa pierna izq	% grasa pierna izq	Masa grasa pierna dcha	Masa magra pierna dcha	Masa pierna dcha	% grasa pierna dcha
Extensión rodilla dcha	,376*	,586**	,534**	,062	,371*	,646**	,571**	,034
Extensión rodilla izq	,400*	,552**	,525**	,109	,389*	,551**	,524**	,109
Velocidad 30 m	,407*	,119	,273	,396*	,414*	,096	,275	,409*
Salto horizontal	-,166	,108	-,018	-,281	-,173	,176	,012	-,314
$VO_{2max}$	-,343	-,189	-,283	-,285	-,365*	-,156	-,284	-,329

Tabla 10: Correlación pruebas físicas-masa magra y grasa en futbolistas de sexo femenino

En cambio, en el grupo de futbolistas masculinos (*tabla 11*), todas las correlaciones significativas tuvieron una  $p < 0,01$  excepto la correlación entre consumo máximo de oxígeno y la masa de la pierna ( $p < 0,05$ ). La prueba de isometría de tren inferior tuvo correlación positiva con masa de la pierna, masa magra y masa grasa. Por otro lado, las pruebas de salto horizontal y velocidad tuvieron correlación significativa con masa magra (negativa para la velocidad y positiva para el salto horizontal), masa grasa y porcentaje de grasa en las piernas (positiva para la velocidad y negativa para el salto horizontal). El consumo máximo de oxígeno se correlacionó negativamente con masa grasa y porcentaje de grasa en la pierna.

	Masa grasa pierna izq	Masa magra pierna izq	Masa pierna izq	% grasa pierna izq	Masa grasa pierna dcha	Masa magra pierna dcha	Masa pierna dcha	% grasa pierna dcha
Extensión rodilla dcha	,469**	,686**	,716**	0,117	,439**	,723**	,725**	0,064
Extensión rodilla izq	,428**	,694**	,704**	0,086	,404**	,696**	,689**	0,049
Velocidad 30 m	,386**	-,400**	-0,128	,667**	,386**	-,354**	-0,093	,671**
Salto horizontal	-,389**	,352**	0,092	-,637**	-,399**	,333**	0,071	-,662**
VO <sub>2max</sub>	-,529**	-,039	-,259*	-,511**	-,531**	-,086	-,290*	-,509**

*Tabla 11: Correlación pruebas físicas-masa magra y grasa en futbolistas de sexo masculino*

### Valoración ósea y masa magra y grasa

La masa magra y la masa de ambas piernas se correlacionan positivamente con todas las variables óseas con una significatividad de  $p < 0,01$  (*tabla 12*). En el caso de la masa grasa, también se correlacionan con todas las variables óseas con gran significatividad ( $p < 0,01$ ) excepto con la densidad mineral ósea de ambas piernas cuya significatividad es  $p < 0,05$ . Por último, el porcentaje de grasa de las piernas se correlaciona negativamente con la densidad mineral ósea ( $p < 0,01$ ) y con el contenido mineral óseo ( $p < 0,05$ ) de ambas piernas.

	Área pierna izq	BMC pierna izq	BMD pierna izq	Área pierna dcha	BMC pierna dcha	BMD pierna dcha
Masa grasa pierna izq	,383**	,309**	,184*	,389**	,315**	,192*
Masa magra pierna izq	,880**	,928**	,803**	,871**	,914**	,809**
Masa pierna izq	,821**	,817**	,664**	,817**	,810**	,672**
% grasa pierna izq	-,106	-,203*	-,263**	-,093	-,190*	-,260**
Masa grasa pierna dcha	,372**	,301**	,179*	,393**	,318**	,189*
Masa magra pierna dcha	,877**	,913**	,785**	,889**	,926**	,813**
Masa pierna dcha	,807**	,795**	,642**	,827**	,813**	,667**
% grasa pierna dcha	-,114	-,205*	-,262**	-,098	-,196*	-,270**

*Tabla 12: Correlación resultados óseos-masa magra y grasa*

En el grupo de controles chicas (*tabla 13(Anexo 5)*), hay bastantes correlaciones significativas entre los datos de masa magra y grasa y los datos óseos, y la única variable que no se correlaciona significativamente es el porcentaje de grasa de ambas piernas. Tanto masa magra, masa grasa, porcentaje de grasa y masa de ambas piernas se correlaciona con el área, densidad mineral ósea y contenido mineral óseo de tren inferior con una significatividad de  $p < 0,01$ .

Los controles masculino (*tabla 14 (Anexo 5)*) muestran que la masa magra tiene una correlación positiva con todas las mediciones óseas con una significatividad de  $p < 0,01$ , al igual que la masa de ambas piernas que tuvo una correlación significativa con el área y contenido mineral óseo de ambas piernas y con la densidad mineral ósea de la pierna derecha, ya que de la pierna izquierda tiene una significatividad de  $p < 0,05$ . En cuanto al porcentaje de grasa de las piernas, se correlacionan negativamente con la densidad mineral ósea de la pierna derecha ( $p < 0,05$ ) e izquierda ( $p < 0,01$ ), y en concreto el porcentaje graso de la pierna izquierda con el contenido mineral óseo de la misma ( $p < 0,05$ ).

En este grupo de futbolistas chicas (*tabla 15*) existen correlaciones significativas con  $p < 0,01$  y positivas de las variables de masa magra y grasa con las variables óseas excepto para porcentaje de grasa de pierna que no tiene correlación salvo para la pierna izquierda que se correlaciona con las áreas óseas de ambas piernas ( $p < 0,05$ ).

	Área pierna izq	BMC pierna izq	BMD pierna izq	Área pierna dcha	BMC pierna dcha	BMD pierna dcha
Masa grasa pierna izq	,703**	,745**	,579**	,735**	,713**	,505**
Masa magra pierna izq	,793**	,897**	,763**	,759**	,834**	,710**
Masa pierna izq	,817**	,899**	,739**	,813**	,846**	,671**
% grasa pierna izq	,378*	,336	,197	,442*	,342	,147
Masa grasa pierna dcha	,666**	,716**	,570**	,720**	,701**	,501**
Masa magra pierna dcha	,816**	,913**	,780**	,796**	,884**	,772**
Masa pierna dcha	,822**	,905**	,752**	,838**	,881**	,712**
% grasa pierna dcha	,317	,298	,192	,396*	,300	,114

*Tabla 15: Correlación resultados óseos-masa magra y grasa en futbolistas de sexo femenino*

En el grupo de futbolistas chicos (*tabla 16*), tanto las variables de masa de las piernas y de la masa magra se correlacionan positivamente con todas las variables óseas con una significatividad de  $<0,01$ . La masa grasa en cambio solo se correlaciona significativamente ( $p<0,01$ ) con el área y el contenido mineral óseo de ambas piernas. Además hay una correlación negativa en la pierna izquierda del porcentaje de grasa y la densidad mineral ósea ( $p<0,05$ ).

	Área pierna izq	BMC pierna izq	BMD pierna izq	Área pierna dcha	BMC pierna dcha	BMD pierna dcha
Masa grasa pierna izq	,409**	,328**	0,196	,402**	,344**	0,224
Masa magra pierna izq	,902**	,934**	,837**	,905**	,930**	,822**
Masa pierna izq	,848**	,834**	,703**	,847**	,838**	,705**
% grasa pierna izq	-0,081	-0,174	-,254*	-0,094	-0,163	-0,226
Masa grasa pierna dcha	,414**	,333**	0,196	,415**	,353**	0,223
Masa magra pierna dcha	,892**	,910**	,807**	,912**	,927**	,812**
Masa pierna dcha	,836**	,813**	,675**	,851**	,834**	,691**
% grasa pierna dcha	-0,077	-0,169	-,254*	-0,091	-0,167	-,242*

Tabla 16: Correlación resultados óseos-masa magra y grasa en controles de sexo masculino

Finalmente, se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA) con el estado madurativo, la talla y el peso, para posteriormente comparar si se obtienen diferencias significativas entre grupo control y futbolistas introduciendo esas variables que pueden afectar en las diferencias significativas.

	ANCOVA		ANCOVA SIN SEGMENTAR POR SEXO
	CHICAS	CHICOS	
Extensión rodilla dcha	0,266	0,105	0,025
Extensión rodilla izq	0,083	0,564	0,204
Velocidad 30 m	0,067	0,067	0,038
Salto horizontal	0,632	0,323	0,428
VO <sub>2max</sub>	0,056	0,512	0,424
Masa grasa pierna izq	0,984	0,104	0,43
Masa magra pierna izq	0,659	0,107	0,504
Masa pierna izq	0,573	0,00	0,026
% grasa pierna izq	0,321	0,31	0,703
Masa grasa pierna dcha	0,949	0,216	0,26
Masa magra pierna dcha	0,236	0,185	0,394
Masa pierna dcha	0,86	0,073	0,057
% grasa pierna dcha	0,232	0,222	0,357

Masa grasa subtotal	0,517	0,488	0,4
Masa magra subtotal	0,799	0,325	0,305
Masa subtotal	0,126	0,958	0,439
% grasa subtotal	0,886	0,539	0,662
Área de la columna	0,506	0,017	0,01
BMC columna	0,662	0,001	0,007
BMD columna	0,613	0,052	0,478
Área columna lumbar	0,132	0,001	0,001
BMC columna lumbar	0,753	0	0,017
BMD columna lumbar	0,315	0,313	0,518
Área de la pelvis	0,26	0	0
BMC pelvis	0,339	0,036	0,105
BMD pelvis	0,368	0,663	0,536
Área de la pierna izq	0,037	0,012	0,031
BMC pierna izq	0,137	0,003	0,031
BMD pierna izq	0,96	0,011	0,001
Área de la pierna dcha	0,387	0,005	0,024
BMC pierna dcha	0,706	0,02	0,056
BMD pierna dcha	0,692	0,195	0,214
Área subtotal	0,416	0	0,001
BMC subtotal	0,16	0,007	0,01
BMD subtotal	0,374	0,105	0,023

Tabla 17: Significatividad de comparación de medias (ANCOVA). Covariables: talla, peso y Tanner.

En el análisis de covarianzas, descubrimos como al introducir las covarianzas de altura, peso y estado madurativo hay diferencias en la comparación de grupos. Para empezar se establecen diferencias significativas en la isometría de pierna derecha y la prueba de velocidad en cuanto a valoración de condición física, en la masa de la pierna izquierda en cuanto a la composición corporal, y en el área y el contenido mineral óseo de columna y zona lumbar, el área de la pierna derecha y en el área, contenido mineral óseo y densidad mineral ósea de la pelvis y del subtotal del cuerpo (sin contar la cabeza).

Además, en la comparación con los datos segmentados por sexo ha habido un gran cambio tanto en el grupo de chicos como en el grupo de chicas. En el sexo masculino, mientras que sin covariables solo se diferenciaban significativamente los dos grupos en el área y contenido mineral óseo de la columna lumbar, en el análisis de covariables ha aumentado en gran medida las variables diferenciadas significativamente, añadiéndose la masa de la pierna izquierda, el área y el contenido mineral óseo de la columna vertebral, de la pelvis y del subtotal corporal, y el área, contenido mineral óseo y la densidad mineral ósea de ambas piernas. En cambio, en el sexo femenino tan solo se establecen diferencias significativas en el

área de la pierna izquierda, a pesar de que sin covariables se establecían muchas más diferencias significativas. De este modo podemos afirmar que las variables de altura peso y desarrollo madurativo afectan a todas las variables que han pasado de no tener diferencias significativas a tenerlas o viceversa.

### Condición Física

	Chicas				Chicos			
	Controles		Futbolistas		Controles		Futbolistas	
	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS
<b>Extensión rodilla dcha (kg)</b>	379,45	18,68	411,11	13,14	361,47	16,88	411,1	7,4
<b>Extensión rodilla izq (kg)</b>	349,74	20,34	392,04	14,31	343,08	16,92	387,35	7,41
<b>Velocidad 30 m (m/seg)</b>	5,43	0,06	5,19	0,05	5,07	0,1	5,05	0,05
<b>Salto horizontal (m)</b>	1,5	0,04	1,58	0,03	1,67	0,06	1,75	0,03
<b>VO2max (mL/kg/min)</b>	40,7	0,83	44,89	0,63	49,24	1,54	49,87	0,73

### Composición Corporal

	Chicas				Chicos			
	Controles		Futbolistas		Controles		Futbolistas	
	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS
<b>Masa grasa pierna izq (g)</b>	3235,49	85,16	2847,83	68,57	2548,96	135,79	2288,73	69,48
<b>Masa magra pierna izq (g)</b>	5947,88	100	6346,13	80,52	6552,38	129,93	6981,08	66,48
<b>Masa pierna izq (g)</b>	9183,37	82,66	9193,96	66,56	9101,35	93,1	9269,81*	47,63
<b>% grasa pierna izq</b>	34,58	0,9	30,67	0,72	27,58	1,35	24,21	0,69
<b>Masa grasa pierna dcha (g)</b>	3432,41	91,96	3013,48	74,05	2641,79	147,07	2369,43	75,25
<b>Masa magra pierna dcha (g)</b>	6174,17	105,71	6531,65	85,13	6662,73	129,04	7138,27	66,03
<b>Masa pierna dcha (g)</b>	9606,57	92,39	9545,13	74,39	9304,52	96,03	9507,7	49,14
<b>% grasa pierna dcha</b>	35,11	0,89	31,25	0,72	27,91	1,38	24,45	0,7
<b>Masa grasa subtotal (g)</b>	13870,48	379,37	12417,29	305,49	10504,37	551,87	9653,75	282,38
<b>Masa magra subtotal (g)</b>	31724,99	376,63	33297,22	303,28	34077,35	551,16	35031,61	252,02

<b>Masa subtotal (g)</b>	45595,47	57,68	45714,52	46,44	44581,72	89,36	44685,36	45,73
<b>% grasa subtotal</b>	29,58	0,82	26,74	0,66	23,2	1,16	20,95	0,59
<b>Mediciones óseas</b>								
	Chicas				Chicos			
	Controles		Futbolistas		Controles		Futbolistas	
	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS
<b>Área de la columna (cm<sup>2</sup>)</b>	81,17	1,8	78,54	1,45	78,85	1,95	77,42*	1
<b>BMC columna (g)</b>	62,17	2,16	62,93	11,74	56,89	2,06	56,7**	1,05
<b>BMD columna (g/cm<sup>2</sup>)</b>	0,75	0,02	0,79	0,01	0,7	0,01	0,72	0,01
<b>Área de la columna lumbar (cm<sup>2</sup>)</b>	49,12	1,47	47,13	1,18	52,6	1,43	46,3**	1,73
<b>BMC columna lumbar (g)</b>	43,73	1,86	44,61	1,5	44	1,63	38,59**	0,83
<b>BMD columna lumbar (g/cm<sup>2</sup>)</b>	0,87	0,02	0,94	0,02	0,82	0,18	0,82	0,01
<b>Área de la pelvis (cm<sup>2</sup>)</b>	177,55	4,26	188,52	3,43	189,93	4,9	189,27**	2,5
<b>BMC pelvis (g)</b>	179,26	7,2	206,76	5,8	192,15	8,2	192,2*	4,2
<b>BMD pelvis (g/cm<sup>2</sup>)</b>	0,98	0,02	1,09	0,02	0,98	0,02	1	0,01
<b>Área de la pierna izq (cm<sup>2</sup>)</b>	306,94	3,23	303,4*	2,6	317,44	4,37	322,25*	2,23
<b>BMC pierna izq (g)</b>	309,15	6,5	344,89	5,23	347,25	9,34	362,93**	4,78
<b>BMD pierna izq (g/cm<sup>2</sup>)</b>	0,99	0,02	1,13	0,01	1,08	0,02	1,11*	0,01
<b>Área de la pierna dcha (cm<sup>2</sup>)</b>	308,58	3,77	311,83	3,04	319,42	4,61	327,98**	2,36
<b>BMC pierna dcha (g)</b>	316,29	7,85	354,33	6,32	348,97	10,07	374,97*	5,15
<b>BMD pierna dcha (g/cm<sup>2</sup>)</b>	1,01	0,02	1,13	0,01	1,07	0,02	1,13	0,01
<b>Área subtotal (cm<sup>2</sup>)</b>	1459,44	14,15	1486,89	11,4	1462,25	15,53	1488,06**	7,94
<b>BMC subtotal (g)</b>	1238,76	27,06	1361,39	21,79	1314,59	32,98	1352,19**	16,87
<b>BMD subtotal (g/cm<sup>2</sup>)</b>	0,83	0,01	0,91	0,01	0,88	0,01	0,9	0,01

Tabla 18: Comparación de medias con segmentación de datos (ANCOVA). Covariables: talla, peso y Tanner.

Comentando un poco más los resultados ya corregidos, las principales diferencias significativas se encuentran en los resultados óseos de los chicos al comparar futbolistas y controles. También hay diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en el área de la pierna izquierda en la comparación de grupos de sexo femenino (306,94 vs. 303,4) y en la masa de la pierna izquierda en la comparación de grupos de sexo masculino (9101,35 vs. 9269,81).

En cuanto a los resultados óseos del grupo masculino, hubo bastantes diferencias significativas entre grupo control y futbolistas. Por un lado se establecieron diferencias en el área y el contenido mineral óseo de columna (área: 78,85 vs. 77,42 cm<sup>2</sup>; CMO: 56,89 vs. 56,70 g), columna lumbar (área: 52,6 vs. 43,3 cm<sup>2</sup>; CMO: 44 vs. 38,59 g), pelvis (área: 189,93 vs. 189,23 cm<sup>2</sup>; CMO: 192,15 vs. 192,2 g) y la totalidad del cuerpo sin contar con la cabeza (área: 1462,25 vs. 1488,06 cm<sup>2</sup>; CMO: 1314,59 vs. 1352,19 g). El tren inferior también se ve afectado positivamente por la práctica del fútbol, por lo que se encuentran diferencias significativas en ambas piernas. En la pierna izquierda se encontraron diferencias significativas en el área (317,44 vs. 322,25 cm<sup>2</sup>), en el CMO (347,25 vs. 362,93 g) y en la DMO (1,08 vs. 1,11 g/cm<sup>2</sup>). En la pierna derecha también hubo diferencias significativas en el área (319,42 vs. 327,98 cm<sup>2</sup>) y en el CMO (348,97 vs. 374,97 g).

## Discusión:

El principal hallazgo ha sido la influencia de la práctica del fútbol en la salud ósea en chicos adolescentes, dadas las diferencias significativas en los resultados óseos entre chicos controles y futbolistas. Sin embargo, en el grupo de las chicas no se obtuvieron diferencias significativas entre futbolistas y controles tras introducir las covariables (al corregir por talla, peso y estadio madurativo (Tanner)), habiendo diferencias significativas tan solo en el área de la pierna izquierda.

De esta manera, en el grupo de los chicos se han obtenido diferencias significativas entre controles y futbolistas masculinos en el área y el contenido mineral óseo de columna (área: 78,85 vs. 77,42 cm<sup>2</sup>; CMO: 56,89 vs. 56,70 g), columna lumbar (área: 52,6 vs. 43,3 cm<sup>2</sup>; CMO: 44 vs. 38,59 g), pelvis (área: 189,93 vs. 189,23 cm<sup>2</sup>; CMO: 192,15 vs. 192,2 g) y la totalidad del cuerpo sin contar con la cabeza (área: 1462,25 vs. 1488,06 cm<sup>2</sup>; CMO: 1314,59 vs. 1352,19 g). El tren inferior también se ve afectado positivamente por la práctica del fútbol, por lo que se encuentran diferencias significativas en ambas piernas. En la pierna izquierda se encontraron diferencias significativas en el área (317,44 vs. 322,25 cm<sup>2</sup>), en el CMO (347,25 vs. 362,93 g) y en la DMO (1,08 vs. 1,11 g/cm<sup>2</sup>). En la pierna derecha también hubo diferencias significativas en el área (319,42 vs. 327,98 cm<sup>2</sup>) y en el CMO (348,97 vs. 374,97 g).

Otros estudios han examinado el efecto del fútbol y han también han asociado su práctica con marcados incrementos de contenido mineral óseo y densidad mineral ósea, llegando a la misma conclusión de que el fútbol tiene un efecto osteogénico en la etapa prepuberal y puberal.

En el estudio de Vicente-Rodriguez et al. (27) se obtuvo que el contenido mineral óseo de la extremidad inferior fue mayor en futbolistas que en controles ( $333,1 \pm 9,1\text{g}$  vs  $296,3 \pm 12,6\text{g}$ ;  $p < 0,05$ ). La densidad mineral ósea incrementó en los dos grupos pero en mayor medida para los futbolistas ( $p < 0,05$ ). Los futbolistas ganaron un 6% más de densidad mineral ósea en el tren inferior ( $p < 0,05$ ). El contenido mineral óseo de la zona lumbar al final del seguimiento fue un 13% mayor en futbolistas ( $p < 0,05$ ). El contenido mineral óseo del cuello femoral e intertrocántico fue el doble en futbolistas que en controles. Además las variables que más predecían el contenido mineral óseo y la densidad mineral ósea fueron la velocidad de carrera, CMJ y la altura.

Por otro lado, los resultados del estudio de Wittich et al. (28) mostraron que el contenido mineral óseo y la densidad mineral ósea de las piernas fueron un 24,5% y 15,7% respectivamente superiores en jugadores que en controles. En la pelvis, el contenido mineral óseo y la densidad mineral ósea fueron un 34,2% y 20,2% superiores en futbolistas; y en la totalidad del cuerpo sin contar la cabeza el contenido mineral óseo y la densidad mineral ósea fueron 21,5% y 14,7% respectivamente. Sin embargo, achaca una diferencia tan acusada en el contenido mineral óseo en parte a la talla ósea (8% en piernas, 13,3% en la pelvis y 5,9% en la totalidad del cuerpo sin contar con la cabeza).

Zouch et al. (31) realizaron un estudio longitudinal de un año en el que midieron el contenido mineral óseo y no dejaron lugar a dudas sobre el incremento del contenido mineral óseo con la práctica del fútbol dado que en el grupo prepuberal, el contenido mineral óseo al principio no se obtuvieron diferencias significativas pero al final del estudio los futbolistas obtuvieron mayores niveles de contenido mineral óseo en la totalidad del cuerpo, en la cadera y en el tren inferior; en el grupo en la etapa de la pubertad los futbolistas mostraron mayores niveles de contenido mineral óseo en la totalidad del cuerpo, en la cadera y en el tren inferior, al final del seguimiento el contenido mineral óseo fue mayor en todos los sitios implicados por la práctica del fútbol (espina lumbar, cadera, extremidades inferiores y total corporal). Otro estudio longitudinal de tres años, también de Zouch et al. (32) en el que se muestran los efectos de la práctica del fútbol sobre la densidad mineral ósea. Ya desde el inicio, los futbolistas tuvieron mayor densidad ósea significativamente en la totalidad del cuerpo y en ambas piernas ( $p < 0,05$ ), pero tras el seguimiento los futbolistas presentaron mayores valores de densidad mineral ósea en la espina lumbar ( $p < 0,05$ ), en ambas piernas ( $p < 0,01$ ) y en el cuello femoral y la totalidad del cuerpo ( $p < 0,001$ ), además de observarse diferencias significativas en el contenido mineral óseo de la espina lumbar y el cuello femoral ( $p < 0,01$ ), y en ambas piernas y la totalidad del cuerpo ( $p < 0,05$ ).

Vicente-Rodríguez et al. (53), realizaron un estudio que guarda similitud al presente trabajo, obteniendo que los futbolistas mostraron mayores valores de contenido mineral óseo y densidad mineral ósea en las extremidades inferiores, en la densidad mineral ósea de la pelvis y de la espina lumbar ( $p < 0,05$ ), y que los valores de densidad y contenido mineral óseo fueron mayores en futbolistas en toda la zona femoral.

El estudio de Calbet et al. (39) está en la misma línea aunque con edades comprendidas entre los 22 a los 25 años y nos muestra la diferencia entre controles y futbolistas. Los futbolistas tuvieron un significativo mayor contenido mineral óseo (13%) que el grupo control, además de una mayor masa magra total (8%) y menor grasa corporal (5% menos) y porcentaje de grasa corporal ( $p < 0,001$ ), y las diferencias resultaron parecidas al corregir con masa corporal y altura. Todos los valores de densidad mineral ósea y contenido mineral óseo fueron significativamente mayores en futbolistas que en controles ( $p < 0,001$ , excepto para la zona lumbar que tuvo una significación de  $p < 0,01$ ) y el contenido mineral óseo en las piernas fue un 16-17% significativamente mayor. La masa muscular de la pierna fue un 11% más alta en futbolistas que en controles, ya además, la masa muscular de la pierna derecha se correlacionó con el contenido mineral óseo y con la densidad mineral ósea del cuello femoral y de la espina lumbar. La conclusión principal del artículo es que la participación en el fútbol, empezando en la edad puberal, está asociada con marcados incrementos de densidad mineral ósea y contenido mineral óseo en el cuello femoral y la región de la espina lumbar.

A pesar de que, aparte de en los resultados óseos, no se ha encontrado ninguna diferencia estadística más a excepción de la masa de la pierna izquierda, otros estudios también han encontrado diferencias tanto en la composición corporal como en el rendimiento físico. Según Vicente-Rodríguez et al. (27), los futbolistas tendieron a aumentar la potencia aeróbica máxima ( $p = 0,07$ ) e incrementaron su capacidad anaeróbica un 7% más que los controles ( $p < 0,05$ ), además de que la masa magra total incrementó un 6% más en los futbolistas que en los controles ( $p < 0,05$ ). En otro estudio de Vicente-Rodríguez et al. (53) bastante similar al presente estudio los futbolistas obtuvieron un 10% menos de masa corporal que el grupo control ( $p < 0,05$ ), al igual que el porcentaje de grasa corporal que fue menor en los futbolistas que en los controles ( $20,6\% \pm 1,1\%$  vs  $24,4 \pm 1,6\%$  con  $p < 0,05$ ). Los futbolistas tuvieron mejores resultados en la potencias aeróbica máxima, la capacidad anaeróbica, la velocidad de carrera y la altura en SJ.

En el estudio de Wittich et al. (28), los controles obtuvieron 4,7 kg más de masa grasa comparado con futbolistas ( $p = 0,002$ ) y los futbolistas tuvieron 6.6 kg más de masa magra ( $p < 0,001$ ) y 0,6 kg más de masa ósea ( $p < 0,001$ ) comparado con los controles, al igual que expusieron Zouch et al. (31, 32) en sus estudios en los cuales manifestaban que el grupo control tuvo mayores niveles de masa grasa y menores de consume máximo de oxígeno al principio y al final de los estudios, dos variables estrechamente relacionadas.

En cuanto al rendimiento en las diferentes pruebas físicas, no se han encontrado diferencias entre controles y futbolistas ni en el grupo de los chicos ni en el de las chicas. Esto se puede deber a que en edad preadolescente y adolescente los niños llevan estilos de vida más activos, realizando extraescolares y con tiempo libre empleado en actividad física en diferentes escenarios como puede ser el recreo, el parque o la calle misma, además de tener un tiempo de práctica deportiva obligatoria como es la Educación Física. Conforme se van cumpliendo años parece que las actitudes sedentarias predominan más en la vida de las personas.

De este modo, en otros estudios han obtenido diferencias significativas entre futbolistas y controles en el rendimiento de las pruebas físicas. Erikoglu et al (44) en su estudio con una muestra de 26 niños de 13-14 años encontró diferencias significativas entre grupo control y futbolistas ( $p < 0,05$ ), con un mejor rendimiento de los futbolistas en la batería EUROFIT, concretamente en las pruebas de equilibrio, de lanzar un balón medicinal, de la Course Navette y de sprint. En el estudio de Ergün et al. (43), los futbolistas obtuvieron valores de fuerza flexora y extensora de la rodilla muy superior a los controles, teniendo en cuenta que la edad de la muestra estaba comprendida entre los 20-25 años y eran comparados con sujetos totalmente sedentarios (controles). Cometti et al. (48) también mostraron en sus resultados que la fuerza flexora y extensora de la rodilla es extremadamente importante en jugadores de fútbol, sobre todo para la estabilización en especial en acciones excéntricas. También le da mucha importancia al sprint de corta distancia que incluso puede ser reflejo del nivel del futbolista.

Por otro lado, los resultados no mostraron diferencias significativas en las chicas entre las futbolistas y controles tras introducir las covariables, es decir que si corregimos por talla, peso y estadio madurativo (Tanner), las diferencias significativas entre ambos grupos desaparecen, habiendo diferencias significativas tan solo en el área de la pierna izquierda, lo que puede ser debido a que hay mayor diferencia en el desarrollo madurativo y en el crecimiento.

Hay un notable menor número de estudios con chicas futbolistas, pero encontraron más diferencias significativas entre grupo control y futbolistas. En el estudio de Söderman et al. (29) se encontraron mayores niveles de densidad mineral ósea en las futbolistas con una significatividad de  $p < 0,05$  en la totalidad del cuerpo (2,7%) y con una significatividad de  $p < 0,001$  en la espina lumbar (6,1%) y en el cuello femoral (10%) y trocantes (16,5%). Si dividimos por edad (mayores y menores/iguales de 16 años), en el grupo joven solo se encontró diferencias significativas en el trocánter y en el grupo más mayor se encontraron

diferencias significativas en la totalidad del cuerpo, la espina lumbar, cuello femoral y trocánter, muchas más diferencias significativas que en el grupo joven. Esto se puede justificar por la evolución en el estado madurativo, que incluye tanto el crecimiento como la adquisición ósea, por lo que una mejor opción en vez de segmentar por edad podría haber sido considerar la maduración ósea como una covariable, para evaluar de este modo la diferencia en la adquisición ósea con y sin práctica de fútbol. Las no activas tuvieron mayor masa grasa que los futbolistas ( $p < 0,001$ ) y los futbolistas tuvieron mayor masa magra que los sujetos no activos ( $p < 0,001$ ). Los grupos fueron divididos en mayores y menores de 16 años. Además, las futbolistas mostraron más fuerza concéntrica y excéntrica, y al separar por edades seguían teniendo mayores niveles de fuerza las futbolistas. Ajustando por Tanner el grupo de mayores de 16, las diferencias significativas no se vieron afectadas. En el grupo de futbolistas hubo una correlación entre la fuerza concéntrica del cuádriceps y la densidad mineral ósea en el cuello femoral. En el grupo de no activas la correlación se dio entre la fuerza del cuádriceps y la densidad mineral ósea en el trocánter, y entre la fuerza excéntrica de isquiosurales y el cuello femoral. Ajustando las variables con el peso y altura esas asociaciones desaparecieron.

Otro estudio sobre futbolistas de sexo femenino es el de Plaza-Carmona et al. (38), en el cual se manifiesta mayor adquisición de masa magra de las practicantes de fútbol adquieren, además de valores más altos de densidad y contenido óseo en comparación con controles ( $p < 0,05$ ) y esas diferencias ya son detectables en etapas prepuberales y mayores en etapas puberales.

Las correlaciones obtenidas en los datos estadísticos también siguen la misma tendencia que otros artículos que incluso han realizado regresiones. En cuanto a la relación que guardan las pruebas físicas y los resultados óseos, parecen existir estrechas relaciones. Las pruebas físicas de salto horizontal, velocidad (30 metros) e isometrías se correlacionaron significativamente con los resultados óseos subtotales y del tren inferior, relaciones positivas en todos los casos excepto en la prueba de velocidad (30 metros) medida en segundos, por lo que a menor tiempo mayores resultados óseos. Segmentando por sexo (masculino y femenino) y por el tipo de participante (futbolista o control), en las chicas, las futbolistas tenían las correlaciones con mayor nivel de significatividad. Sin embargo, los chicos (tanto controles como futbolistas) obtuvieron correlaciones más fuertes y significativas, también con claras diferencias en las que destacaban las correlaciones con mayor significatividad de los futbolistas en todas las pruebas excepto en la Course Navette ( $VO_{2max}$ ). De este modo se muestra que los sujetos que practican fútbol muestran una mayor relación entre las pruebas físicas y los resultados óseos.

El hecho de que las correlaciones de los chicos sean más fuertes y significativas que las de las chicas puede ser debido por un lado a la mayor intensidad y competitividad de los chicos a la hora de realizar una actividad física, ya sea fútbol u otra actividad, lo que explicaría que las correlaciones de los chicos controles sean más fuertes y significativas que las de las chicas futbolistas. Por otro lado, los chicos en esta etapa de desarrollo tienden a ser más activos y a desarrollar más actividad física que las chicas.

La prueba de extensión de rodilla tuvo correlación positiva significativa ( $p < 0,01$ ) con la composición corporal excepto para el porcentaje de grasa del tren inferior, y las correlaciones más fuertes se dieron con la masa y la masa magra. Sin embargo, en la prueba de velocidad de 30 metros y el salto horizontal hubo correlación significativa ( $p < 0,01$ ) excepto para la masa de las piernas. Además, el consumo máximo de oxígeno tubo una correlación negativa significativa ( $p < 0,01$ ) con masa grasa y porcentaje graso de tren inferior sobre todo, además de con la masa de las piernas. Al segmentar los datos, en el grupo de las chicas hubo más correlaciones en las isometrías y la prueba de velocidad de 30 metros en las futbolistas, aunque en el grupo de las controles el salto horizontal se correlacionó fuertemente con la masa magra ( $p < 0,05$ ) y el consumo de oxígeno negativamente con la masa grasa ( $p < 0,01$ ). En cuanto al grupo de chicos, en los futbolistas hubo más correlaciones significativas que en los controles que relacionaban las isometrías y la prueba de velocidad con la masa magra y la masa corporal, el salto horizontal con la masa magra y negativamente con el porcentaje de grasa y el consumo de oxígeno negativamente con la masa grasa y el porcentaje de grasa, como cabía esperar.

Por último, la masa magra y la masa corporal del tren inferior se correlacionaron positivamente con todas las variables óseas con una significatividad de  $p < 0,01$ . Este resultado está en consonancia con la evidencia científica actual que afirma que es el predictor óseo más importante, en ambos sexos, suponiendo un factor significativo de prevención de pérdida ósea y osteoporosis (3-5), por lo que tiene gran relevancia para optimizar la fuerza ósea durante el crecimiento y se debería tener en cuenta en los programas de ejercicio físico (16, 17). Estas evidencias científicas muestran una asociación significativa ( $p < 0,05$ ) entre masa magra y densidad mineral ósea y contenido mineral óseo, es decir a mayor masa magra mayores valores relativos en variables óseas (18-20). Por otro lado, la masa grasa también se correlacionó con las variables óseas con una significatividad de  $p < 0,01$  excepto en la densidad mineral ósea de ambas piernas cuya significatividad fue de  $p < 0,05$ , y el porcentaje de grasa se

correlacionó negativamente con la densidad mineral ósea ( $p < 0,01$ ) y con el contenido mineral óseo ( $p < 0,05$ ), lo que también coincide con estudios como los de Mosca et al. (21).

Al segmentar la muestra, los grupos de futbolistas y controles chicas fueron similares, con correlaciones algo más fuertes (próximas a 1) en las futbolistas. Sin embargo, en el grupo de chicos hubo más correlaciones positivas fuertes entre masa magra, masa corporal e incluso masa grasa con los valores óseos, y negativa entre el porcentaje de grasa y la densidad mineral ósea.

Estos resultados se asemejan a los de la actual evidencia científica. Vicente-Rodriguez et al. (27) muestra en su estudio una correlación entre CMJ y el contenido mineral óseo y densidad mineral ósea de la cadera y la zona lumbar, además de establecer relaciones significativas entre la prueba de velocidad (30 metros) y la densidad mineral ósea de la zona lumbar, todo ello con una significatividad de  $p < 0,05$ . La altura, el CMJ y la prueba de velocidad pueden ser predictores del contenido mineral óseo y de la densidad mineral ósea. Por otro lado, Wittich et al. (28) mostró en su estudio una correlación entre el contenido mineral óseo con el peso corporal, la altura, la masa muscular y la masa magra, y entre la densidad mineral ósea con la masa muscular. Otro estudio interesante es el de Söderman et al. (29) que mostró en futbolistas una asociación entre la fuerza concéntrica del cuádriceps (en flexión de  $90^\circ$  de la rodilla) y la densidad mineral ósea en el cuello femoral.

En tres de sus estudios, Nikolaidis (35-37) expresó una alta correlación del índice de masa corporal con la grasa corporal, la masa grasa y la masa libre de grasa, e incluso advirtió que el índice de masa corporal puede ser predictor de grasa corporal. Además, el índice de masa corporal tuvo una relación inversa con la potencia desarrollada, la potencia máxima y la potencia media. A su vez, la grasa corporal también manifestó una relación inversa con la potencia desarrollada. Además, en uno de los artículos, Nikolaidis (36) estableció una relación inversa con la potencia aeróbica ( $r = -0,21$ ,  $p = 0,029$ ), con la potencia anaeróbica máxima ( $r = -0,20$ ,  $p = 0,044$ ) y con la resistencia muscular local ( $r = -0,39$ ,  $p < 0,001$ ), además de una relación directa entre la grasa corporal y el índice de masa corporal con el índice de fatiga en el Wingate Anaerobic test.

Calbet et al. (39) en su estudio correlacionó la masa muscular de la pierna izquierda con el contenido mineral óseo y la densidad mineral ósea del cuello femoral y la zona lumbar. El estudio de Wong et al. (42) manifestó que la masa corporal se correlacionó con la velocidad de sprint en 30 metros ( $r = -0,54$ ,  $p < 0,001$ ) y que la altura se correlacionó con el salto vertical,

la velocidad de sprint en 30 metros y el consumo máximo de oxígeno, por lo que se deduce que los factores antropométricos también afectan al rendimiento físico. El índice de masa corporal también se correlacionó negativamente con la velocidad en 30 metros y con el consumo máximo de oxígeno.

Un estudio de Vicente-Rodriguez et al. (53) obtuvo resultados similares a los del presente trabajo. La fuerza isométrica máxima de pierna tuvo las más altas correlaciones con el contenido mineral óseo y la densidad mineral ósea tanto total como local, especialmente del tren inferior ( $r=0,67$ ) y de la zona femoral ( $r=0,68$ ) ambos con una significatividad de  $p<0,001$ . También se correlacionaron con las variables óseas el pico de fuerza durante el salto vertical, la máxima potencia generada en un SJ y CMJ y la velocidad de sprint (30 metros) ( $r=0,27-0,64$ ,  $p<0,05$ ). La masa magra de la totalidad del cuerpo y en concreto de las extremidades inferiores mostraron una fuerte correlación con el contenido mineral óseo y con la densidad mineral ósea, que fue más acentuada en futbolistas que en controles.

Muchos estudios manifiestan las diferencias que hay según la edad, demarcación o nivel de juego. En el presente trabajo hemos introducido el desarrollo sexual como covariable al resultar más preciso que la edad biológica, suponiendo un nivel similar y sin tener en cuenta la posición de juego. No obstante, Moreno et al. (60) en su estudio diferencia por edades, obteniendo que el porcentaje de grasa corporal fue significativamente menor en futbolistas que en el grupo control en los niños de 9 ( $p<0,05$ ), 11 ( $p<0,01$ ), 12 ( $p<0,01$ ) y 14 años ( $p<0,05$ ). En el grupo de 10 años, hubo diferencias significativas entre grupos en el índice de masa corporal ( $p<0,05$ ), el cual fue mayor para los futbolistas. En el grupo de 13 años de edad los futbolistas tuvieron una mayor masa magra ( $p<0,05$ ) que los controles (43 vs 39), al igual que en el grupo de 14 años (47,61 vs 45,17;  $p<0,05$ ). En la misma línea, Nikolaidis et al, (41) en su estudio reveló diferencias significativas entre edades con respecto a masa grasa y masa libre de grasa y relación negativa con respecto al porcentaje de grasa, concluyendo que existen diferencias de composición corporal durante la adolescencia y que los somatotipos van cambiando durante la adolescencia también, con una tendencia final a la endomorfia. Siguiendo con las diferencias que se pueden establecer con la edad, Luz et al. (54) en su estudio encontraron en el grupo de mayor edad valores significativamente mayores de masa magra y un significativo aumento de la fuerza, de la agilidad y de la capacidad aeróbica (consumo máximo de oxígeno) con la edad.

Otros estudios establecieron notables desigualdades según la edad biológica, por lo que hubo estudios que establecieron diferencias significativas entre las edades de 10-12 años, 13-14 años y 15-16 años en la masa corporal y en los sprints de 10 metros, 20 metros y 10-20 metros y agilidad, y de los 13 a los 16 años hubo una correlación significativa entre altura y masa corporal con el sprint, y la agilidad fue relacionada con parámetros antropométricos en 13-14 años (45, 49, 50). Pedretti et al. (51) en su revisión actual confirma que las diferencias se establecen incluso en el mismo año, de modo que los jugadores nacidos en la primera mitad del año varían en las características antropométricas y el rendimiento físico en comparación con los nacidos en la segunda mitad. Por otra parte, los resultados del estudio de Ruiz et al. (52) indicaron que en la pubertad, los parámetros asociados con la maduración física, es decir la talla, velocidad, consumo máximo de oxígeno o edad cronológica, son importantes para determinar el éxito del futbolista. Además se encontraron diferencias significativas según el nivel en la masa corporal, la masa grasa y la masa magra, además de en el rendimiento físico. Chena et al. (46) mostraron en su estudio diferencias significativas en las variables antropométricas y de salto vertical según la demarcación.

Es necesario corregir los resultados con la talla, el peso y el desarrollo sexual como covariables ya que hemos comprobado que afectan al resto de variables y a los consiguientes análisis estadísticos. Al realizar el ANCOVA, comprobamos que las diferencias significativas entre futbolistas y controles en el grupo de las chicas desaparecen y sin embargo, aumentan notablemente las diferencias significativas entre futbolistas y controles en el grupo de las chicas. Esto puede ser debido a una mayor diferencia en el desarrollo madurativo en las chicas frente a los chicos, que provoca que las diferencias significativas con los datos sin corregir, desaparezcan al introducir las covariables. Sin embargo, al introducir las covariables también aumentan las diferencias significativas entre futbolistas y controles chicos, posiblemente porque el efecto de la práctica del fútbol sea más relevante en chicos.

En definitiva nos encontramos con que, corrigiendo con talla, peso y Tanner, hay pocas diferencias significativas en chicas y bastantes en los resultados óseos de los chicos, comparando futbolistas y controles, por lo que obtenemos que el hallazgo principal es la influencia de la práctica del fútbol en la salud ósea en chicos adolescentes. Esto se debe puede deber a la posible diferencia de intensidad y de competitividad, ya que probablemente los entrenamientos y partidos en las futbolistas chicas sea de menor intensidad que los entrenamientos y partidos de los chicos debido a sus características antropométricas y fisiológicas. También se ha registrado que las chicas entrenan dos días a la semana durante

una hora y cuarto mientras que los chicos entrenan durante una hora y media tres días a la semana, por lo que hay una diferencia en la carga de entreno (días de entrenamiento) entre chicos y chicas considerable.

### **Limitaciones:**

La primera limitación que nos encontramos en este estudio es su carácter transversal, el cual sólo permite la valoración momentánea, que no es lo más adecuado para un estudio de estas características por todos los condicionantes que han podido afectar en el momento de medición. Una valoración más precisa sería la longitudinal, que permite el seguimiento de la muestra, descartando cualquier factor circunstancial que pueda condicionar la valoración, pero que por falta de recursos, disponibilidad y tiempo no se ha podido aplicar.

Por otro lado, el único aparato de medición utilizado para la composición corporal y la valoración ósea ha sido la absorciometría fotónica dual de rayos-X (DXA) que es el método de referencia para medir la densidad ósea. Sin embargo, no se trabajaron con mediciones realizadas por pletismografía por desplazamiento de aire (Bod Pod) que es el método de referencia para medir la densidad corporal y grasa, ni con las características volumétricas óseas medidas por tomografía axial computerizada periférica (pQCT).

Por otro lado, la maduración puberal se estableció como covariable pero sin embargo tan sólo se tuvo en cuenta el desarrollo púbico sin tener en cuenta en las chicas ni la menarquía ni el estadio de Tanner en el pecho.

Un menor tamaño de muestra de sexo femenino supone una limitación desde la perspectiva del tamaño muestral. No obstante, un menor número de chicas practican fútbol en comparación con el sexo masculino (26), lo que justificaría ese déficit en el tamaño muestral.

Por último, no se ha valorado la intensidad y la competitividad de los entrenamientos y partidos, que puede variar en función del nivel del equipo (48-50) y sobre todo del sexo, teniendo en cuenta únicamente los días de entrenamiento, que también es un factor importante. De esta manera, se podría haber incluido una valoración de la carga de entrenamiento o intensidad con métodos como la frecuencia cardiaca o el TRIMP (que tiene en cuenta la frecuencia cardiaca y el sexo), los acelerómetros y otros métodos subjetivos como el esfuerzo percibido con la escala de Borg (61-65).

## Conclusiones

Soccer participation is beneficial during puberty. The results suggest that soccer is an osteogenic sport in developing children.

The most important finding is that soccer has marked osteogenic effects in children, which may facilitate the acquisition of a higher bone mineral peak, which can translate into a reduction in the risk of bone fractures throughout life.

Analyses of covariance were performed to evaluate differences in bone mass, body composition and physical fitness, entering height, weight and Tanner state as covariates. The reason for using these covariates is based on scientific evidences identifying them as influential factors on bone mass, body composition and physical fitness.

Male football players have a markedly higher bone mineral content and bone mineral density at stressed sites compared with controls. So the increased bone mass induced by soccer training in loaded sites was associated to bone health and prevention of development of osteoporosis.

Female football players do not present higher bone mass when compared to controls. This lack of differences may be due to differences like intensity and competitiveness in training and matches, anthropometric and physiological characteristics and training load (days per week).

There are associations between physical fitness, bone mass and corporal composition variables. Physical tests (horizontal jump, isometries and 30-m sprint test) were correlated with bone results at the lower extremities and subtotal whole body. As well, physical fitness was correlated with body composition. Moreover, high correlations were found between lean mass, mass and bone mineral content and bone mineral density. In general, correlations were stronger in male football players than in controls.

In conclusion, soccer has a marked osteogenic effect in developing children, so soccer participation is beneficial at childhood to acquire a higher bone mineral peak.

Nevertheless, further longitudinal studies are required in this population to confirm the benefits of soccer participation at peak bone acquisition, reducing the risk of skeletal fractures later in life.

## Reflexión y opinión personal:

El trabajo de fin de grado es fundamental en todos los grados, puesto que es necesario un trabajo de ésta índole y estas características, en el cual se tenga que demostrar todos los aprendizajes adquiridos a lo largo de los cursos del grado. En el caso de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, al haber diferentes ámbitos, hay que decantarse por uno de ellos, en mi caso el de la salud, para a partir de ahí, realizar un trabajo de envergadura haciendo uso de tus conocimientos y aprendizajes. En este trabajo se debe reconocer un enfoque interdisciplinar y se debe aplicar el mayor número posible de conocimientos adquiridos en la formación de forma que se evidencie la capacidad profesional para el ámbito laboral del Graduado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.

Bien es cierto que en la realización de este trabajo encuentras problemas y dificultades. Encontrar soluciones adecuadas a esos problemas es lo que te otorga un aprendizaje significativo y trascendente, además de que la facilidad de solventar problemas en un trabajo de la universidad puede extrapolarse al ámbito laboral, otorgándote mayor autonomía. No obstante, el apoyo y la ayuda un tutor es de gran utilidad en el desarrollo de trabajo y en la solución de los diversos problemas que vayan surgiendo, sin olvidar la tutorización es un apoyo pero el alumno debe ser autónomo y asumir responsabilidades. En mi caso, mi tutor me ha sido de gran utilidad, y ha sabido guiarme y corregirme en cada fase del desarrollo del proyecto, promoviendo además el trabajo autónomo y la autogestión del mismo.

La autonomía, el desarrollo de la creatividad y originalidad con propuestas y la capacidad de solucionar situaciones conflictivas que puedan surgir durante el desarrollo del trabajo son competencias propias del alumno en el desarrollo de este trabajo. También se debe comprender literatura científica referente a la actividad física y al deporte y saber utilizar su terminología correctamente en la expresión escrita y oral en las citadas lenguas. Se fomentará el espíritu crítico y rigor científico y el compromiso ético en este objeto de estudio, además de la capacidad de adaptación a nuevas situaciones y a cambios en el entorno, teniendo siempre iniciativa y coherencia en la resolución de problemas. La fundamentación de este trabajo es que todo ello es absolutamente indispensable en cualquier profesional de la actividad física y del deporte.

El objetivo principal de este trabajo es la aplicación de conocimientos y la adquisición de competencias necesarias para un profesional del deporte que sale ya al ámbito laboral, como

puede ser asumir responsabilidades, tener autonomía, tener aptitud e inquietudes, ser emprendedor y actualizar los conocimientos.

Sin embargo, he de decir que según el enfoque del trabajo, puede que no estemos preparados para desarrollar un trabajo de estas características. En mi caso, al optar por un enfoque más científico y de investigación, he podido comprobar las grandes carencias en saber utilizar los recursos que hay a nuestra disposición, en concreto en la utilización del SPSS, uno de los principales programas estadísticos que se utilizan en el ámbito de la investigación. Por otra parte, tampoco creo que se enseñe adecuadamente a realizar una búsqueda bibliográfica exhaustiva utilizando las bases de datos adecuadas o los recursos oportunos como puede ser el “Endnote”. Todo ello lo digo con la certeza de que no es carencia mía, sino que mis compañeros tampoco disponen de conocimientos suficientes en esos aspectos, que yo haya podido comprobar, ya que han sido las que más conflicto y confusión me han supuesto. Es posible que otros compañeros hayan detectado otras carencias en cuanto a la formación a la hora de aplicar los conocimientos a la realización del trabajo. No obstante, gracias a mi tutor y a las prácticas en GENUD, he podido paliar estas deficiencias en el aprendizaje, además de que he adquirido los conocimientos de forma práctica, por lo que me resultan más significativos.

Por otro lado, me gustaría destacar la importancia y necesidad de la exposición ante el tribunal para crecer tanto profesional como personalmente, puesto que en el ámbito laboral y en cualquier ámbito una persona debe saber transmitir bien la información y saber exponerla. Es por eso que una parte importante del trabajo de fin de grado es defender oralmente el proyecto, con corrección comunicativa, presentación audiovisual óptima, manifestando una actitud adecuada y solventando las cuestiones planteadas por el tribunal con acierto y pertinencia.

En definitiva, este trabajo me ha aportado beneficios tanto mi formación profesional como al desarrollo personal. Lo considero un procedimiento enriquecedor y necesario para todos los graduados, independientemente del grado, para llegar a ser un buen profesional y adquirir diferentes competencias imprescindibles.

## Bibliografía:

1. Kennedy K, Shepherd S, Williams JE, Ahmed SF, Wells JC, Fewtrell M. Activity, body composition and bone health in children. *Arch Dis Child*. 2013;98(3):204-7.
2. Tan VP, Macdonald HM, Kim S, Nettlefold L, Gabel L, Ashe MC, et al. Influence of physical activity on bone strength in children and adolescents: a systematic review and narrative synthesis. *J Bone Miner Res*. 2014;29(10):2161-81.
3. Jeddi M, Dabbaghmanesh MH, Ranjbar Omrani G, Ayatollahi SM, Bagheri Z, Bakhshayeshkaram M. Relative Importance of Lean and Fat Mass on Bone Mineral Density in Iranian Children and Adolescents. *Int J Endocrinol Metab*. 2015;13(3):e25542.
4. Ho-Pham LT, Nguyen UD, Nguyen TV. Association between lean mass, fat mass, and bone mineral density: a meta-analysis. *J Clin Endocrinol Metab*. 2014;99(1):30-8.
5. Baptista F, Barrigas C, Vieira F, Santa-Clara H, Homens PM, Fragoso I, et al. The role of lean body mass and physical activity in bone health in children. *J Bone Miner Metab*. 2012;30(1):100-8.
6. I Jornada de hábitos de estilo de vida saludable [Internet] 2013. Por cada euro que se invierte en ejercicio físico se ahorran seis de salud; [citado 11 marzo 2016]. Disponible en: [http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2013-06-27/ldquo-por-cada-euro-que-se-invierte-en-ejercicio-fisico-se-ahorran-seis-en-salud-rdquo\\_195903/](http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2013-06-27/ldquo-por-cada-euro-que-se-invierte-en-ejercicio-fisico-se-ahorran-seis-en-salud-rdquo_195903/)
7. Álvarez JEC. El mono obeso: la evolución humana y las enfermedades de la opulencia: diabetes, hipertensión, arteriosclerosis, 2007.
8. Rizzoli R, Bianchi ML, Garabédian M, McKay HA, Moreno LA. Maximizing bone mineral mass gain during growth for the prevention of fractures in the adolescents and the elderly. *Bone*. 2010;46(2):294-305.
9. Burrows M. Exercise and bone mineral accrual in children and adolescents. *J Sports Sci Med*. 2007;6(3):305-12.
10. Weaver CM, Gordon CM, Janz KF, Kalkwarf HJ, Lappe JM, Lewis R, et al. The National Osteoporosis Foundation's position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations. *Osteoporos Int*. 2016;27(4):1281-386.
11. Specker B, Thiex NW, Sudhagoni RG. Does Exercise Influence Pediatric Bone? A Systematic Review. *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(11):3658-72.
12. Daly RM. The effect of exercise on bone mass and structural geometry during growth. *Med Sport Sci*. 2007;51:33-49.

13. Tenforde AS, Fredericson M. Influence of sports participation on bone health in the young athlete: a review of the literature. *PM R*. 2011;3(9):861-7.
14. Baxter-Jones AD, Kontulainen SA, Faulkner RA, Bailey DA. A longitudinal study of the relationship of physical activity to bone mineral accrual from adolescence to young adulthood. *Bone*. 2008;43(6):1101-7.
15. Gracia-Marco L, Vicente-Rodríguez G, Casajús JA, Molnar D, Castillo MJ, Moreno LA. Effect of fitness and physical activity on bone mass in adolescents: the HELENA Study. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111(11):2671-80.
16. Farr JN, Amin S, LeBrasseur NK, Atkinson EJ, Achenbach SJ, McCready LK, et al. Body composition during childhood and adolescence: relations to bone strength and microstructure. *J Clin Endocrinol Metab*. 2014;99(12):4641-8.
17. Maciejczyk M, Więcek M, Szymura J, Szyguła Z, Wiecha S, Cempla J. The influence of increased body fat or lean body mass on aerobic performance. *PLoS One*. 2014, 4.
18. Pietrobelli A, Faith MS, Wang J, Brambilla P, Chiumello G, Heymsfield SB. Association of lean tissue and fat mass with bone mineral content in children and adolescents. *Obes Res*. 2002;10(1):56-60.
19. Dorsey KB, Thornton JC, Heymsfield SB, Gallagher D. Greater lean tissue and skeletal muscle mass are associated with higher bone mineral content in children. *Nutr Metab (Lond)*. 2010;7:41.
20. Torres-Costoso A, Gracia-Marco L, Sánchez-López M, García-Prieto JC, García-Hermoso A, Díez-Fernández A, et al. Lean mass as a total mediator of the influence of muscular fitness on bone health in schoolchildren: a mediation analysis. *J Sports Sci*. 2015;33(8):817-30.
21. Mosca LN, Goldberg TB, da Silva VN, da Silva CC, Kurokawa CS, Bisi Rizzo AC, et al. Excess body fat negatively affects bone mass in adolescents. *Nutrition*. 2014;30(7-8):847-52.
22. Baxter-Jones AD, Eisenmann JC, Mirwald RL, Faulkner RA, Bailey DA. The influence of physical activity on lean mass accrual during adolescence: a longitudinal analysis. *J Appl Physiol (1985)*. 2008;105(2):734-41.
23. Högström GM, Pietilä T, Nordström P, Nordström A. Body composition and performance: influence of sport and gender among adolescents. *J Strength Cond Res*. 2012;26(7):1799-804.

24. Perez-Gomez J, Rodriguez GV, Ara I, Olmedillas H, Chavarren J, González-Henriquez JJ, et al. Role of muscle mass on sprint performance: gender differences? *Eur J Appl Physiol.* 2008;102(6):685-94.
25. Stephenson ML, Smith DT, Heinbaugh EM, Moynes RC, Rockey SS, Thomas JJ, et al. Total and Lower Extremity Lean Mass Percentage Positively Correlates With Jump Performance. *J Strength Cond Res.* 2015;29(8):2167-75.
26. Consejo Superior de Deportes, Gobierno de España [Internet]; 2011. Estudio de los hábitos deportivos de la población escolar en España; [citado 11 marzo 2016]. Disponible en: <http://www.csd.gob.es/csd/estaticos/dep-escolar/encuesta-de-habitos-deportivos-poblacion-escolar-en-espana.pdf>
27. Vicente-Rodriguez G, Ara I, Perez-Gomez J, Serrano-Sanchez JA, Dorado C, Calbet JA. High femoral bone mineral density accretion in prepubertal soccer players. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(10):1789-95.
28. Wittich A, Mautalen CA, Oliveri MB, Bagur A, Somoza F, Rotemberg E. Professional football (soccer) players have a markedly greater skeletal mineral content, density and size than age- and BMI-matched controls. *Calcif Tissue Int.* 1998;63(2):112-7.
29. Söderman K, Bergström E, Lorentzon R, Alfredson H. Bone mass and muscle strength in young female soccer players. *Calcif Tissue Int.* 2000;67(4):297-303.
30. Matute-Llorente A, Gómez-Brutón A, Lozano-Berges G, Julián-Almárcegui C, Gómez-Cabello A, González-Agüero A, et al. Does playing surfaces influence the bone geometry and strength indexes in young male soccer players? *Revista Andaluza de Medicina del Deporte.* 2015.
31. Zouch M, Vico L, Frere D, Tabka Z, Alexandre C. Young male soccer players exhibit additional bone mineral acquisition during the peripubertal period: 1-year longitudinal study. *Eur J Pediatr.* 2014;173(1):53-61.
32. Zouch M, Zribi A, Alexandre C, Chaari H, Frere D, Tabka Z, et al. Soccer increases bone mass in prepubescent boys during growth: a 3-yr longitudinal study. *J Clin Densitom.* 2015;18(2):179-86.
33. T.Nikolaidis P. Prevalence of overweight, and association between body mass index, body fat percent and physical fitness in male soccer players aged 14-16 years. *Science & Sports.* 2013:125-32.
34. Moreno Luis A LJF, Serón Ruth, Mesana María I, Fleta Jesús. Body composition in young male football (soccer) players. *Nutrition Research.* 2004;24:235-42.

35. Nikolaidis PT. Elevated body mass index and body fat percentage are associated with decreased physical fitness in soccer players aged 12-14 years. *Asian J Sports Med.* 2012;3(3):168-74.
36. Nikolaïdis PT. Physical fitness is inversely related with body mass index and body fat percentage in soccer players aged 16-18 years. *Med Pregl.* 2012;65(11-12):470-5.
37. Nikolaidis PT. Association between body mass index, body fat, per cent and muscle power output in soccer players. *Central European Journal of Medicine.* 2012;7(6):783-9.
38. Plaza-Carmona M, Vicente-Rodríguez G, Gómez-Cabello A, Martín-García M, Sánchez-Sánchez J, Gallardo L, et al. Higher bone mass in prepubertal and peripubertal female footballers. *Eur J Sport Sci.* 2016:1-7.
39. Calbet JA, Dorado C, Díaz-Herrera P, Rodríguez-Rodríguez LP. High femoral bone mineral content and density in male football (soccer) players. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(10):1682-7.
40. Lago-Peñas C, Casais L, Dellal A, Rey E, Domínguez E. Anthropometric and physiological characteristics of young soccer players according to their playing positions: relevance for competition success. *J Strength Cond Res.* 2011;25(12):3358-67.
41. Nikolaidis PT, Vassilios Karydis N. Physique and body composition in soccer players across adolescence. *Asian J Sports Med.* 2011;2(2):75-82.
42. Wong PL, Chamari K, Dellal A, Wisløff U. Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer players. *J Strength Cond Res.* 2009;23(4):1204-10.
43. Ergün M, İşlegen C, Taşkıran E. A cross-sectional analysis of sagittal knee laxity and isokinetic muscle strength in soccer players. *Int J Sports Med.* 2004;25(8):594-8.
44. Erikoglu Ö, Güzel NA, Pense M, Örer GE. Comparison of physical parameters with Eurofit test battery of male adolescent soccer players and sedentary counterparts. 2015.
45. Salinero JJ, González-Millán C, Ruiz-Viente D, Abián, Vicén J, García-Aparicio A, et al. Physical fitness and technique evaluation in Young soccer players. *revista internacional de medicina y ciencias de la actividad física y del deporte.* 2013:401-18.
46. Chena Sinovas M, Pérez-López A, Álvarez Valverde I, Bores Cerezal A, Ramos-Campo DJ, Rubio-Arias J, et al. Influence of body composition on vertical jump performance according with the age and the playing position in football players. *Nutr Hosp.* 2015;32(1):299-307.

47. Sedano S, Vaeyens R, Philippaerts RM, Redondo JC, Cuadrado G. Anthropometric and anaerobic fitness profile of elite and non-elite female soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2009;49(4):387-94.
48. Cometti G, Maffiuletti NA, Pousson M, Chatard JC, Maffulli N. Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *Int J Sports Med*. 2001;22(1):45-51.
49. Mathisen G, Pettersen SA. Anthropometric factors related to sprint and agility performance in young male soccer players. *Open Access J Sports Med*. 2015;6:337-42.
50. le Gall F, Carling C, Williams M, Reilly T. Anthropometric and fitness characteristics of international, professional and amateur male graduate soccer players from an elite youth academy. *J Sci Med Sport*. 2010;13(1):90-5.
51. Pedretti A, Seabra A. Relative age effect and its relationship with morphological characteristics and performance in young soccer players. *Revista brasileira de cineantropometria e desempenho humano*. 2015;17:367-77.
52. Gil S, Ruiz F, Irazusta A, Gil J, Irazusta J. Selection of young soccer players in terms of anthropometric and physiological factors. *J Sports Med Phys Fitness*. 2007;47(1):25-32.
53. Vicente-Rodriguez G, Jimenez-Ramirez J, Ara I, Serrano-Sanchez JA, Dorado C, Calbet JA. Enhanced bone mass and physical fitness in prepubescent footballers. *Bone*. 2003;33(5):853-9.
54. Luz Canhadas I, Lopes Pignataro R, Rodrigues Chaves C, Andrews Portes L. Anthropometric and physical fitness characteristics of Young male soccer players. *Revista Brasileira de Cineantropometria e desempenho humano*. 2010;12:239-45.
55. Tanner JM, Whitehouse RH. Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity, weight velocity, and stages of puberty. *Arch Dis Child*. 1976;51(3):170-9.
56. Duke PM, Litt IF, Gross RT. Adolescents' self-assessment of sexual maturation. *Pediatrics*. 1980;66(6):918-20.
57. Gracia-Marco L, Ortega FB, Jiménez-Pavón D, Rodríguez G, Castillo MJ, Vicente-Rodríguez G, et al. Adiposity and bone health in Spanish adolescents. The HELENA study. *Osteoporos Int*. 2012;23(3):937-47.
58. Bilborough JC, Greenway K, Opar D, Livingstone S, Cordy J, Coutts AJ. The accuracy and precision of DXA for assessing body composition in team sport athletes. *J Sports Sci*. 2014;32(19):1821-8.
59. Léger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci*. 1988;6(2):93-101.

60. Moreno LA. M, León JF, Serón R, Mesana MI, Fleta J. Body composition in young male football (soccer) players. *Nutrition Research*. 2004;24:235-42.
61. Borresen J, Lambert MI. Quantifying training load: a comparison of subjective and objective methods. *Int J Sports Physiol Perform*. 2008;3(1):16-30.
62. Rodríguez-Marroyo JA, Antoñan C. Validity of the session rating of perceived exertion for monitoring exercise demands in youth soccer players. *Int J Sports Physiol Perform*. 2015;10(3):404-7.
63. Casamichana D, Castellano J, Calleja-Gonzalez J, San Román J, Castagna C. Relationship between indicators of training load in soccer players. *J Strength Cond Res*. 2013;27(2):369-74.
64. Gomez-Piriz PT, Jiménez-Reyes P, Ruiz-Ruiz C. Relation between total body load and session rating of perceived exertion in professional soccer players. *J Strength Cond Res*. 2011;25(8):2100-3.
65. Fanchini M, Ghielmetti R, Coutts AJ, Schena F, Impellizzeri FM. Effect of training-session intensity distribution on session rating of perceived exertion in soccer players. *Int J Sports Physiol Perform*. 2015;10(4):426-30.

## Anexos

Anexo 1:

	Frecuencia	Porcentaje			Frecuencia	Porcentaje
<b>Controles</b>	45	28,1		<b>Chicas</b>	60	37,5
<b>Futbolistas</b>	115	71,9		<b>Chicos</b>	100	62,5
<b>Total</b>	160	100,0		<b>Total</b>	160	100,0

		Frecuencia	Porcentaje			Frecuencia	Porcentaje
<b>Controles</b>	Chicas	22	48,9	<b>Futbolistas</b>	Chicas	38	33,0
	Chicos	23	51,1		Chicos	77	67,0
	Total	45	100,0		Total	115	100,0

Descripción de la muestra

Anexo 2: Consentimiento informado

### **CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PADRES**

#### **Proyecto: EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE EL TIPO DE CÉSPED ARTIFICIAL Y MODELO DE BOTAS EN LA SALUD ÓSEA DE NIÑOS Y NIÑAS FUTBOLISTAS (ACRÓNIMO: FUTBOMAS).**

*Financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (DEP2012-32724)*

#### **Información sobre el estudio**

En los últimos años, la instalación de campos de césped artificial ha experimentado un aumento considerable tanto en instalaciones públicas como en privadas. Dentro de los campos de césped artificial existen diferentes tipos de construcción (con o sin sub-base asfáltica, con base elástica, tipo de relleno de caucho, etc.). Por otro lado la utilización de botas de fútbol en estas superficies es heterogénea, especialmente en los niños, donde los ídolos marcan tendencias poco justificadas desde el punto de vista científico- técnico y de la salud.

Por todo ello, queremos conocer cómo afecta a los huesos la práctica del fútbol en función de la superficie y el modelo de botas utilizados. La información recogida en FUTBOMAS nos ayudará a entender el desarrollo óseo en niños y niñas futbolistas en función del modelo de bota empleado y el tipo de campo en el que se practica. Os pediremos que vuestros hijos, rellenen unos cuestionarios y lleven a cabo una serie de pruebas y tests médico-físicos sencillos.

Si queréis y estáis de acuerdo en formar parte del estudio, os podremos informar de cualquier tipo de problema de salud que se detecte durante el examen médico.

### **Pruebas que se llevarán a cabo**

Desde Septiembre de 2013 hasta Junio de 2014 se llevarán a cabo las siguientes valoraciones:

- Si su hijo/a forma parte del estudio realizará dos controles: septiembre de 2013 y Junio de 2014. Estos controles incluyen las siguientes pruebas:
- Determinación de la composición corporal (masa ósea, magra, y grasa) total, del tronco y de las extremidades superiores e inferiores de todos los participantes mediante absorciometría fotónica dual de rayos X (DXA).
- Determinación de la estructura y microarquitectura del hueso a nivel de extremidades inferiores y superiores mediante tomografía axial computerizada periférica.
- Se analizarán las presiones plantares en función de los diferentes modelos de botas de fútbol y superficies de juego.
- Se obtendrán muestras de sangre y orina para la determinación de los marcadores de metabolismo óseo.
  - Un equipo de investigadores cualificados valorará las características antropométricas (peso, talla, pliegues cutáneos y circunferencias).
  - Se realizarán también pruebas de valoración de la condición física, se estudiará la ingesta dietética mediante un cuestionario electrónico y se valorará el desarrollo puberal. (Si deseas conocer más información acerca de las misma consulta el ANEXO I)
  - Transcurridos 12 meses desde la segunda evaluación se realizará una tercera evaluación en los meses de Mayo y Junio de 2015 para investigar la evolución de las variables estudiadas.



Las pruebas que se van a realizar estarán divididas en dos días diferentes.

**1º Día:** vuestro hijo/a acudirá al Edificio Cervantes (Corona de Aragón nº 42) de la Universidad de Zaragoza para realizar las pruebas de composición corporal y fuerza. Para la realización de las mismas, deberá permanecer en ropa interior deportiva para la primera parte y en ropa deportiva para la segunda. La duración total de estas pruebas es de 2 horas aproximadamente.

**2º Día:** el grupo de investigadores se desplazará a los lugares de entrenamiento de los equipos para realizar las extracciones de sangre, a continuación se les dará de desayunar y posteriormente se realizarán las pruebas de condición física. La duración total de estas pruebas es de unas 3 horas aproximadamente.

### **Confidencialidad**

Toda la información recogida en este estudio será estrictamente confidencial. Si se detectará algún resultado fuera de lo normal durante la realización de las pruebas a vuestros hijos/as, se os comunicarán siempre y cuando tengáis la voluntad de conocer los mismos. Además, toda la información relativa a su hijo/a y su participación en este proyecto será exclusivamente utilizada con fines científicos, respetándose la legislación Nacional vigente (Ley Orgánica 15/99 de Protección de Datos de Carácter Personal y Ley 41/02 de Autonomía del paciente). Dicha información permanecerá de forma anónima mediante codificación de cuestionarios tanto en formato electrónico como en papel. Únicamente los miembros del equipo de investigación tendrán acceso a la información obtenida. Ni su nombre ni el de su hijo/a serán utilizados en ningún artículo o informe. Los datos personales se guardarán de forma separada a la información obtenida y estarán convenientemente guardados bajo llave.

### **Voluntariedad**

Su participación y la de su hijo/a en esta investigación son totalmente voluntarias. Tanto usted como su hijo/a son libres de retirarse de la investigación en cualquier momento sin tener que dar ninguna explicación al respecto. La no participación o la retirada de la investigación durante su desarrollo no tendrán consecuencia alguna.

### **Detalles de contacto**

Para cualquier información adicional que pueda necesitar, puede dirigirse a cualquiera de los investigadores responsables a través del teléfono o del correo electrónico.

José A Casajús: 876553755 o joseant@unizar.es. Ángel

Matute Llorente: 661953480 o amatute@unizar.es



## **CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PADRES**

Nos gustaría invitarte a firmar este consentimiento informado para poder formar parte del estudio “Efecto de la interacción entre el tipo de césped artificial y modelo de botas en la salud ósea de niños y niñas futbolistas”. Con la firma de este documento, el participante:

1. Es advertido sobre la posibilidad de utilizar los resultados del diagnóstico en un proceso de investigación, que en ningún caso podrá comportar riesgo adicional para su salud y que no tendrá carácter comercial.
2. Es advertido de que su participación y la de su hijo/a en esta investigación son totalmente voluntarias. Tanto usted como su hijo/a son libres de retirarse de la investigación en cualquier momento sin tener que dar ninguna explicación al respecto
3. Es advertido de su derecho a que se le dé una copia del documento firmado.
4. Contará con la cobertura de un seguro para la realización de las pruebas.
5. Puede obtener la información complementaria del investigador principal del proyecto, cuya dirección figura en este escrito.
6. Puede solicitar por escrito dirigido al investigador principal del proyecto los resultados concretos obtenidos en su muestra donada.

Acepto la participación en el estudio y manifiesto que he recibido información suficiente y en términos comprensibles para tomar la decisión de acuerdo con su propia y libre voluntad y presto mi consentimiento y autorización a la práctica de la intervención reseñada en el proyecto: “Efecto de la interacción entre el tipo de césped artificial y modelo de botas en la salud ósea de niños y niñas futbolistas” (acrónimo: FUTBOMAS), financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad, en el que participa el Departamento de Fisiatría y Enfermería de la Universidad de Zaragoza, y del que es investigador principal el profesor Dr. José Antonio Casajús Mallén, Catedrático de la Universidad de Zaragoza (Departamento de Fisiatría y Enfermería C/ Domingo Miral s/n 50008 Zaragoza, teléfono 974238422 (ext 853258), e-mail: joseant@unizar.es).

### **Datos personales:**

Nombre y apellidos del padre\*: .....

Nombre y apellidos de la madre\*: .....

Nombre y apellidos del adolescente/niño/a que participa en el estudio: .....

Nombre y apellidos del 2º adolescente/niño/a (si es aplicable): .....

### **Datos de contacto:**

Domicilio de la familia: .....

Calle/número/piso: .....

Código postal: ..... Ciudad: .....

Teléfono (fijo y móvil): ..... Correo electrónico: .....

Estamos de acuerdo en que guardéis nuestra dirección: sí  no

Deseo ser informado sobre los resultados del estudio: sí  no

Acepto que las muestras derivadas de este estudio puedan ser utilizadas en futuras investigaciones, incluyendo análisis genéticos: Sí  no

**Firmas:** Padre\*

Madre\*

.....

Fecha: ..... Fecha: .....

Científico responsable de la investigación: José Antonio Casajús Mallén

Fecha: .....

\*Por padre o madre, se entiende los tutores legales, no necesariamente los padres biológicos. Si eres el único tutor legal o padre/madre, por favor, ignora las casillas relativas al otro padre/madre.

## **ANEXO I**

### **Valoración de la composición corporal y de la masa ósea**

La masa ósea, magra y grasa se determinará mediante absorciometría fotónica dual de rayos X (DXA) utilizando el software y los valores de referencia pediátricos (Hologic Explorer, Hologic Corp., Software versión 12.4, Waltham, MA).

### **Análisis de la arquitectura, sección transversal y expansión cortical del hueso**

Se valorará la sección transversal y expansión cortical determinada a nivel de extremidades inferiores y superiores, lo que proporcionará información sobre posibles diferencias en regiones específicas. Los análisis se realizarán con tomografía cuantitativa computerizada periférica (XCT 2000 Peripheral QCT Scanner, Ortomatrix, INC.).

Estas técnicas conllevan una dosis de radiación total de entre 5 y 10 mrem. Equivalente a una dosis 20 veces más baja que la de una radiografía de tórax y similar a la radiación solar que se absorbe en un día de playa.

### **Analíticas**

#### **Marcadores de metabolismo óseo**

Se tomará una muestra de orina y una de sangre (punción cubital) a primera hora de la mañana tras una noche de ayuno. La extracción será realizada por personal cualificado del ámbito sanitario.

### **Valoración de la condición física**

#### **Test de potencia aeróbica**

El consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) se estima utilizando un test de ida y vuelta de 20-m tal y como fue diseñado por Luc Leger (Leger, 1988). Los sujetos tienen que correr 20 metros ida y vuelta al ritmo de una señal sonora. La frecuencia de las señales sonoras se incrementa de tal modo que comenzando a una velocidad de  $8.5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  se van incrementando  $0.5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  cada minuto. Se trata de un test que se suele realizar en los colegios.

#### **Test de velocidad de carrera**

El tiempo invertido en correr 30 m (T30) se medirá utilizando células fotoeléctricas (Byomedics, Barcelona).

### **La fuerza isométrica máxima (FIM)**

#### **De pierna**

#### **Test de máxima contracción voluntaria isométrica (MCVI)**

Mediante una galga extensiométrica (MuscleLab) anclada firmemente de una determinada manera y conectada a un interface específico, se registrará la fuerza de los cuádriceps ejercida por el sujeto durante 10 segundos.

#### **De brazo**

La dinamometría manual se realizará con un dinamómetro Takei-Grip dynamometer de 5 a 100 kg ajustando la empuñadura a la medida óptima para desarrollar la mayor fuerza según se ha descrito para población adolescente. Se efectúan 2 intentos en cada mano, alternando una mano con otra y anotando, a efectos estadísticos el valor más elevado.

### **Fuerza dinámica de las piernas.**

Las fuerzas generadas durante el salto vertical se medirán mediante el cálculo de la altura de vuelo durante el salto con una plataforma de infrarrojos ERGO JUMP Plus – BOSCO SYSTEM (Byomedic, S.C.P., Barcelona, Spain). Cada sujeto realiza dos tipos diferentes de saltos verticales máximos.



### **Valoración de las presiones plantares**

El objetivo de dicha evaluación será cuantificar la presión que soporta cada participante en la planta del pie en función del modelo de bota utilizado y teniendo en cuenta el tipo de superficie de juego. Se utilizarán unas plantillas específicas con sensores de presión distribuidos estratégicamente que permitirán evaluar las presiones en diferentes zonas del pie y establecer presiones medias. La empresa Podoactiva® colaborará en esta tarea.

### **Determinación del estado de desarrollo puberal**

El estado de desarrollo puberal se determinará mediante autoevaluación siguiendo el método Tanner, que es un método de reconocida validez y reproducibilidad.

### **Valoración de la dieta**

La dieta se valorará a partir de tres recuerdos de 24 h no consecutivos y en días distintos de la semana, realizados con el software informático YANA-C.



## **CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ADOLESCENTES**

**Proyecto: EFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE EL TIPO DE CÉSPED ARTIFICIAL Y MODELO DE BOTAS EN LA SALUD ÓSEA DE NIÑOS Y NIÑAS FUTBOLISTAS (ACRÓNIMO: FUTBOMAS).**

*Financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (DEP2012-32724)*

### **Información sobre el estudio para los adolescentes**

En los últimos años, la instalación de campos de césped artificial ha experimentado un aumento considerable. Dentro de los campos de césped artificial existen diferentes tipos de construcción (con o sin sub-base asfáltica, con base elástica, tipo de relleno de caucho, etc.). Por otro lado, es limitado el conocimiento existente sobre qué modelo de tacos es el mejor en función de la superficie en la que se va a desarrollar el partido.

Por todo ello queremos conocer cómo afecta a los huesos la práctica del fútbol en función de la superficie y el modelo de botas utilizados. El proyecto en el que podéis formar parte si lo deseáis se llama FUTBOMAS.

Para poder lograr este objetivo, esperamos que gente joven como tú, formen parte de este proyecto de investigación.

**ESTE ESTUDIO ES PARTICULAMENTE RELEVANTE PARA LA FUTURA SALUD ÓSEA DE LOS FUTBOLISTAS.** Vuestra participación en este proyecto es muy importante, y será de gran utilidad para mejorar el conocimiento actual sobre la salud ósea de los jóvenes que practican un deporte tan popular como es el fútbol.

### **Formar parte de FUTBOMAS**

Es tu elección el formar parte o no del estudio. No habrá ningún tipo de desventaja para ti o tu familia si no queréis participar. Al ser un estudio de libre participación, podrás abandonar si así lo deseas en cualquier momento del estudio, incluso después de haber entregado el consentimiento firmado, o incluso con alguna prueba ya realizada. Además de tener tu consentimiento, también necesitaremos la aceptación de tus padres en la participación de este proyecto. A pesar de que tus padres puedan estar de acuerdo, tú eres libre de participar o no.

### **¿Qué pruebas te vamos a hacer?**

Como parte del estudio, te pediremos que participes en las siguientes pruebas:

- Unas pruebas médicas básicas, que incluirán medidas sencillas como la altura o el peso y pliegues cutáneos.
- Estudiaremos la composición corporal (masa ósea, magra, y grasa) total que tenéis, mediante absorciometría fotónica dual de rayos X (DXA). La prueba consiste en estar tumbado en una camilla unos 10 minutos aproximadamente.
- También estudiaremos los huesos del brazo y la pierna mediante tomografía axial computerizada periférica. Es un aparato que determina como de fuertes están los huesos y lo único que hay que hacer es estar sentado en una silla sin moverse durante 5 minutos.
- Analizaremos mediante la colocación de una plantilla, las presiones plantares en función de los diferentes modelos de botas de fútbol y superficies de juego.
- Se obtendrán muestras de sangre y orina para la determinación de los marcadores de metabolismo óseo, solo si tú estás de acuerdo.
- Participar en pruebas de valoración de la condición física similares a las que hacéis

en los institutos (Course-Navette, salto a pies juntos etc.).



7. Responder sencillas preguntas de cuestionarios que sirven para estudiar la ingesta dietética.
8. Llevar un acelerómetro (un dispositivo del tamaño de una caja de cerillas colocado en un cinturón a la altura de la cintura) durante unos días que nos ayudará a registrar la actividad física que realizáis.

El número de evaluaciones que realizaremos serán 3. La primera en Septiembre de 2013, la segunda en Junio de 2014 y la tercera en Junio de 2015. En cada evaluación las pruebas que se van a realizar estarán divididas en dos días diferentes.

**1º Día:** deberéis acudir al Edificio Cervantes (Corona de Aragón nº 42) de la Universidad de Zaragoza para realizar las pruebas de composición corporal y fuerza. Para la realización de las mismas, deberéis llevar ropa interior deportiva para la primera parte y en ropa deportiva para la segunda. La duración total de estas pruebas es de 2 horas aproximadamente.

**2º Día:** el grupo de investigadores nos desplazaremos a vuestros lugares de entrenamiento de los equipos para realizar las extracciones de sangre, y a continuación daros de desayunar y realizar las pruebas de condición física. La duración total de estas pruebas es de unas 3 horas aproximadamente.

### **Tu información será confidencialidad**

Los resultados obtenidos son para uso exclusivo de la investigación. Las pruebas físicas, como por ejemplo las medidas corporales (peso o talla) o las muestras de sangre, podrían informarnos de tu estado de salud. Si tú y tus padres estáis de acuerdo, se os informará de cualquier contratiempo que detectemos. Las respuestas que des a las preguntas de los cuestionarios son totalmente privadas.

Si tienes cualquier duda o consulta acerca del estudio o sobre lo que tendrás que hacer, por favor comunicáenoslo y te informaremos de la mejor manera posible.

Nuestros datos de contacto son:

Edif. Cervantes, C/Corona de Aragón, nº 42, 2ª planta, 50009, Zaragoza. Tfno.: 876553755 Email: [joseant@unizar.es](mailto:joseant@unizar.es)

Muchas gracias por considerar nuestra propuesta.

José Antonio Casajús



**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ADOLESCENTES**

Nos gustaría invitarte a firmar este consentimiento informado para poder formar parte del estudio “Efecto de la interacción entre el tipo de césped artificial y modelo de botas en la salud ósea de niños y niñas futbolistas”.

Con la firma de este documento, acepto la participación en el estudio arriba descrito Yo, ..... (Nombre y apellidos del participante)

Dirección: .....

Teléfonos de contacto: .....

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

He podido hacer preguntas sobre el estudio y he recibido suficiente información sobre el mismo.

He hablado con: Dr. José A. Casajús (teléfono de contacto 876553755) Comprendo que la participación es voluntaria.

Comprendo que podemos retirarnos cuando queramos, sin tener que da y sin que esto repercuta en mis cuidados médicos

Deseo ser informado sobre los resultados del estudio: sí  no (marque lo que proceda) Acepto que las muestras derivadas de este estudio puedan ser utilizadas en futuras investigaciones (relacionadas con ésta), excluyendo análisis genéticos: sí  no (marque lo que proceda)

Doy mi asentimiento para que mis datos clínicos sean revisados por personal ajeno al centro, para los fines del estudio, y soy consciente de que este consentimiento es revocable.

He recibido una copia firmada de este Consentimiento Informado.

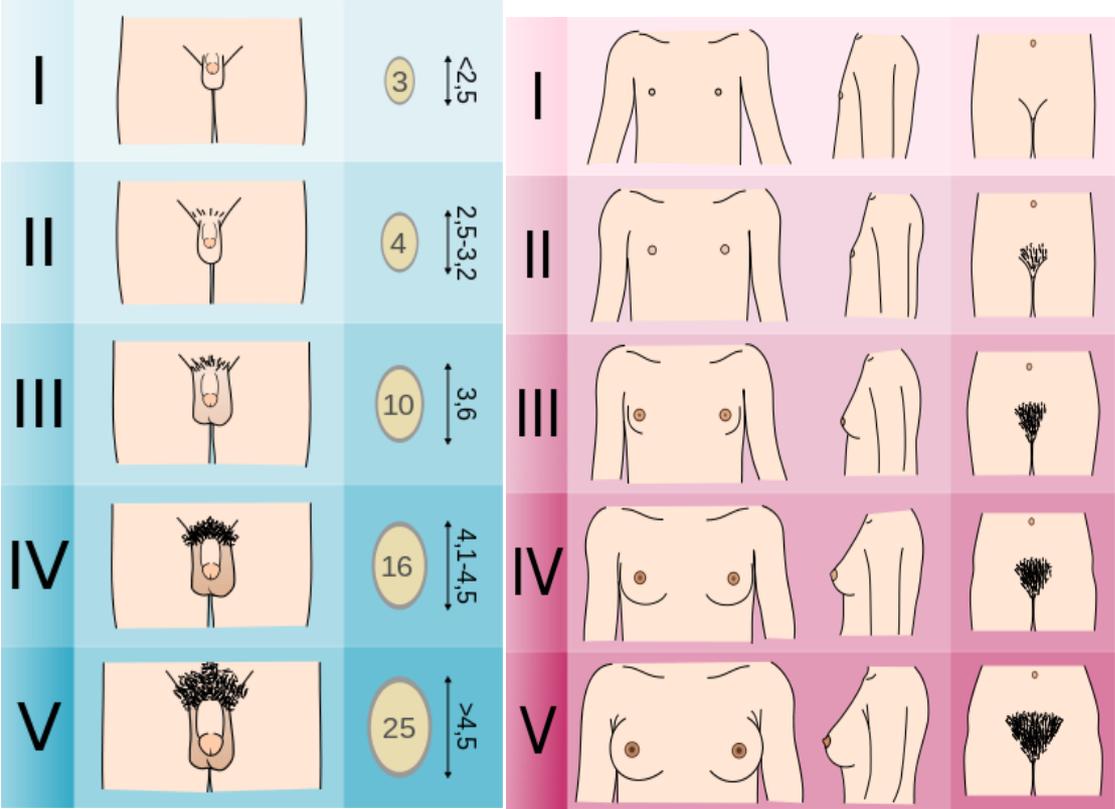
Firma del participante: \_\_\_\_\_

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

Firma del Investigador: Fecha: \_\_\_\_\_

He explicado la naturaleza y el propósito del estudio al padre/madre/tutor y participante mencionado

Anexo 3: Autoevaluación de estadio madurativo



Imágenes descriptivas de las escalas de Tanner

Anexo 4: Prueba de normalidad

		<b>PESO</b>	<b>TALLA</b>	<b>ISOM. DCHA</b>	<b>ISOM IZQ</b>	<b>V. 30 M</b>	<b>SALTO H.</b>	<b>VO<sub>2max</sub></b>
<b>Parámetros normales<sup>a,b</sup></b>	Media	50,1164	158,948	404,839	383,168	5,1324	1,6605	47,2508
	DS	10,75179	8,7022	92,9697	97,1631	,41231	,25649	6,21055
<b>Máximas diferencias extremas</b>	Absoluta	,069	,049	,060	,063	,067	,058	,089
	Positivo	,069	,047	,060	,063	,056	,058	,089
	Negativo	-,040	-,049	-,039	-,044	-,067	-,054	-,052
<b>Estadístico de prueba</b>		,069	,049	,060	,063	,067	,058	,089
<b>Sig. asintótica (bilateral)</b>		,082 <sup>c</sup>	,200 <sup>c,d</sup>	,200 <sup>c,d</sup>	,200 <sup>c,d</sup>	,200 <sup>c,d</sup>	,200 <sup>c,d</sup>	,013 <sup>c</sup>

		BMC SUB-TOTAL	BMD SUB-TOTAL	BMC COLUM-NA	BMC COLUM-NA	BMC COLUM-NA LUMBAR	BMD COLUM-NA LUMBAR	BMC PELVIS	BMD PELVIS	BMC PIERNA IZQUIER-DA	BMD PIERNA IZQUIER-DA	BMC PIERNA DERE-CHA	BMD PIERNA DERE-CHA
<b>Parámetros normales<sup>a,b</sup></b>	Media	1332,736	,88864	58,95135	,74158	41,42461	,85507	193,4960	1,01407	348,97569	1,09471	358,19823	1,10384
	DS	316,9902	,097030	17,04896	,107114	11,9752	,132455	56,92417	,156006	80,265438	,135002	86,800476	,141813
<b>Máximas diferencias extremas</b>	Absoluta	,057	,047	,075	,071	,081	,052	,067	,063	,050	,046	,056	,063
	Positivo	,057	,047	,075	,071	,081	,052	,067	,063	,050	,041	,056	,063
	Negativo	-,032	-,036	-,039	-,045	-,039	-,029	-,036	-,033	-,028	-,046	-,032	-,036
<b>Estadístico de prueba</b>		,057	,047	,075	,071	,081	,052	,067	,063	,050	,046	,056	,063
<b>Sig. asintótica (bilateral)</b>		,200 <sup>c,d</sup>	,200 <sup>c,d</sup>	,041 <sup>c</sup>	,068 <sup>c</sup>	,021 <sup>c</sup>	,200 <sup>c,d</sup>	,200 <sup>c,d</sup>	,200 <sup>c,d</sup>	,200 <sup>c,d</sup>	,200 <sup>c,d</sup>	,200 <sup>c,d</sup>	,200 <sup>c,d</sup>

		MASA GRASA PIERNA IZQ	MASA MAGRA PIERNA IZQ	MASA PIERNA IZQ	% GRASA PIERNA IZQ	MASA GRASA PIERNA DCHA	MASA MAGRA PIERNA DCHA	MASA PIERNA DCHA	% GRA-SA PIER-NA DCHA	SUBTOT. MASA GRASA	SUB-TOT. MASA MA-GRA	SUB-TOT. MASA	% GRA-SA SUB-TOT.
<b>Parámetros normales<sup>a,b</sup></b>	Media	2582,24822	6630,096	9212,344	27,58506	2699,01241	6799,45185	9498,46427	27,94555	10973,7465	34054,12	45027,86	23,7613
	DS	1054,4004	1458,7018	2056,652	7,613026	1109,51473	1481,07572	2120,63458	7,652832	5064,99094	7260,910	10425,55	7,16775
<b>Máximas diferencias extremas</b>	Absoluta	,092	,054	,058	,049	,097	,047	,063	,055	,107	,053	,067	,063
	Positivo	,092	,054	,058	,049	,097	,047	,063	,048	,107	,053	,067	,063
	Negativo	-,063	-,041	-,036	-,049	-,071	-,033	-,036	-,055	-,092	-,040	-,042	-,041
<b>Estadístico de prueba</b>		,092	,054	,058	,049	,097	,047	,063	,055	,107	,053	,067	,063
<b>Sig. (bilateral)</b>	<b>asintótica</b>	,004 <sup>c</sup>	,200 <sup>c,d</sup>	,200 <sup>c,d</sup>	,200 <sup>c,d</sup>	,002 <sup>c</sup>	,200 <sup>c,d</sup>	,200 <sup>c,d</sup>	,200 <sup>c,d</sup>	,000 <sup>c</sup>	,200 <sup>c,d</sup>	,200 <sup>c,d</sup>	,200 <sup>c,d</sup>

ANEXO 5: TABLAS

<b>Condición Física</b>				
	Controles		Futbolistas	
	Media	DS	Media	DS
<b>Extensión rodilla dcha</b>	388,62	115,17	410,19	84,36
<b>Extensión rodilla izq</b>	368,47	124,10	388,02	86,65
<b>Velocidad 30 m</b>	5,26	0,49	5,09	0,37
<b>Salto horizontal (m)</b>	1,58	0,30	1,69*	0,24
<b>VO<sub>2max</sub> (mL/kg/min)</b>	44,45	5,71	48,28**	6,10
<b>Composición Corporal</b>				
	Controles		Futbolistas	
	Media	DS	Media	DS
<b>Masa grasa pierna izq</b>	2898,88	1159,05	2454,38*	986,39
<b>Masa magra pierna izq</b>	6339,25	1527,34	6747,55	1420,73
<b>Masa pierna izq</b>	9238,13	2198,48	9201,93	2007,56
<b>% grasa pierna izq</b>	31,02	7,91	26,2**	7,07
<b>Masa grasa pierna dcha</b>	3033,96	1229,40	2563,74*	1033,02
<b>Masa magra pierna dcha</b>	6509,25	1567,31	6916,65	1435,98
<b>Masa pierna dcha</b>	9543,21	2294,35	9480,39	2057,74
<b>% grasa pierna dcha</b>	31,41	8,03	26,55**	7,07
<b>Masa grasa subtotal</b>	12224,17	5307,60	10468,77	4899,64
<b>Masa magra subtotal</b>	33337,59	7649,24	34343,49	7115,76
<b>Masa subtotal</b>	45561,76	10942,66	44812,26	10256,02
<b>% grasa subtotal</b>	26,36	7,12	22,71*	6,95
<b>Resultados óseos</b>				
	Controles		Futbolistas	
	Media	DS	Media	DS
<b>Área de la columna (cm<sup>2</sup>)</b>	80,65	16,29	77,46	13,33
<b>BMC columna (g)</b>	59,70	20,42	58,65	15,58
<b>BMD columna (g/cm<sup>2</sup>)</b>	0,72	0,12	0,75	0,10
<b>Área de la columna</b>	50,88	10,84	46,61**	7,62

<b>lumbar (cm<sup>2</sup>)</b>				
<b>BMC columna lumbar (g)</b>	43,30	14,53	40,67	10,76
<b>BMD columna lumbar (g/cm<sup>2</sup>)</b>	0,84	0,15	0,84	0,15
<b>Área de la pelvis (cm<sup>2</sup>)</b>	183,82	37,82	189,16	30,04
<b>BMC pelvis (g)</b>	185,69	64,39	196,65	53,63
<b>BMD pelvis (g/cm<sup>2</sup>)</b>	0,99	0,16	1,03	0,15
<b>Área de la pierna izq (cm<sup>2</sup>)</b>	314,58	48,92	315,73	38,50
<b>BMC pierna izq (g)</b>	331,05	92,17	356,22	74,19
<b>BMD pierna izq (g/cm<sup>2</sup>)</b>	1,04	0,15	1,12**	0,12
<b>Área de la pierna dcha (cm<sup>2</sup>)</b>	316,77	49,27	322,19	41,35
<b>BMC pierna dcha (g)</b>	336,27	94,78	367,05	82,19
<b>BMD pierna dcha (g/cm<sup>2</sup>)</b>	1,04	0,16	1,13**	0,13
<b>Área subtotal (cm<sup>2</sup>)</b>	1471,74	227,66	1484,66	201,04
<b>BMC subtotal (g)</b>	1285,31	353,81	1351,89	300,56
<b>BMD subtotal (g/cm<sup>2</sup>)</b>	0,86	0,11	0,90*	0,09
<b>P&lt;0,05 → *</b>				
<b>P&lt;0,01 → **</b>				

*Tabla 1: Comparación de medias entre futbolistas y controles*

Anexo 6: Tablas de correlaciones

	SUBTOT AREA (cm <sup>2</sup> )	SUBTOT BMC (g)	SUBTOT BMD (g/cm <sup>2</sup> )	Área pierna izq (cm <sup>2</sup> )	BMC pierna izq (g)	BMD pierna izq (g/cm <sup>2</sup> )	Área pierna dcha (cm <sup>2</sup> )	BMC pierna dcha (g)	BMD pierna dcha (g/cm <sup>2</sup> )
Extensión rodilla dcha	,630**	,657**	,630**	,527**	,616**	,603**	,603**	,666**	,621**
Extensión rodilla izq	,622**	,640**	,617**	,538**	,629**	,621**	,572**	,628**	,599**
Velocidad 30 m	-,340**	-,418**	-,490**	-,346**	-,440**	-,471**	-,404**	-,470**	-,472**
Salto horizontal (m)	,323**	,383**	,459**	,352**	,413**	,431**	,389**	,436**	,440**
VO <sub>2max</sub> (mL/kg/min)	-,091	,008	,134	,012	,093	,157	,020	,091	,149
*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).									
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).									

Tabla 3: Correlación pruebas físicas-resultados óseos

	SUBTOT AREA (cm <sup>2</sup> )	SUBTOT BMC (g)	SUBTOT BMD (g/cm <sup>2</sup> )	Área pierna izq (cm <sup>2</sup> )	BMC pierna izq (g)	BMD pierna izq (g/cm <sup>2</sup> )	Área pierna dcha (cm <sup>2</sup> )	BMC pierna dcha (g)	BMD pierna dcha (g/cm <sup>2</sup> )
Extensión rodilla dcha	,707**	,708**	,679**	,732**	,756**	,673**	,702**	,710**	,660**
Extensión rodilla izq	,597*	,617*	,631*	,631*	,685**	,659**	,606*	,622*	,605*
Velocidad 30 m	-,302	-,369	-,414	-,323	-,357	-,334	-,381	-,411	-,380
Salto horizontal (m)	,394	,440	,480*	,414	,498*	,517*	,409	,494*	,524*
VO <sub>2max</sub> (mL/kg/min)	-,502*	-,466	-,387	-,438	-,439	-,381	-,506*	-,428	-,302

Tabla 4: Correlación pruebas físicas-resultados óseos en controles de sexo femenino

	SUBTOT AREA (cm <sup>2</sup> )	SUBTOT BMC (g)	SUBTOT BMD (g/cm <sup>2</sup> )	Área pierna izq (cm <sup>2</sup> )	BMC pierna izq (g)	BMD pierna izq (g/cm <sup>2</sup> )	Área pierna dcha (cm <sup>2</sup> )	BMC pierna dcha (g)	BMD pierna dcha (g/cm <sup>2</sup> )
Extensión rodilla dcha	,719**	,743**	,698**	,596*	,648**	,583*	,799**	,846**	,724**
Extensión rodilla izq	,778**	,823**	,800**	,682**	,807**	,762**	,716**	,855**	,824**
Velocidad 30 m	-,562*	-,661**	-,763**	-,428	-,609**	-,712**	-,503*	-,686**	-,753**
Salto horizontal (m)	,469	,535*	,626**	,404	,484*	,503*	,470	,564*	,575*
VO <sub>2max</sub> (mL/kg/min)	-,059	,069	,234	-,101	,055	,234	-,096	,066	,209

Tabla 5: Correlación pruebas físicas-resultados óseos en controles de sexo masculino

	SUBTOT AREA (cm <sup>2</sup> )	SUBTOT BMC (g)	SUBTOT BMD (g/cm <sup>2</sup> )	Área pierna izq (cm <sup>2</sup> )	BMC pierna izq (g)	BMD pierna izq (g/cm <sup>2</sup> )	Área pierna dcha (cm <sup>2</sup> )	BMC pierna dcha (g)	BMD pierna dcha (g/cm <sup>2</sup> )
Extensión rodilla dcha	,550**	,602**	,581**	,417*	,548**	,555**	,513**	,600**	,527**
Extensión rodilla izq	,484**	,513**	,471**	,356*	,482**	,490**	,416*	,495**	,444**
Velocidad 30 m	,065	,103	,137	,053	,114	,158	,063	,082	,088
Salto horizontal (m)	,188	,158	,131	,172	,148	,105	,115	,138	,142
VO <sub>2max</sub> (mL/kg/min)	-,217	-,179	-,101	-,151	-,092	,011	-,225	-,100	,104

Tabla 6: Correlación pruebas físicas-resultados óseos en futbolistas de sexo femenino

	SUBTOT AREA (cm <sup>2</sup> )	SUBTOT BMC (g)	SUBTOT BMD (g/cm <sup>2</sup> )	Área pierna izq (cm <sup>2</sup> )	BMC pierna izq (g)	BMD pierna izq (g/cm <sup>2</sup> )	Área pierna dcha (cm <sup>2</sup> )	BMC pierna dcha (g)	BMD pierna dcha (g/cm <sup>2</sup> )
Extensión rodilla dcha	,648**	,656**	,602**	,556**	,616**	,591**	,602**	,647**	,597**
Extensión rodilla izq	,671**	,658**	,592**	,613**	,639**	,593**	,633**	,635**	,565**
Velocidad 30 m	-,346**	-,409**	-,474**	-,322**	-,406**	-,456**	-,390**	-,412**	-,407**
Salto horizontal (m)	,309*	,363**	,454**	,283*	,352**	,422**	,351**	,365**	,380**
VO <sub>2max</sub> (mL/kg/min)	-,104	-,035	,064	-,074	-,021	,034	-,039	-,030	-,012

Tabla 7: Correlación pruebas físicas-resultados óseos en futbolistas de sexo masculino

	Masa grasa pierna izq	Masa magra pierna izq	Masa pierna izq	% grasa pierna izq	Masa grasa pierna dcha	Masa magra pierna dcha	Masa pierna dcha	% grasa pierna dcha
Extensión rodilla dcha	,490	,761**	,679**	,153	,509	,736**	,676**	,146
Extensión rodilla izq	,470	,662**	,615*	,205	,484	,642**	,611*	,186
Velocidad 30 m	,282	-,353	-,062	,545*	,227	-,372	-,112	,556*
Salto horizontal (m)	,008	,566*	,338	-,387	,061	,484*	,321	-,318
VO <sub>2max</sub> (mL/kg/min)	-,647**	-,316	-,521*	-,559*	-,682**	-,368	-,557*	-,585*

Tabla 8: Correlación pruebas físicas-masa magra y grasa en controles de sexo femenino

	Masa grasa pierna izq	Masa magra pierna izq	Masa pierna izq	% grasa pierna izq	Masa grasa pierna dcha	Masa magra pierna dcha	Masa pierna dcha	% grasa pierna dcha
Extensión rodilla dcha	,079	,694**	,513*	-,293	,139	,781**	,603*	-,273
Extensión rodilla izq	,265	,866**	,734**	-,187	,282	,851**	,733**	-,160
Velocidad 30 m	,338	-,584*	-,245	,729**	,328	-,645**	-,290	,742**
Salto horizontal (m)	-,400	,492*	,148	-,746**	-,399	,564*	,196	-,775**
VO <sub>2max</sub> (mL/kg/min)	-,760**	-,040	-,413	-,772**	-,779**	,009	-,396	-,794**

Tabla 9: Correlación pruebas físicas-masa magra y grasa en controles de sexo masculino

	Masa grasa pierna izq	Masa magra pierna izq	Masa pierna izq	% grasa pierna izq	Masa grasa pierna dcha	Masa magra pierna dcha	Masa pierna dcha	% grasa pierna dcha
Extensión rodilla dcha	,376*	,586**	,534**	,062	,371*	,646**	,571**	,034
Extensión rodilla izq	,400*	,552**	,525**	,109	,389*	,551**	,524**	,109
Velocidad 30 m	,407*	,119	,273	,396*	,414*	,096	,275	,409*
Salto horizontal (m)	-,166	,108	-,018	-,281	-,173	,176	,012	-,314
VO <sub>2max</sub> (mL/kg/min)	-,343	-,189	-,283	-,285	-,365*	-,156	-,284	-,329

Tabla 10: Correlación pruebas físicas-masa magra y grasa en futbolistas de sexo femenino

	Masa grasa pierna izq	Masa magra pierna izq	Masa pierna izq	% grasa pierna izq	Masa grasa pierna dcha	Masa magra pierna dcha	Masa pierna dcha	% grasa pierna dcha
Extensión rodilla dcha	,469**	,686**	,716**	0,117	,439**	,723**	,725**	0,064
Extensión rodilla izq	,428**	,694**	,704**	0,086	,404**	,696**	,689**	0,049
Velocidad 30 m	,386**	-,400**	-0,128	,667**	,386**	-,354**	-0,093	,671**
Salto horizontal (m)	-,389**	,352**	0,092	-,637**	-,399**	,333**	0,071	-,662**
VO <sub>2</sub> max (mL/kg/min)	-,529**	-,039	-,259*	-,511**	-,531**	-,086	-,290*	-,509**

Tabla 11: Correlación pruebas físicas-masa magra y grasa en futbolistas de sexo masculino

	Área pierna izq (cm <sup>2</sup> )	BMC pierna izq (g)	BMD pierna izq (g/cm <sup>2</sup> )	Área pierna dcha (cm <sup>2</sup> )	BMC pierna dcha (g)	BMD pierna dcha (g/cm <sup>2</sup> )
Masa grasa pierna izq	,383**	,309**	,184*	,389**	,315**	,192*
Masa magra pierna izq	,880**	,928**	,803**	,871**	,914**	,809**
Masa pierna izq	,821**	,817**	,664**	,817**	,810**	,672**
% grasa pierna izq	-,106	-,203*	-,263**	-,093	-,190*	-,260**
Masa grasa pierna dcha	,372**	,301**	,179*	,393**	,318**	,189*
Masa magra pierna dcha	,877**	,913**	,785**	,889**	,926**	,813**
Masa pierna dcha	,807**	,795**	,642**	,827**	,813**	,667**
% grasa pierna dcha	-,114	-,205*	-,262**	-,098	-,196*	-,270**

Tabla 12: Correlación resultados óseos-masa magra y grasa

	Área pierna izq (cm <sup>2</sup> )	BMC pierna izq (g)	BMD pierna izq (g/cm <sup>2</sup> )	Área pierna dcha (cm <sup>2</sup> )	BMC pierna dcha (g)	BMD pierna dcha (g/cm <sup>2</sup> )
Masa grasa pierna izq	,627**	,654**	,629**	,652**	,660**	,617**
Masa magra pierna izq	,900**	,911**	,830**	,875**	,908**	,855**
Masa pierna izq	,840**	,861**	,802**	,840**	,863**	,810**
% grasa pierna izq	,181	,206	,234	,230	,213	,199
Masa grasa pierna dcha	,651**	,674**	,640**	,687**	,686**	,628**
Masa magra pierna dcha	,916**	,905**	,803**	,898**	,913**	,839**
Masa pierna dcha	,860**	,865**	,789**	,868**	,876**	,804**
% grasa pierna dcha	,167	,197	,229	,226	,204	,184

Tabla 13: Correlación resultados óseos-masa magra y grasa en controles de sexo femenino

	Área pierna izq (cm <sup>2</sup> )	BMC pierna izq (g)	BMD pierna izq (g/cm <sup>2</sup> )	Área pierna dcha (cm <sup>2</sup> )	BMC pierna dcha (g)	BMD pierna dcha (g/cm <sup>2</sup> )
Masa grasa pierna izq	,315	,121	-,108	,314	,149	-,035
Masa magra pierna izq	,912**	,950**	,800**	,846**	,920**	,843**
Masa pierna izq	,826**	,748**	,515*	,779**	,742**	,586**
% grasa pierna izq	-,229	-,435*	-,569**	-,188	-,384	-,518*
Masa grasa pierna dcha	,303	,111	-,117	,340	,175	-,023
Masa magra pierna dcha	,890**	,925**	,778**	,885**	,955**	,861**
Masa pierna dcha	,804**	,720**	,487*	,821**	,778**	,598**
% grasa pierna dcha	-0,22	-0,41	-,550**	-0,17	-0,36	-,504*

Tabla 14: Correlación resultados óseos-masa magra y grasa en controles de sexo masculino

	Área pierna izq (cm <sup>2</sup> )	BMC pierna izq (g)	BMD pierna izq (g/cm <sup>2</sup> )	Área pierna dcha (cm <sup>2</sup> )	BMC pierna dcha (g)	BMD pierna dcha (g/cm <sup>2</sup> )
Masa grasa pierna izq	,703**	,745**	,579**	,735**	,713**	,505**
Masa magra pierna izq	,793**	,897**	,763**	,759**	,834**	,710**
Masa pierna izq	,817**	,899**	,739**	,813**	,846**	,671**
% grasa pierna izq	,378*	,336	,197	,442*	,342	,147
Masa grasa pierna dcha	,666**	,716**	,570**	,720**	,701**	,501**
Masa magra pierna dcha	,816**	,913**	,780**	,796**	,884**	,772**
Masa pierna dcha	,822**	,905**	,752**	,838**	,881**	,712**
% grasa pierna dcha	,317	,298	,192	,396*	,300	,114

Tabla 15: Correlación resultados óseos-masa magra y grasa en futbolistas de sexo femenino

	Área pierna izq (cm <sup>2</sup> )	BMC pierna izq (g)	BMD pierna izq (g/cm <sup>2</sup> )	Área pierna dcha (cm <sup>2</sup> )	BMC pierna dcha (g)	BMD pierna dcha (g/cm <sup>2</sup> )
Masa grasa pierna izq	,409**	,328**	0,196	,402**	,344**	0,224
Masa magra pierna izq	,902**	,934**	,837**	,905**	,930**	,822**
Masa pierna izq	,848**	,834**	,703**	,847**	,838**	,705**
% grasa pierna izq	-0,081	-0,174	-,254*	-0,094	-0,163	-0,226
Masa grasa pierna dcha	,414**	,333**	0,196	,415**	,353**	0,223
Masa magra pierna dcha	,892**	,910**	,807**	,912**	,927**	,812**
Masa pierna dcha	,836**	,813**	,675**	,851**	,834**	,691**
% grasa pierna dcha	-0,077	-0,169	-,254*	-0,091	-0,167	-,242*

Tabla 16: Correlación resultados óseos-masa magra y grasa en controles de sexo masculino

