



**ESCUELA
DE ENFERMERÍA
Y FISIOTERAPIA**



Grado en Fisioterapia

Trabajo Fin de Máster

***Valores normativos de fuerza isométrica
máxima y ratio agonista antagonista de
los aductores de cadera en futbolistas
de élite.***

Alumno: Javier Torrijos Mediavilla

Tutor: Ricardo Blanco Méndez

Madrid, abril de 2020

Tabla de contenidos

Tabla de contenidos	1
Índice de Imágenes	2
Índice de Tablas.....	3
Índice de Gráficos.....	5
Glosario de Abreviaturas.....	5
Resumen.....	7
Abstract	8
Antecedentes y estado actual.....	9
Objetivos	15
Metodología.....	16
Diseño.....	16
Sujetos de estudio.....	16
Variables.....	17
Procedimiento de recogida de datos	20
Cronograma.....	21
Recogida y análisis de datos.....	22
Consideraciones éticas	23
Resultados.....	24
Estadística Descriptiva.....	25
Variables Independientes.....	25
Variables Dependientes respecto a Independientes	28
Variables Dependientes	32
Estadística Inferencial	35
Discusión	51
Conclusiones	55
Bibliografía	56
Anexos.....	60

Índice de Imágenes

Imagen 1. Fases del golpeo de balón en el fútbol, según la pierna de golpeo: A. despegue de dedos, B. extensión máxima de cadera, C. máxima flexión de la rodilla, D. impacto con el balón, E. extensión máxima de la rodilla. Fuente: elaboración propia.....	11
Imagen 2. Goniómetro Digital Preciva, utilizado para la colocación de los sujetos durante la toma de datos.....	18
Imagen 3. Dinamómetro de la marca Chronojump Bosco System® utilizado para la recogida de los datos de fuerza.	18
Imagen 4. Colocación del dinamómetro y los sujetos para la realización de ambos test de fuerza (ADD y ABD de cadera). Fuente: elaboración propia.	19
Imagen 5. Protocolo de calentamiento previo a las mediciones. A.1 y A.2 Sentadilla. B.1 y B.2 Zancada. C.1 y C.2 ADD con aro entre las rodillas. D.1 y D.2 ABD con goma sobre las rodillas.	21
Imagen 6. Diagrama de flujo del reclutamiento de sujetos de estudio.	24

Índice de Tablas

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión de los sujetos de estudio.....	16
Tabla 2. Variables dependientes e independientes obtenidas para el estudio.	20
Tabla 3. Protocolo de calentamiento previo a las mediciones	20
Tabla 4. Cronograma en el que se llevó a cabo el estudio.	21
Tabla 5. Datos descriptivos de la variable Edad	25
Tabla 6. Frecuencia y porcentaje de cada una de las posiciones seleccionadas para el estudio.	26
Tabla 7. Porcentaje y frecuencia de sujetos compitiendo en cada una de las categorías.	26
Tabla 8. Estadísticos descriptivos de la variable IMC.	27
Tabla 9. Estadísticos descriptivos de los valores medios de fuerza isométrica máxima voluntaria de la ADD según la posición de juego.	29
Tabla 10. estadísticos descriptivos de los valores medios de fuerza isométrica máxima voluntaria de la ADD según la categoría de competición.	29
Tabla 11. Estadísticos descriptivos del ratio ADD:ABD de cadera según la posición de juego.	31
Tabla 12. Estadísticos descriptivos del ratio de ADD:ABD de cadera en cada una de las categorías de competición.	31
Tabla 13. Estadísticos descriptivos (media y desviación estándar) de los v alores normativos de la fuerza isométrica máxima voluntaria de los aductores de cadera. ...	32
Tabla 14. Estadísticos descriptivos (media y desviación estándar) de los valores normativos del ratio ADD:ABD de los aductores de cadera.....	33
Tabla 15. Pruebas de normalidad de la aducción de cadera.....	35
Tabla 16. Pruebas de normalidad de la edad.	36
Tabla 17. Correlación de Spearman entre la fuerza isométrica máxima de los ADD de cadera y la edad.....	38
Tabla 18. Pruebas de homogeneidad de varianzas de los datos de aducción de cadera y la posición en el terreno de juego mediante el test de Levene.	39
Tabla 19. Test estadístico de ANOVA de un factor de la fuerza máxima isométrica de ADD y la posición en el terreno de juego.	39

Tabla 20. Pruebas de homogeneidad de varianzas de los datos de aducción de cadera y la categoría de competición mediante el test de Levene	40
Tabla 21. Test estadístico de ANOVA de un factor de la fuerza máxima isométrica de ADD y la categoría de competición.	41
Tabla 22. Prueba Post-Hoc de Scheffe entre la categoría de competición y la fuerza máxima isométrica de ADD.	41
Tabla 23. Pruebas de normalidad de distribución de los datos de índice de masa corporal.	42
Tabla 24. Correlación de Spearman entre la fuerza isométrica máxima de los ADD de cadera y el IMC de los sujetos de estudio.	43
Tabla 25. Datos descriptivos obtenidos del ratio de los ADD:ABD de cadera.	44
Tabla 26. Pruebas de normalidad de distribución de los datos del ratio ADD:ABD de cadera.	44
Tabla 27. Correlación de Spearman entre el ratio ADD:ABD y la edad de los sujetos de estudio.	46
Tabla 28. Prueba de homogeneidad de varianzas obtenido de las variables de ratio ADD:ABD de cadera y la posición en el terreno de juego mediante el test de Levene.	47
Tabla 29. ANOVA de un factor del ratio ADD:ABD en cada posición de juego	47
Tabla 30. Prueba de homogeneidad de varianzas obtenido de las variables de ratio ADD:ABD de cadera y las categorías de competición mediante el test de Levene.	48
Tabla 31. Prueba estadística de ANOVA de un factor del ratios ADD:ABD y las diferentes categorías de competición.	48
Tabla 32. Correlación de Spearman entre el ratio ADD:ABD de cadera y el IMC de los sujetos del estudio.....	49

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Porcentaje de lesiones musculares sufridas en la cantera del Rayo Vallecano durante la temporada 2018/2019. Los porcentajes se obtuvieron de un total de 53 lesiones musculares.....	10
Gráfico 2. Frecuencia de los datos de la variable Edad.....	25
Gráfico 3. Porcentajes de cada una de las posiciones seleccionadas para el estudio. ...	26
Gráfico 4. Porcentaje de sujetos compitiendo en cada una de las categorías.	27
Gráfico 5. Frecuencias de cada valor de IMC obtenido.....	28
Gráfico 6. Nube de puntos de la correlación entre la fuerza máxima de ADD y la edad.	28
Gráfico 7. Nube de puntos entre la fuerza isométrica máxima voluntaria de ADD y el IMC de los sujetos.	30
Gráfico 8. Nube de puntos entre el ratio ADD:ABD de cadera y la edad.....	30
Gráfico 9. Nube de puntos entre el ratio de ADD:ABD y el IMC de los sujetos.	32
Gráfico 10. Valores de la fuerza máxima isométrica de los ADD de cadera de los futbolistas juveniles incluidos en el estudio.....	33
Gráfico 11. Valores obtenidos en el ratio ADD:ABD de cadera de los futbolistas juveniles incluidos en el estudio.....	34
Gráfico 12. Frecuencia de los datos de ADD máxima de cadera con la curva de normalidad.	36
Gráfico 13. Frecuencias obtenidas en cada una de las edades de estudio con la curva de normalidad de los datos.	37
Gráfico 14. Valores de la fuerza isométrica máxima de los ADD según las diferentes posiciones de juego.	40
Gráfico 15. Diagrama de cajas de la fuerza máxima ejercida en la ADD de cadera en cada una de las categorías de competición.	42
Gráfico 16. Frecuencia de los diferentes valores del ratio ADD:ABD obtenidos junto con la curva de normalidad.....	45
Gráfico 17. Ratio ADD:ABD obtenido según la posición de los jugadores.	47
Gráfico 18. Nube de puntos entre el ratio ADD:ABD y el IMC de los sujetos de estudio.	50

Glosario de Abreviaturas

Fmáx: Máxima fuerza isométrica voluntaria

Ratio ADD:ABD: Ratio de fuerza isométrica máxima entre los aductores y los abductores de cadera

ADD: Aducción

ABD: Abducción

N: Newtons

IMC: Índice de Masa Corporal

A: Autonómica

NA: Nacional

DH: División de Honor

PO: Portero

DEF: Central

LAT: Lateral

EX: Extremo

DC: Delantero

COV: Coeficiente de Variación

SD: Desviación Estándar

\bar{X} : Media

Resumen

Las lesiones de aductores son un problema actual en deportes como el fútbol. Los test de fuerza se usan para valorar diferentes parámetros y monitorizar a los deportistas. En este estudio el objetivo principal era establecer valores normativos de la fuerza máxima isométrica voluntaria de los aductores de cadera y establecer el ratio normativo de fuerza isométrica máxima entre los aductores y los abductores de cadera en futbolistas de élite juveniles.

Los objetivos secundarios que se plantearon eran correlacionar cada una de estas dos variables con la edad, la posición de juego, la categoría de competición y el índice de masa corporal. Para ello se llevó a cabo un estudio observacional con los juveniles de la cantera de un equipo de la segunda división española de fútbol.

Los valores establecidos de fuerza isométrica máxima de los aductores fueron $439,09 \pm 84,54$ Newtons y el ratio ADD:ABD establecido fue de $0,9 \pm 0,2$.

Estos datos se podrán utilizar en la monitorización de futbolistas de élite juveniles para disminuir el riesgo lesional de los aductores de cadera tanto por la existencia de debilidad en dicha musculatura como por desequilibrios musculares entre agonistas y antagonistas. Asimismo, los datos son de gran interés para los servicios médicos de los clubes con vistas a dar el alta tras una lesión o incluso monitorizar la fatiga a lo largo de la temporada, pero debemos tener claro que no debe usarse como único factor para la toma de estas decisiones.

Abstract

Groin injuries are a current problem in many sports such as football (soccer). Strength tests are used to assess and monitor athletes. The main objective of our study was to establish normative values of the maximal isometric hip adductor strength and establish agonist/antagonist hip adductor ratios in youth elite football players.

Secondary to this we wanted to correlate each of these two variables with the age, the playing position, the level of competition and the body mass index. We conducted an observational study with the U-17s-U19s of a second division team's academy in Spain.

We found the normal values of the hip adductor muscles strength to be at $439,09 \pm 84,54$ Newtons and the normal hip adduction to abduction ratios at $0,9 \pm 0,2$.

These data can now be used to monitor youth elite football players to lower the incidence of groin injuries due to muscle deficits and to muscle imbalances between the agonist and antagonist muscles. In that way the values obtained in this study are remarkably valuable for the medical staff in order to medically discharge players and allow them to return to training, and to monitor fatigue throughout the season, but it must be clear that we cannot use strength as an individual factor in the return to sport decision making process.

Antecedentes y estado actual

Las lesiones de los futbolistas juveniles de élite están cobrando cada vez más importancia. Estas se pueden alargar, incluso hasta el punto de interrumpir por completo la práctica deportiva, teniendo un gran impacto psicológico sobre el deportista e influyendo en gran medida en su desarrollo como futbolista profesional (1), traduciéndose en un impacto económico muy importante para los clubes profesionales. Por lo tanto, es de primordial importancia que las canteras profesionales tengan estos aspectos en cuenta acerca de la salud y el bienestar de sus jugadores, mediante la identificación temprana de los factores de riesgo que pueden estar limitando el desarrollo correcto del deportista. Esto se podrá conseguir con la implementación de diferentes valoraciones de los parámetros de fuerza y ratios entre musculatura agonista y antagonista como se propone en este estudio.

Las demandas del fútbol de élite en la actualidad son más altas que nunca. La distancia media recorrida durante un partido de fútbol oscila entre los 10-11km, con algunos jugadores alcanzando incluso los 14km a lo largo de los 90 minutos que dura un partido, de los cuales casi un cuarto se recorren a altas intensidades de carrera (2). Cada vez el juego es más rápido e incluso más agresivo (3). Esta alta demanda en los partidos de fútbol, junto con una mala recuperación del deportista puede provocar lesiones, siendo esta la causa más habitual de perder un entrenamiento y/o partido, pudiendo llegar a tener una influencia importante en los resultados del equipo a lo largo de la temporada si se lesionan los jugadores más importantes de la plantilla (4,5).

La musculatura aductora de cadera no se libra del riesgo de lesión que conllevan las altas demandas del fútbol (6). Jones A, et al. (7) estudiaron 473 lesiones durante la temporada 2015-2016 en la liga de fútbol profesional inglesa, de las cuales las lesiones musculares supusieron un 41,2%(CI 36,8%-45,7%, 195/473), liderando la lista epidemiológica la musculatura isquiosural 39,5% (CI 32,9%-46,4%), seguido por la musculatura aductora de cadera con un 25% (CI 20%-32,2%), es decir entre 1 y 1,1 cada 1000 horas de exposición en esta última (8), coincidiendo con los datos recopilados por Ekstrand J, et al. (9) y los datos recopilados por el autor de este estudio (J.T.) en la cantera del Rayo Vallecano de Madrid S.A.D. durante la temporada 2018-2019, donde se recogieron 116

lesiones, como podemos observar en el *Gráfico 1*. El 45,7% de estas lesiones (n=53) fueron musculares, dividiéndose en un 30,9% de la musculatura isquiosural; un 28,6% en la musculatura aductora de cadera y un 23,8% en la musculatura del cuádriceps. Aun así, las lesiones de cadera y de la musculatura aductora son de inicio insidioso, y pueden fluctuar en el tiempo (10), por lo que no todas serán registradas en estudios, ya que en la mayoría sólo se incluyen deportistas lesionados, definiendo lesión como deportista que no puede participar en un entrenamiento completo o en un partido.

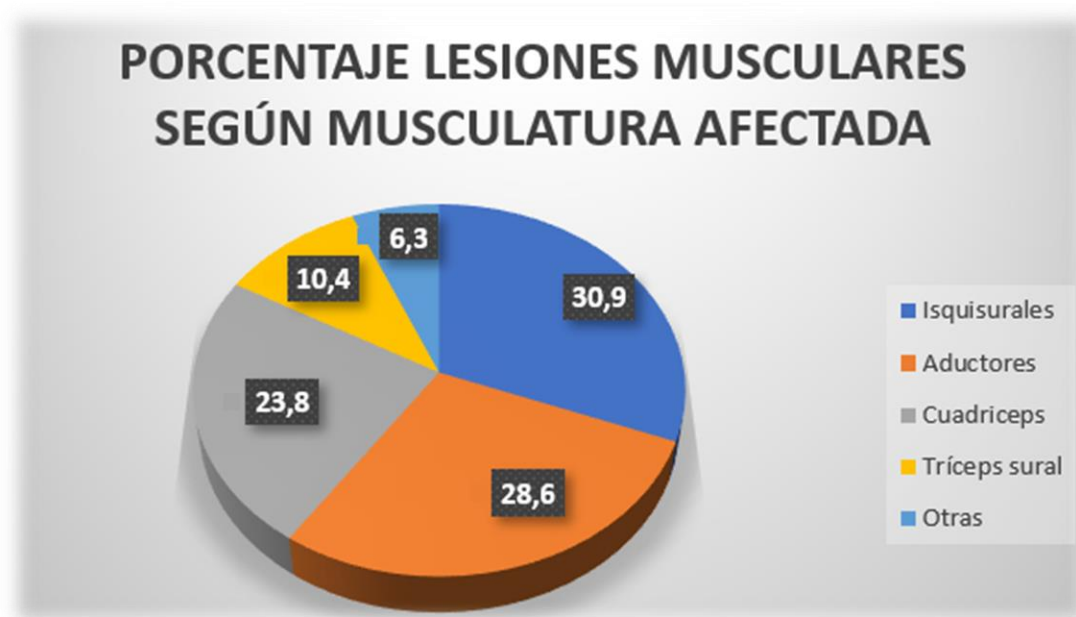


Gráfico 1. Porcentaje de lesiones musculares sufridas en la cantera del Rayo Vallecano durante la temporada 2018/2019. Los porcentajes se obtuvieron de un total de 53 lesiones musculares. Fuente: elaboración propia.

Según la evidencia publicada, las lesiones musculares agudas de la musculatura aductora de cadera suelen ocurrir durante el golpeo (24%), los cambios de dirección (24%), en los alcances o estiramientos bruscos de la musculatura, sprints (11%), saltos (10%), entradas (10%) o en resbalones (3%) entre otras (11). Como se ha puesto de manifiesto en este tipo de acciones, la lesión de la musculatura aductora se presenta generalmente cuando hay una fuerte contracción durante un rápido estiramiento muscular (12), es decir, en el momento en el que se produce el cambio de una acción excéntrica y pasa a ser una contracción concéntrica.

En el fútbol se emplean una gran cantidad de habilidades para rendir al máximo nivel, pero si hubiera que elegir una, sería sin lugar a duda el golpeo al balón (13) ya que puede llegar a determinar la eficiencia en ataque y por lo tanto el resultado del partido (14). Para un buen rendimiento durante el golpeo de fútbol (velocidad y puntería), es muy importante una rápida flexo-extensión de la rodilla (13).

Las fases del golpeo en la pierna que golpea son el despegue de dedos, la extensión máxima de cadera, máxima flexión de la rodilla, impacto con el balón y la extensión máxima de la rodilla (13) como podemos observar en la *Imagen 1*.



Imagen 1. Fases del golpeo de balón en el fútbol, según la pierna de golpeo: A. despegue de dedos, B. extensión máxima de cadera, C. máxima flexión de la rodilla, D. impacto con el balón, E. extensión máxima de la rodilla. Fuente: elaboración propia.

Durante la fase preparatoria del golpeo hay un estiramiento claro de la musculatura extensora de rodilla, seguido de manera inmediata por un rápido acortamiento en la fase de ejecución. Este ciclo de estiramiento-acortamiento que se produce en la musculatura extensora de rodilla, logra imprimir más velocidad a la pierna para que impacte con más fuerza en el balón (15).

La activación muscular del aductor mayor de la pierna de golpeo cuando la velocidad que se imprime al balón aumenta, es mayor en el golpeo de empeine pero no en el

golpeo de interior (13). La activación muscular tanto del aductor mayor como del aductor largo de la pierna de apoyo es superior a medida que el balón coge más velocidad en los golpes de interior y de empeine (13). Otros dos músculos de la pierna de apoyo se activan en mayor medida cuando la velocidad a la que sale el balón es más alta, de manera que hay una contracción mayor del vasto lateral del cuádriceps en el golpeo de empeine, mientras que la activación muscular del bíceps femoral es mayor cuando el golpeo se realiza con el interior del pie (13).

El pico de activación máxima del aductor largo sucede inmediatamente después del máximo estiramiento del mismo (máxima flexión de rodilla de la pierna de golpeo), que es el momento en el que el músculo pasa de una contracción excéntrica para frenar la extensión de cadera, a una contracción concéntrica para ejercer fuerza en el golpeo del balón. El pico máximo de activación y la máxima tasa de estiramiento del músculo aductor largo es alrededor del $41,5 \pm 3,5\%$ del ciclo de golpeo, pero sigue en riesgo hasta que alcanza su pico máximo de estiramiento justo antes de lograr la máxima abducción, que es sobre el $64,2 \pm 9,6\%$ del ciclo (16).

La mayoría de los estudios que analizan la biomecánica del golpeo se han centrado en la pierna que realiza el golpeo al balón y no tantos han estudiado la pierna de apoyo. Sin embargo, la pierna de apoyo tiene una labor fundamental en el momento de resistir todas las fuerzas externas, que pueden llegar a duplicar el peso corporal del deportista, estabilizando el cuerpo y permitiendo la transferencia de energía mecánica al segmento proximal (15). Por lo tanto, Inoue K, et al. (15) sacan las siguientes conclusiones de su estudio:

1. Tras el contacto de la pierna de apoyo con el suelo, se produce una inmediata extensión del tobillo, movimientos de inversión/eversión de tobillo y una rotación externa de la cadera debido a las fuerzas reactivas del propio impacto.
2. Los momentos de fuerza que se generan en los distintos segmentos no son positivos, lo que en realidad les atribuye un rol de absorción de fuerzas.
3. En el momento del impacto se generan momentos de extensión que fomentan una mayor aceleración de la pierna oscilante.
4. El momento de interacción debido a las fuerzas de reacción de la cadera de la pierna de apoyo es el principal factor que provoca la rotación antihoraria de la

pelvis precedente a la secuencia próximo-distal de los segmentos de la pierna oscilante.

Los cambios de dirección a altas velocidades de carrera son importantes en una gran cantidad de deportes de equipo para engañar al rival y sacarle ventaja en las diferentes acciones del juego (17). Para realizarlos es necesario aplicar una serie de ajustes corporales para frenar mediante una fuerza excéntrica y redireccionar el cuerpo mediante una fuerza concéntrica, separando el centro de gravedad del centro de presión (17,18). La coordinación intersegmentaria es intrínseca de cada individuo y crítica para controlar el cambio de dirección, pudiendo lesionar tejidos, provocando una carga superior que podría sobrepasar la capacidad de tolerancia del tejido si el deportista no tiene un buen control motor de la situación (18). Para que un cambio de dirección sea efectivo y consiga el objetivo son necesarias tanto una buena fuerza y potencia del miembro inferior, como una adecuada velocidad de esprint (17) y una correcta técnica de ejecución (19).

Para poder realizar un programa preventivo que resulte efectivo, es imprescindible conocer los factores principales que contribuyen a una lesión. Parece que las lesiones musculares previas en un músculo, es uno de los factores de riesgo que más eleva la probabilidad de sufrir una lesión posterior en ese mismo músculo, aumentando el riesgo en más del doble (8,20). La disminución de la fuerza de los aductores es otro de los factores de riesgo (21) más significantes en atletas adolescentes al desarrollar dolor en la zona inguinal o una lesión muscular de los aductores de cadera, aumentando el riesgo hasta 4 veces (8,20,22,23). Estos datos recalcan la importancia de detectar posibles déficits de fuerza de la musculatura, y una descompensación del ratio de fuerza isométrica máxima entre los aductores y los abductores de cadera (ratio ADD:ABD) en los deportistas (6). El ratio ADD:ABD en futbolistas es de aproximadamente 1,05, considerando al deportista en riesgo si el ratio es inferior a 0,8 (24), multiplicando el riesgo de lesión de los aductores 17 veces (25), es decir 1 de cada 3,75 sujetos (20). Otros estudios más exigentes marcan la barrera entre los deportistas sanos y los que muestran un déficit de fuerza a partir de un ratio igual o superior a 0,9 (21,23,26,27). Engebretsen AH, et al. (8) hablan de la prevención de estas lesiones mediante algún tipo de ejercicio para ganar la fuerza que el deportista tiene disminuida, haciendo especial hincapié en

lograr una mayor capacidad del músculo aductor largo de tolerar cargas explosivas en su posición de máximo estiramiento (16). En el programa preventivo podemos incluir ejemplos de ejercicios como los que proponen Serner A, et al. en su estudio (28), concluyendo que los ejercicios dinámicos son más beneficiosos que los isométricos ya que incluyen el componente de estiramiento en la contracción muscular, preparando las estructuras musculo tendinosas para las demandas del fútbol. Otros factores que también afectan al riesgo lesional son la edad, el nivel al que se practica la actividad deportiva y la estabilidad de la musculatura lumbopélvica entre otros (8).

Por lo tanto, según todo lo expuesto anteriormente se podría pensar que conocer de manera objetiva la fuerza isométrica máxima ($F_{m\acute{a}x}$) de la musculatura aductora de cadera de nuestros futbolistas de élite y el ratio de fuerza isométrica máxima entre los aductores y abductores de cadera (ratio ADD:ABD) puede ser de gran interés para prevenir lesiones y para que los profesionales sanitarios y profesionales del rendimiento deportivo tengan unos baremos normativos de fuerza para poder identificar a aquellos deportistas en riesgo (26,29). Para ello sería trascendental llevara cabo un seguimiento de la fuerza de los deportistas a lo largo de la temporada, para conocer los valores previos a la lesión y poder trabajar la fuerza aductora de cadera del deportista mediante un programa preventivo, para que no se ubiquen por debajo de los valores óptimos de fuerza. De este modo se procura disminuir el riesgo lesional y mejorar los resultados competitivos del equipo al poder contar con un mayor número de jugadores sanos en plantilla a lo largo de la temporada. Es por lo tanto importante, si pretendemos mejorar el rendimiento deportivo, incidir sobre la prioridad que se debe atribuir a la prevención de lesiones antes de su aparición, para evitar que el jugador entre en una dinámica lesional de una musculatura en concreto.

Objetivos

El objetivo principal de este estudio es establecer datos de normalidad (*gold estándar*) de fuerza isométrica máxima voluntaria, así como establecer datos normativos de la ratio de fuerza isométrica máxima entre los aductores y abductores de cadera en futbolistas de élite de edad juvenil.

Objetivos secundarios:

- Establecer correlación entre la F_{máx} de los aductores de cadera con la edad.
- Establecer correlación entre la F_{máx} de los aductores de cadera con la posición en el terreno de juego.
- Establecer correlación entre la F_{máx} de los aductores de cadera con la categoría de competición.
- Establecer correlación entre la F_{máx} de los aductores de cadera con el (Índice de masa corporal (IMC)).
- Establecer correlación entre el ratio ADD:ABD con la edad.
- Establecer correlación entre el ratio ADD:ABD con la posición en el terreno de juego.
- Establecer correlación entre el ratio ADD:ABD con la categoría de competición.
- Establecer correlación entre el ratio ADD:ABD con el IMC.

Metodología

Diseño

Por la propuesta planteada, se decidió llevar a cabo un estudio observacional transversal, de carácter descriptivo, de manera que nos permita conocer los valores normativos de fuerza isométrica máxima voluntaria de los aductores de cadera y la ratio de fuerza isométrica máxima entre los aductores y los abductores de cadera en la población diana.

Sujetos de estudio

Todos los sujetos del estudio son jugadores juveniles ($17,0 \pm 0,9$ años; $175,7 \pm 6,4$ cm.; $69,6 \pm 6,4$ kg) de la cantera del club de fútbol Rayo Vallecano de Madrid, equipo de la segunda división española. Por motivos profesionales y no discriminatorios, se tomaron datos de todos los jugadores que forman los 3 equipos juveniles del club, pero sólo aquellos que cumplan los criterios de inclusión y exclusión descritos a continuación serán aptos para ser analizados en el presente estudio.

CRITERIOS INCLUSIÓN	CRITERIOS EXCLUSIÓN
Juveniles A, B y C del club en cuestión.	Haber padecido dolor inguinal o aductor en las últimas 2 semanas.
Juveniles de 1º, 2º y 3º año.	Haber sufrido rotura de aductores, diagnosticada por un médico en cualquier momento de su carrera deportiva.
Entrenamientos completos y sin restricciones con grupo al menos 4 semanas.	Cualquier tipo de molestia al realizar la prueba.
	Coefficiente de variación (COV) de alguna de las pruebas >15%.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión de los sujetos de estudio.

Para poder realizar el cálculo muestral se llevó a cabo un estudio piloto previo sobre un total de 22 sujetos. Con los datos obtenidos y usando la calculadora de tamaño muestral GRANMO, aceptando un riesgo alfa de 0,05 y un riesgo beta de 0,2 en un contraste de hipótesis bilateral, se establece que se precisa un mínimo de 32 sujetos para detectar una diferencia igual o superior a 38,5 unidades. Se asumió una desviación estándar de 72,9 así como una tasa de pérdidas de seguimiento del 10%.

Siguiendo los criterios de inclusión y exclusión establecidos en la *Tabla 1*, se descartaron 19 sujetos por no cumplir dichos criterios.

- 6 no pudieron acudir a la sesión de toma de datos.
- 7 por lesión o no aptos para entrenar el día de la prueba.
- 1 por dolor de etiología inguinal en las 2 semana previas a la medición.
- 3 por haber sufrido lesión de la musculatura aductora de cadera en algún momento.
- 2 porque su COV en una de las pruebas superó el 15%.

Por lo tanto, se contó con un total de 53 sujetos para realizar el análisis estadístico de nuestro estudio.

Variables

Variables Dependientes:

- Fuerza isométrica máxima voluntaria de aducción de cadera: Es una variable cuantitativa continua que se expresa en Newtons (N).

Para obtenerla se colocó a los sujetos de estudio en decúbito supino con flexión de cadera de 45°, comprobado con un goniómetro digital (Preciva, *Imagen 2*), plantas del pie descansando sobre la camilla y con el dinamómetro (Chronojump Bosco System®, *Imagen 3*) entre las rodillas, 5 centímetros por encima de ambos maléolos femorales laterales, siguiendo de esta manera el protocolo utilizado en estudios previos (*Imagen 4*; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Se estandarizó todo el procedimiento, lo cual ha demostrado aumentar la fiabilidad de las mediciones (1), de tal manera que previo a cada sesión de medición se realizó una tara y posterior calibración del dinamómetro *Imagen 3*.

Dinamómetro de la marca Chronojump Bosco System® utilizado para la recogida de los datos de fuerza., siguiendo las recomendaciones del fabricante. Desde esta posición se pide al sujeto una contracción submáxima de aducción de cadera para acostumbrarse al uso del aparato (21). Posteriormente se piden tres contracciones isométricas máximas de aducción de 5 segundos cada una (27) y 10 segundos de descanso entre cada repetición. De manera estandarizada para todos los sujetos, el fisioterapeuta del club (J.T.) aportó las siguientes instrucciones en cada una de las pruebas: “preparado... aprieta...fuerte-fuerte-fuerte-fuerte...relaja”.



Imagen 2. Goniómetro Digital Preciva, utilizado para la colocación de los sujetos durante la toma de datos.



Imagen 3. Dinamómetro de la marca Chronojump Bosco System® utilizado para la recogida de los datos de fuerza.



Imagen 4. Colocación del dinamómetro y los sujetos para la realización de ambos test de fuerza (ADD y ABD de cadera). Fuente: elaboración propia.

- Ratio de la fuerza máxima isométrica entre los aductores y los abductores de cadera: Es una variable cuantitativa continua.

Para obtener esta variable tenemos que repetir todo el procedimiento de la variable anterior, cambiando sólo la acción del sujeto, que en este caso realizará una abducción isométrica máxima de cadera. Posteriormente, dividiendo la $F_{\text{máx}}$ de los aductores entre la $F_{\text{máx}}$ de los abductores obtenemos el valor del ratio ADD:ABD.

Variables Independientes:

- Edad: variable cuantitativa discreta medida en años.
- Posición de juego: variable cualitativa nominal, policotómica que contará con las siguientes categorías: portero (PO), defensa central (DEF), jugadores de banda (LAT), mediocentros (MC) y delantero (DC). Para categorizar a cada sujeto, este indica en qué posición se siente más cómodo jugando.
- Categoría de competición: variable cualitativa nominal policotómica, que refiere la categoría en la que compite cada uno de los equipos juveniles. Cuenta con las categorías: División de Honor (DH), Nacional (NA) y Autonómica (A).
- Índice de Masa Corporal (IMC): variable cuantitativa continua que se obtiene de la división de dos variables cuantitativas continuas que son el peso en kilogramos y la altura en metros (ambas se midieron con el sujeto descalzo y el pantalón corto y camiseta de manga corta de entrenamiento):

$$IMC = \frac{\text{peso}}{\text{altura}^2}$$

VARIABLES DEPENDIENTES			VARIABLES INDEPENDIENTES		
Fmáx de aducción de cadera	Cuantitativa continua	En N	Posición de juego	Cualitativa nominal	-PO -DEF -LAT -MC -DC
Ratio ADD:ABD	Cuantitativa continua		Categoría de competición	Cualitativa Nominal	-A -NA -DH
			Edad	Cuantitativa discreta	En Años
			IMC	Cuantitativa continua	

Tabla 2. Variables dependientes e independientes obtenidas para el estudio.

Procedimiento de recogida de datos

Este estudio se llevó a cabo en la Ciudad Deportiva del Rayo Vallecano de Madrid S.A.D. Se contó con 53 jugadores de los juveniles “A”, “B” y “C” que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión (Tabla 1) y las mediciones se realizaron durante la 3ª y la 4ª semana de enero del año 2020.

Cada sujeto de estudio permaneció durante al menos 10 minutos en una sala a una temperatura de 22°C para acomodarse y que la temperatura exterior no fuese influyente en los resultados. Primero se tomaron los datos de las variables independientes, y se prosiguió a realizar el calentamiento establecido (Tabla 3), (Imagen 5).

CALENTAMIENTO PREVIO	
Sentadillas	20 repeticiones
Zancadas	10 repeticiones con cada pierna
ADD con aro entre las rodillas	20 repeticiones
ABD con goma sobre rodillas	15 repeticiones con cada pierna

Tabla 3. Protocolo de calentamiento previo a las mediciones



Imagen 5. Protocolo de calentamiento previo a las mediciones. A.1 y A.2 Sentadilla. B.1 y B.2 Zancada. C.1 y C.2 ADD con aro entre las rodillas. D.1 y D.2 ABD con goma sobre las rodillas.

Tras el calentamiento se prosiguió a realizar las pruebas de fuerza para obtener los datos de las variables dependientes. Entre las tres primeras repeticiones de aducción se respeta un minuto de descanso para evitar una caída de la fuerza debido a la fatiga (30) y se realiza el mismo procedimiento para la prueba de abducción. Tras cada una de las repeticiones de ambas pruebas se pregunta al deportista si ha percibido cualquier tipo de dolor o molestia, para en caso de ser afirmativo, no contar con esos datos para el análisis estadístico posterior, ya que según K. Thorborg et al. (23) está demostrado que el dolor agudo inhibe la fuerza muscular, alterando los datos del estudio.

Cronograma

Enero 2020	-Obtención visto bueno de la comisión de investigación de la EUEF -Recogida de datos
Febrero-Marzo 2020	-Análisis estadístico de los datos
Marzo-Abril 2020	-Redacción

Tabla 4. Cronograma en el que se llevó a cabo el estudio.

Recogida y análisis de datos

Para llevar a cabo el análisis de los datos y preservar el anonimato de los sujetos de estudio, se creó una tabla codificada Excel® de Microsoft 365®, con las variables dependientes e independientes del estudio. Para su posterior análisis se utilizó la versión 26 del IBM® SPSS® Statistics.

Para comprobar la normalidad de la distribución de la muestra se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, ya que se contó con más de 30 sujetos. Para asegurar el cumplimiento de la normalidad, se comprobaron los siguientes criterios:

1. 100% de los valores comprendidos entre la media $(\bar{X}) \pm 3 SD$
2. $|Asimetría| < 2 EE$ de la asimetría
3. $|Curtosis| < 2EE$ de la curtosis

Para la obtención de datos normativos se calcularon las medias y las desviaciones estándar (SD) $(\bar{X} \pm SD)$, de cada una de las variables dependientes recogidas en el estudio. Posteriormente se realizaron los análisis de correlación entre las variables dependientes e independientes:

- En el caso de la F_{máx} de aducción de cadera con la variable edad mediante la prueba no paramétrica de Spearman ya que contamos con una variable que se distribuye de manera normal (edad) y otra que no lo hace (edad).
- En el caso de la F_{máx} de aducción de cadera con la posición de juego, a través de una ANOVA de un factor porque los datos de fuerza máxima de aducción se distribuyen de manera normal y la variable de posición de juego cuenta con más de dos categorías diferentes.
- En el caso de la F_{máx} de aducción de cadera con la categoría competitiva, mediante una ANOVA de un factor porque los datos de fuerza máxima de aducción se distribuyen de manera normal y la variable de categoría de competición cuenta con más de dos categorías diferentes.

- En el caso de la $F_{\text{máx}}$ de aducción de cadera con el IMC, mediante la correlación de Spearman ya que a pesar de que la fuerza sí se distribuya de manera normal, los datos del IMC no cumplen los criterios de normalidad.
- En el caso del ratio ADD:ABD con la edad, mediante la correlación de Spearman ya que son dos variables numéricas, pero una se distribuye de manera normal (ratio ADD:ABD) y otra no (edad).
- En el caso del ratio ADD:ABD con la posición de juego, mediante la prueba paramétrica ANOVA de un factor ya que el ratio ADD:ABD como se viene diciendo se comporta de manera normal y la posición de juego es una variable categórica policotómica.
- En el caso del ratio ADD:ABD con la categoría competitiva, con ANOVA de un factor, por las mismas razones que se mencionan en el punto superior.
- En el caso del ratio ADD:ABD con el IMC, con la correlación de Spearman ya que aunque el ratio ADD:ABD sí cumplen la normalidad, los datos del IMC no se distribuyen de manera normal por lo que se realizó esta prueba no paramétrica.

Consideraciones éticas

Este estudio respeta la Declaración de Helsinki y está enmarcado dentro del proyecto de investigación de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia “San Juan de Dios” Universidad Pontificia que tiene la conformidad del Ceic-Unidad de Coordinación de Ensayos Clínicos - Puerta G 4ª Norte HOSPITAL CLÍNICO SAN CARLOS con el número de expediente 15.416-E Aprobado el 11 de Septiembre de 2015 (Anexo 1).

Todos los jugadores firmaron el consentimiento informado correspondiente, respetando la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales, y se les entregó una hoja de información del estudio (Anexo 2).

Se obtuvo de igual manera consentimiento por parte del director deportivo de la cantera, para llevar a cabo la toma de datos para la realización del estudio.

Resultados

A continuación, en la *Imagen 6* se aporta un diagrama de flujo del presente estudio, donde se pueden observar los motivos por los que se excluyó a 19 sujetos de los 72 que se seleccionaron inicialmente.

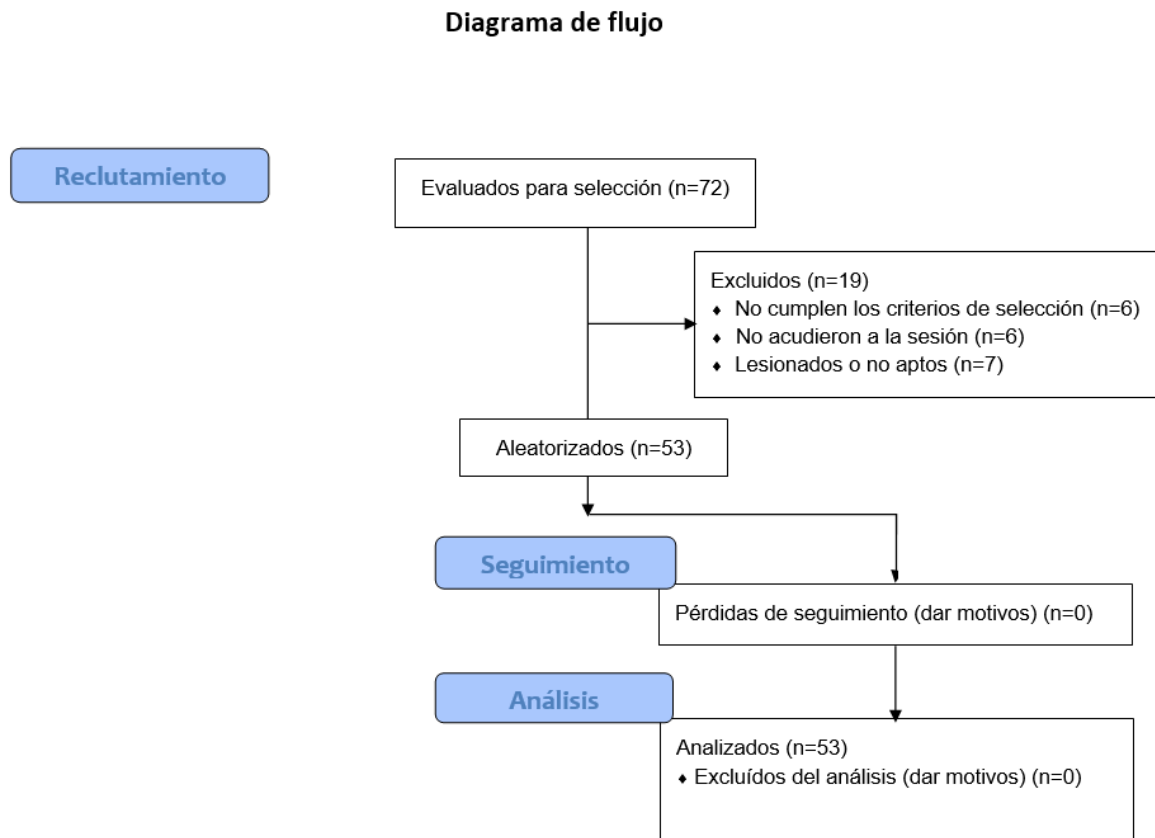


Imagen 6. Diagrama de flujo del reclutamiento de sujetos de estudio.

Estadística Descriptiva
 Variables Independientes
Edad

N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Asimetría	Error estándar de asimetría	Curtosis	Error estándar de curtosis
53	16	18	16,96	,854	,074	,327	-1,638	,644

Tabla 5. Datos descriptivos de la variable Edad

La edad de los sujetos se encuentra entre un mínimo de 16 años y un máximo de 18 años, con una media de 16,96 años y una desviación estándar de 0,85 (16,96±0,85 años), representada en el *Gráfico 2*. Se obtuvieron también los valores de la asimetría, el error estándar de asimetría, la curtosis y el error estándar de la curtosis para su posterior uso.

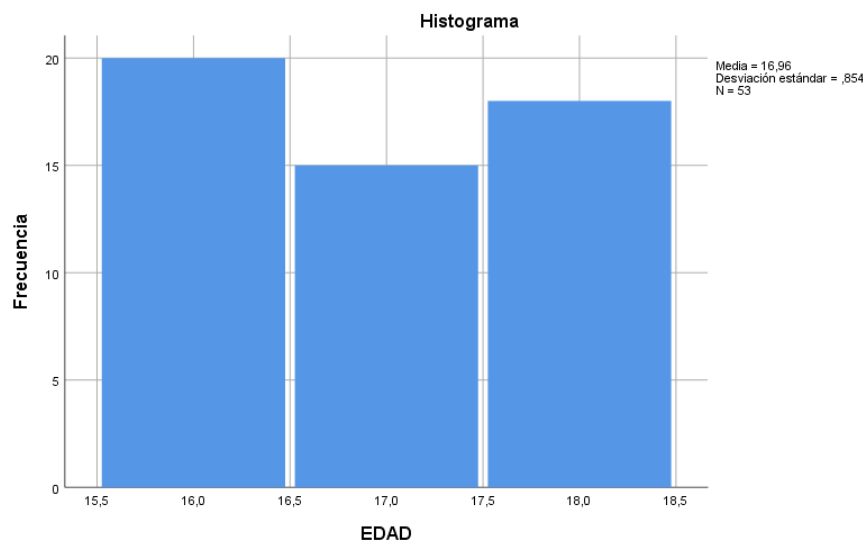


Gráfico 2. Frecuencia de los datos de la variable Edad.

Posición en el terreno de juego.

La posición en el terreno de juego se ha dividido en 5 categorías como bien podemos observar en la *Tabla 6* y el *Gráfico 3*, de tal manera que el 15,09% son porteros (n=8); 15,09% son defensas centrales (n=8); 32,08% son jugadores de banda (n=17), los cuales engloban tanto a los laterales como a los interiores; un 20,75% son mediocentros (n=11) y el 16,98% restante son los delanteros (n=9).

		POSICIÓN			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Portero	8	15,1	15,1	15,1
	Defensa	8	15,1	15,1	30,2
	Banda	17	32,1	32,1	62,3
	Medio Centro	11	20,8	20,8	83,0
	Delantero	9	17,0	17,0	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Tabla 6. Frecuencia y porcentaje de cada una de las posiciones seleccionadas para el estudio.

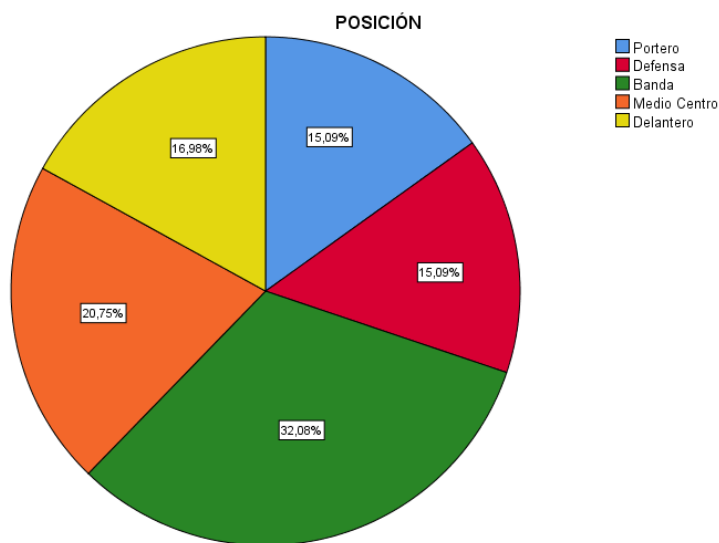


Gráfico 3. Porcentajes de cada una de las posiciones seleccionadas para el estudio.

Categoría de competición.

La categoría de competición se divide en 3. En la *Tabla 7* y en el *Gráfico 4* se puede observar la repartición de los sujetos del presente estudio en cada una de las diferentes categorías. La División de Honor cuenta con un 39,6% de sujetos (n=21), Liga Nacional con el 26,4% (n=14), y la categoría Autónoma con el 34% restante (n=18).

		CATEGORÍA			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	División de Honor	21	39,6	39,6	39,6
	Nacional	14	26,4	26,4	66,0
	Autónoma	18	34,0	34,0	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Tabla 7. Porcentaje y frecuencia de sujetos compitiendo en cada una de las categorías.

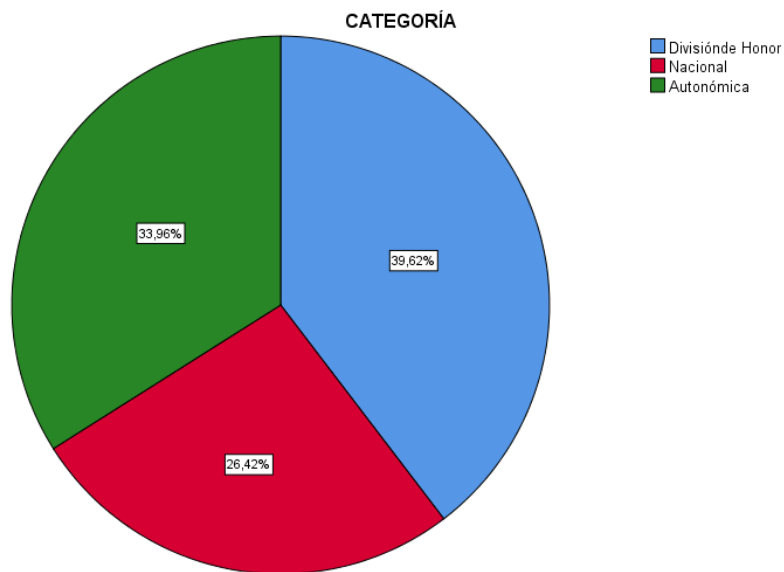


Gráfico 4. Porcentaje de sujetos compitiendo en cada una de las categorías.

Índice de Masa Corporal.

N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Asimetría	Error estándar de asimetría	Curtosis	Error estándar de curtosis
53	20,1	27,6	22,651	1,3335	1,111	,327	2,559	,644

Tabla 8. Estadísticos descriptivos de la variable IMC.

Se estudió el IMC de los sujetos a partir de su peso y altura, obteniendo los resultados que observamos en el *Gráfico 5*. El IMC está dentro del rango mínimo de 20,1 y máximo de 27,6 con una media y desviación estándar de $22,65 \pm 1,33$. Se obtuvieron también los valores de la asimetría, el error estándar de asimetría, la curtosis y el error estándar de la curtosis para su posterior uso.

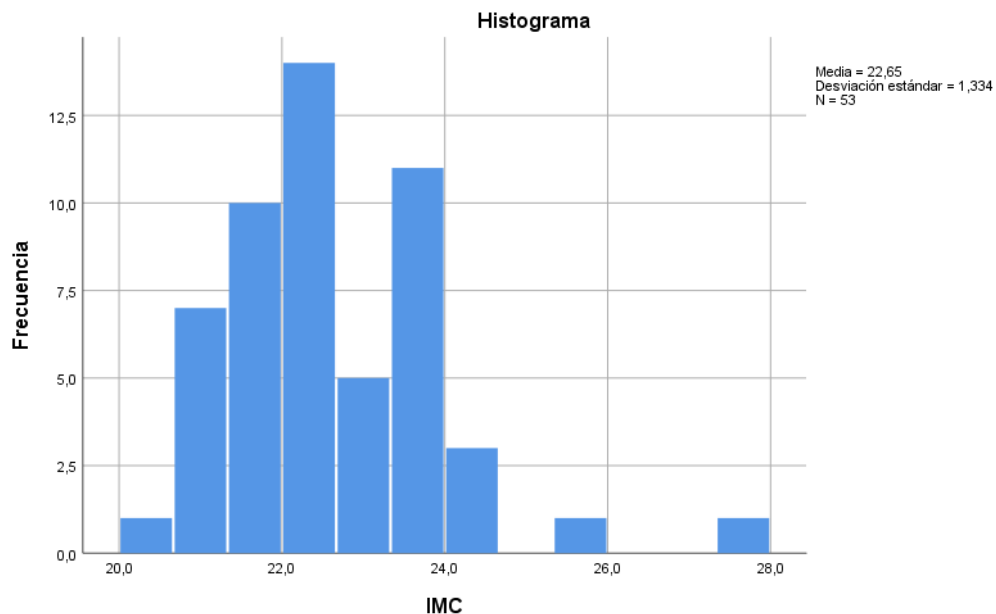


Gráfico 5. Frecuencias de cada valor de IMC obtenido.

Variables Dependientes respecto a Independientes

Fuerza máxima de ADD respecto a la edad

Viendo los datos de la nube de puntos representada en el *Gráfico 6*, vemos como la fuerza máxima de los ADD tiende a disminuir a medida que aumenta la edad.

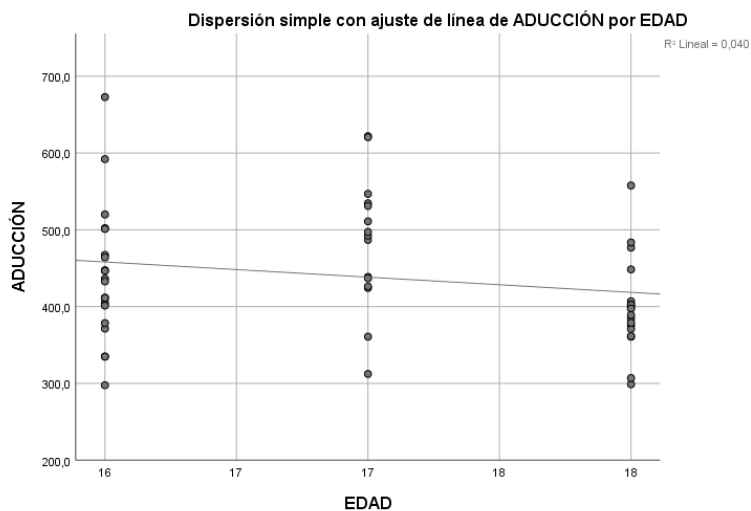


Gráfico 6. Nube de puntos de la correlación entre la fuerza máxima de ADD y la edad.

Fuerza máxima de ADD respecto a posición en el terreno de juego

Los defensas centrales son los que muestran unos valores de fuerza máxima más altos ($506,36 \pm 86,90N$), seguidos por los jugadores de banda ($431,68 \pm 94,08N$), los

mediocentros ($425,72 \pm 82,45N$), los delanteros ($423,86 \pm 73,83N$) y finalmente los porteros ($423,06 \pm 56,49N$).

POSICIÓN		N	Media	Desv. Desviación
Portero	ADUCCIÓN	8	423,063	56,4871
Defensa	ADUCCIÓN	8	506,363	86,8955
Banda	ADUCCIÓN	17	431,682	94,0800
Medio Centro	ADUCCIÓN	11	425,718	82,4506
Delantero	ADUCCIÓN	9	423,856	73,8317

Tabla 9. Estadísticos descriptivos de los valores medios de fuerza isométrica máxima voluntaria de la ADD según la posición de juego.

Fuerza máxima de ADD respecto a la categoría de competición

En cuanto a la categoría de competición, vemos un patrón parecido al de la edad, donde aumenta la fuerza máxima ejercida por los sujetos que compiten en categoría Autónoma ($433,71 \pm 89,78N$) a los que compiten en Liga Nacional ($502,82 \pm 56,58N$), y luego disminuye en aquellos compitiendo en la División de Honor juvenil ($401,21 \pm 72,62N$).

CATEGORÍA		N	Media	Desv. Desviación
División de Honor	ADUCCIÓN	21	401,205	72,6211
Nacional	ADUCCIÓN	14	502,821	56,5807
Autónoma	ADUCCIÓN	18	433,711	89,7796

Tabla 10. estadísticos descriptivos de los valores medios de fuerza isométrica máxima voluntaria de la ADD según la categoría de competición.

Fuerza máxima de ADD respecto al IMC

Guiándonos por el *Gráfico 7* vemos como parece que, al aumentar el IMC del sujeto, aumenta la fuerza máxima de ADD que estos ejercen lo que parece ser una correlación positiva.

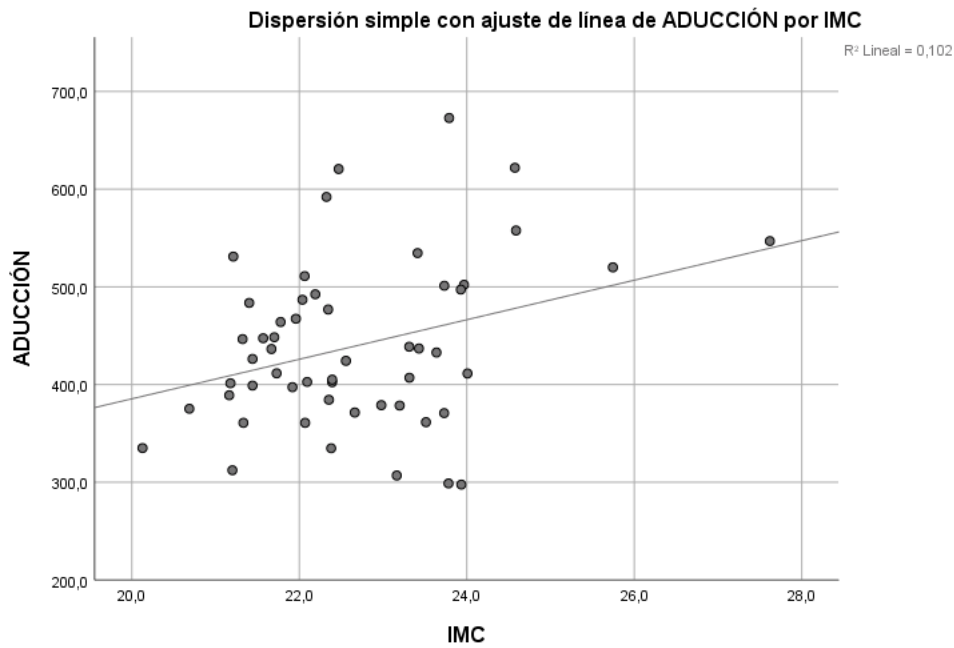


Gráfico 7. Nube de puntos entre la fuerza isométrica máxima voluntaria de ADD y el IMC de los sujetos.

Ratio ADD:ABD respecto a la edad

En la gráfica... se observa como el ratio de ADD:ABD tiende a disminuir en cierta medida con la edad.

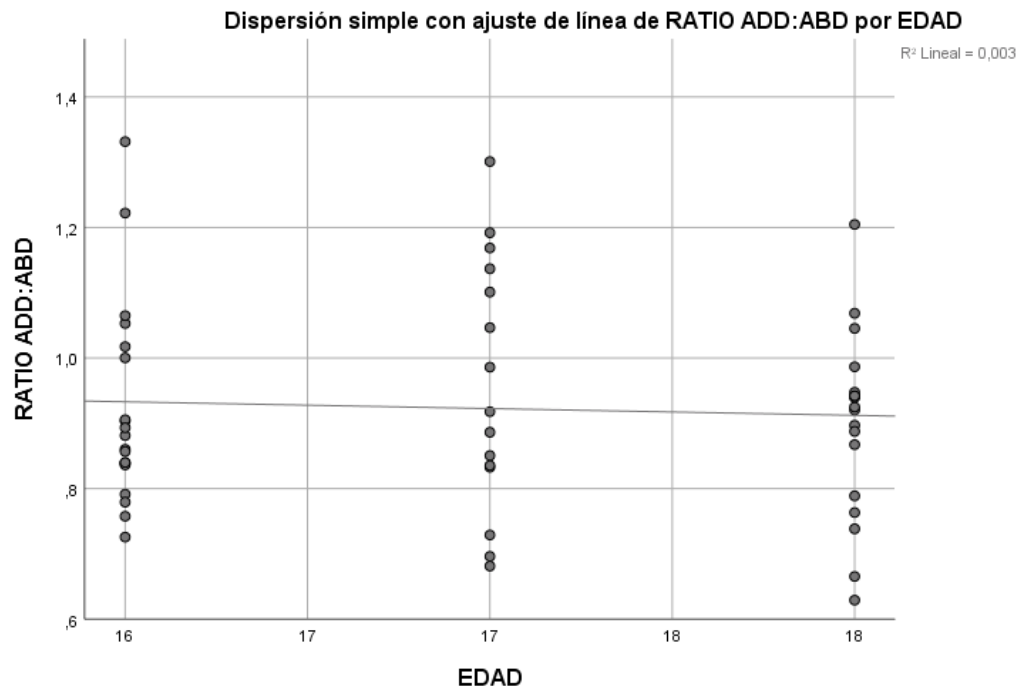


Gráfico 8. Nube de puntos entre el ratio ADD:ABD de cadera y la edad.

Ratio ADD:ABD respecto a posición en el terreno de juego

El ratio ADD:ABD más bajo lo presentan los delanteros ($0,89\pm 0,16$), seguidos por los mediocentros ($0,93\pm 0,13$), los porteros ($0,93\pm 0,18$), los defensas ($0,93\pm 0,20$) y los jugadores de banda ($0,93\pm 0,17$).

POSICIÓN		N	Media	Desv. Desviación
Portero	RATIO ADD:ABD	8	,929	,1820
Defensa	RATIO ADD:ABD	8	,930	,1970
Banda	RATIO ADD:ABD	17	,933	,1712
Medio Centro	RATIO ADD:ABD	11	,928	,1299
Delantero	RATIO ADD:ABD	9	,887	,1566

Tabla 11. Estadísticos descriptivos del ratio ADD:ABD de cada una según la posición de juego.

Ratio ADD:ABD respecto a la categoría de competición

Al comparar el ratio con las diferentes categorías de competición vemos que aumenta de la categoría Autonómica ($0,92\pm 0,16$) a la Liga Nacional ($0,95\pm 0,13$) y baja en la División de Honor juvenil ($0,91\pm 0,18$).

CATEGORÍA		N	Media	Desv. Desviación
División de Honor	RATIO ADD:ABD	21	,910	,1823
Nacional	RATIO ADD:ABD	14	,950	,1335
Autonómica	RATIO ADD:ABD	18	,917	,1611

Tabla 12. Estadísticos descriptivos del ratio de ADD:ABD de cada una de las categorías de competición.

Ratio ADD:ABD respecto al IMC

El ratio parece ser mayor cuanto menor es el IMC y va disminuyendo a medida que aumenta el IMC, lo que sugiere una correlación negativa.

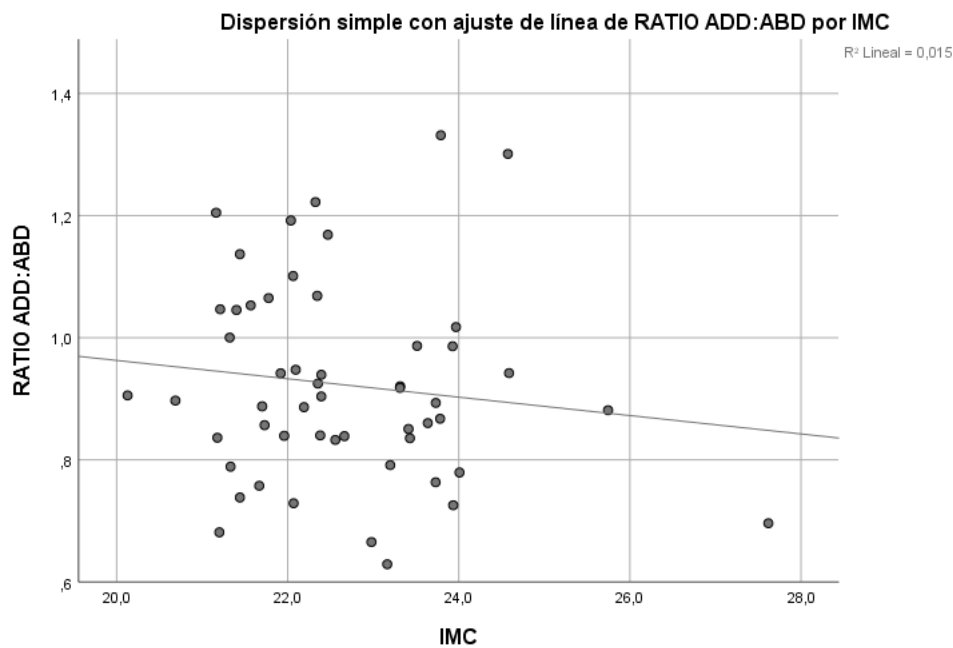


Gráfico 9. Nube de puntos entre el ratio de ADD:ABD y el IMC de los sujetos.

Variables Dependientes

A continuación, se valoran las variables que forman el objetivo principal de este estudio, que es el de aportar valores normativos tanto de la fuerza máxima isométrica voluntaria de los aductores de cadera, como valores normativos del ratio de fuerza isométrica máxima voluntaria de los ADD y los ABD de cadera, para lo cual se contó con mediciones de un total de 53 sujetos que pasaron de manera satisfactoria los criterios de inclusión y exclusión pertinentes para formar parte del presente estudio.

Fuerza Máxima ADD.

Para los cálculos de la fuerza máxima de la musculatura ADD de cadera se obtuvieron los datos de fuerza pico de cada sujeto. En el *Gráfico 10* vemos un diagrama de cajas que nos indica los datos obtenidos por los sujetos del estudio. Con la media de la fuerza máxima pico obtenida por los sujetos y la desviación estándar de esta media, obtenemos la normalidad, que se encuentra en $439,09 \pm 84,54$ N.

	Media	Desv. Desviación
ADUCCIÓN	439,087	84,5402

Tabla 13. Estadísticos descriptivos (media y desviación estándar) de los valores normativos de la fuerza isométrica máxima voluntaria de los aductores de cadera.

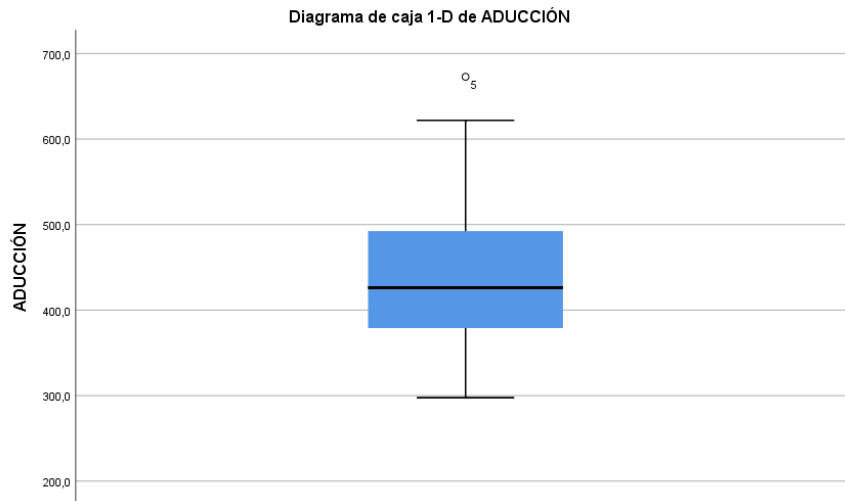


Gráfico 10. Valores de la fuerza máxima isométrica de los ADD de cadera de los futbolistas juveniles incluidos en el estudio.

Ratio ADD:ABD

El ratio ADD:ABD se obtuvo a partir de la división de los datos de fuerza máxima pico de ADD por los datos de fuerza máxima pico de ABD de cadera, obteniendo resultados entre 0,6 y 1,3. La media y desviación estándar ($0,9 \pm 0,2$) nos aportan los datos que señalan la normalidad existente en el ratio de ADD:ABD de estos sujetos. Se aporta un diagrama de cajas para ver el reparto de los resultados en el *Gráfico 11*.

	Media	Desv. Desviación
RATIO ADD:ABD	,923	,1612

Tabla 14. Estadísticos descriptivos (media y desviación estándar) de los valores normativos del ratio ADD:ABD de los aductores de cadera.

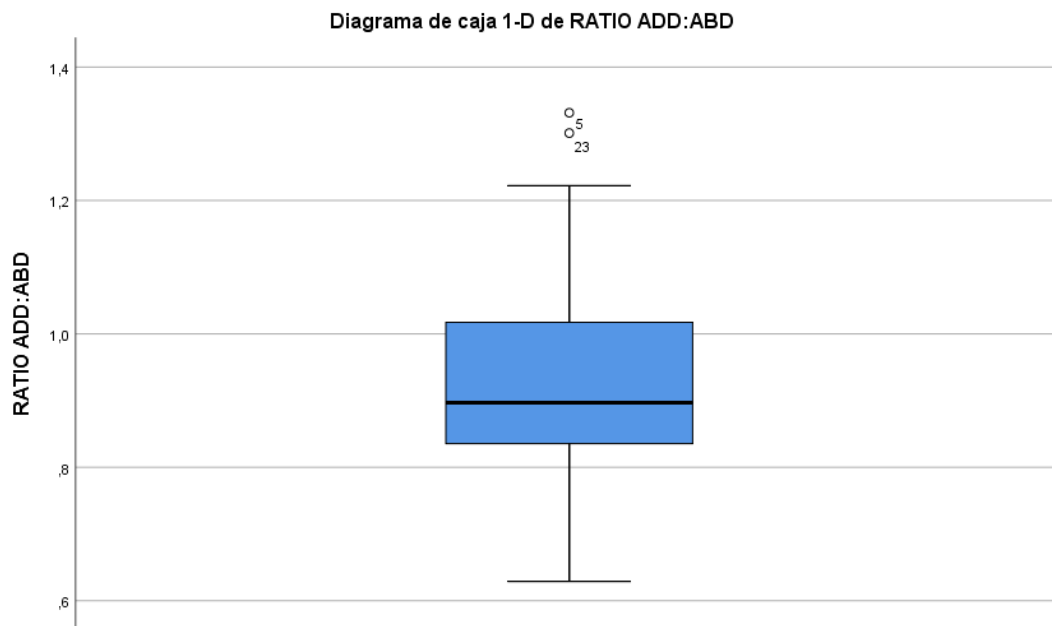


Gráfico 11. Valores obtenidos en el ratio ADD:ABD de cadera de los futbolistas juveniles incluidos en el estudio.

Fuerza de ADD con la Edad

Se realizó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov tanto de la fuerza máxima pico de los ADD de cadera (*Tabla 15*) como de los datos de edad (*Tabla 16*). Posteriormente se confirmó o no la normalidad mediante la inclusión del 100% de los valores entre la $\bar{X} \pm 3 SD$, la confirmación de que el valor absoluto de la asimetría sea menor al doble del error estándar de la asimetría y finalmente que el valor absoluto de la curtosis sea menor al doble del error estándar de la curtosis.

Pruebas de normalidad ADD

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ADUCCIÓN	,100	53	,200*	,966	53	,130

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 15. Pruebas de normalidad de la aducción de cadera.

En la *Tabla 15* podemos ver que $p=0,200$, por lo tanto, al ser $p>0,05$ suponemos que los datos se distribuyen de forma normal. Procedemos a valorar los siguientes criterios para confirmar.

1. 100% de los valores comprendidos entre la $\bar{X} \pm 3 SD$
Máximo: $439,087+(3*84,5402) =692,7076$
Mínimo: $439,087-(3*84,5402) =185,4664$
Por lo que este criterio sí se cumple.
2. $|Asimetría| < 2 EE$ de la asimetría
 $0,641 < 2*0,327? \rightarrow 0,641 < 0,654$
Por lo tanto, este criterio sí se cumple.
3. $|Curtosis| < 2EE$ de la curtosis
 $0,270 < 2*0,644? \rightarrow 0,270 < 1,288$
Este criterio también se cumple.

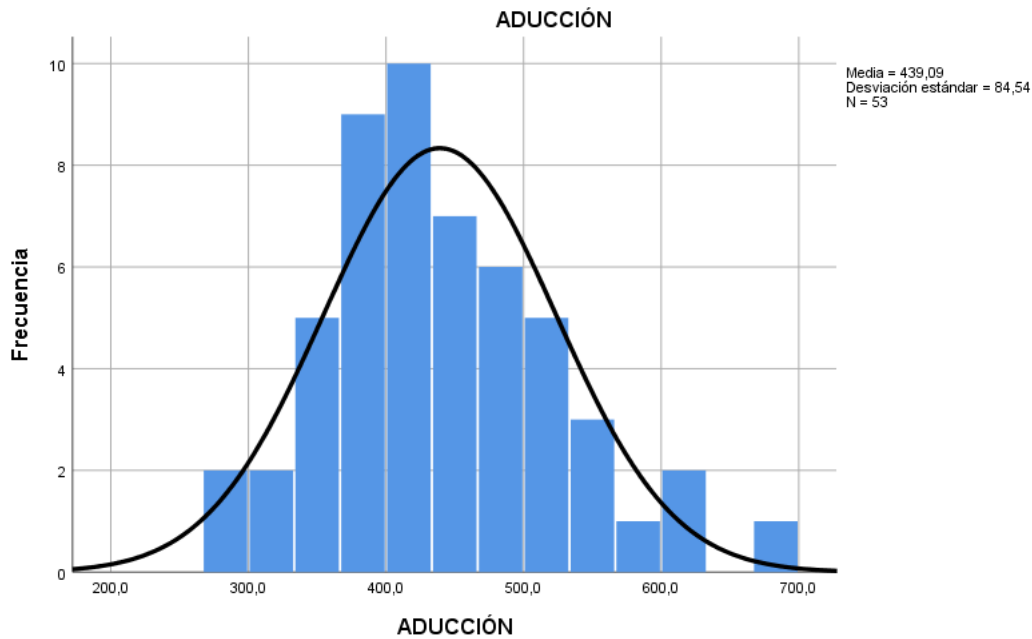


Gráfico 12. Frecuencia de los datos de ADD máxima de cadera con la curva de normalidad.

Resumiendo, las pruebas realizadas para comprobar la normalidad de distribución de los datos de edad y observando el Gráfico 12. Frecuencia de los datos de ADD máxima de cadera con la curva de normalidad. Gráfico 12 podemos confirmar que la fuerza máxima de ADD de cadera sigue una distribución normal de los datos.

A continuación, se procedió a realizar los mismos cálculos con la variable edad.

Pruebas de normalidad Edad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EDAD	,247	53	,000	,778	53	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 16. Pruebas de normalidad de la edad.

Podemos ver en la Tabla 16 que $p=0,000$, por lo tanto, al ser $p<0,05$ damos por hecho que los datos no se distribuyen de forma normal. Procedemos a valorar los siguientes criterios para su confirmación.

1. 100% de los valores comprendidos entre la $\bar{X} \pm 3 SD$

$$\text{Máximo: } 16,96 + (3 * 0,854) = 19,522$$

$$\text{Mínimo: } 16,96 - (3 * 0,854) = 14,398$$

Por lo que este criterio sí se cumple.

2. $| \text{Asimetría} | < 2 EE$ de la asimetría

$$0,074 < 2 * 0,327? \rightarrow 0,074 < 0,654$$

Por lo tanto, este criterio sí se cumple.

3. $|Curtosis| < 2EE$ de la curtosis

$$1,638 < 2 * 0,644? \rightarrow 1,638 < 1,288$$

Por lo que este criterio no se cumple.

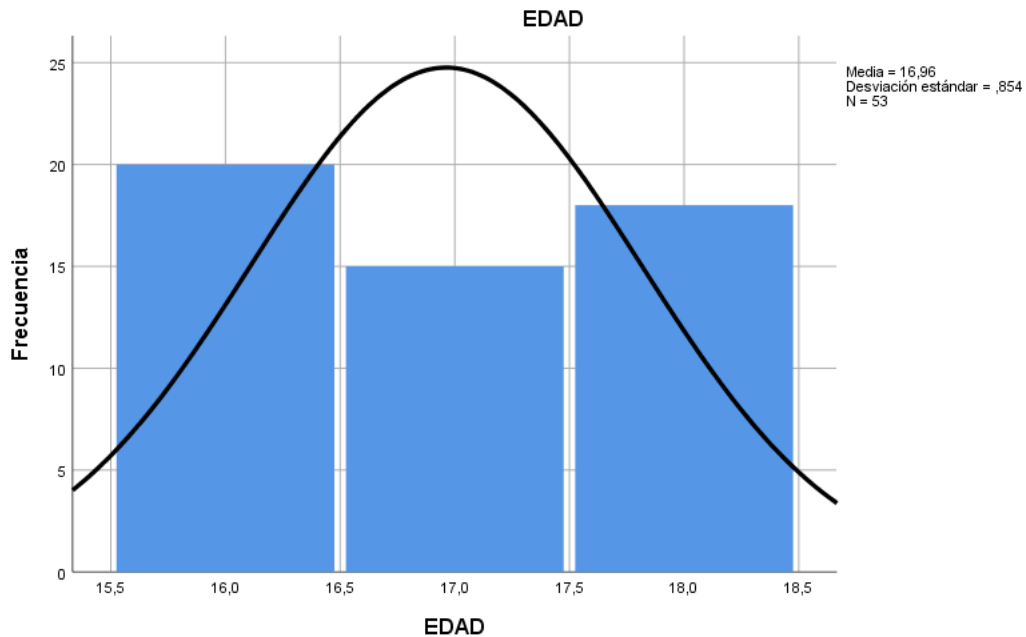


Gráfico 13. Frecuencias obtenidas en cada una de las edades de estudio con la curva de normalidad de los datos.

Resumiendo, las pruebas realizadas para comprobar la normalidad de distribución de los datos de edad y observando el *Gráfico 13* podemos confirmar que la edad no sigue una distribución normal de los datos.

Por lo tanto al tener una variable que se distribuye de manera normal (fuerza máxima pico de ADD) y otra que no se distribuye de manera normal (edad), se procedió a realizar una prueba no paramétrica, en este caso al ser dos variables numéricas, fue la correlación de Spearman (*Tabla 17*).

Correlaciones

			EDAD	ADUCCIÓ N
Rho de Spearman	EDAD	Coefficiente de correlación	1,000	-,217
		Sig. (bilateral)	.	,119
		N	53	53
	ADUCCIÓN	Coefficiente de correlación	-,217	1,000
		Sig. (bilateral)	,119	.
		N	53	53

Tabla 17. Correlación de Spearman entre la fuerza isométrica máxima de los ADD de cadera y la edad.

La *Tabla 17* muestra una correlación de -0,217 entre la edad y la fuerza máxima ejercida en la ADD de cadera por los sujetos. Nos indica que a medida que aumenta una variable (la edad), disminuye la otra (la fuerza máxima de ADD), pero según la clasificación de la correlación según la magnitud (r), es una correlación negativa baja. Utilizamos el valor de significancia de Spearman para evaluar la probabilidad de que en la población estas dos variables no estén correlacionadas linealmente y que el coeficiente de correlación sea 0. En este caso $p=0,119$ por lo que en la población la correlación es cero y no podemos hacer inferencias.

Fuerza de ADD con la posición en el terreno de juego

Tras realizar la prueba de normalidad pertinente y confirmar la distribución normal de los datos (*Tabla 15*), se realizó el test de Levene (*Tabla 18*) y posteriormente la prueba paramétrica de ANOVA de un factor (*Tabla 19*).

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
ADUCCIÓN	Se basa en la media	,858	4	48	,496
	Se basa en la mediana	,619	4	48	,651
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,619	4	44,794	,652
	Se basa en la media recortada	,829	4	48	,513

Tabla 18. Pruebas de homogeneidad de varianzas de los datos de aducción de cadera y la posición en el terreno de juego mediante el test de Levene.

ANOVA

POSICIÓN

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	86,028	51	1,687	3,374	,411
Dentro de grupos	,500	1	,500		
Total	86,528	52			

Tabla 19. Test estadístico de ANOVA de un factor de la fuerza máxima isométrica de ADD y la posición en el terreno de juego.

Vemos en la *Tabla 19* que $p=0,411$, por lo que al ser mayor de 0,05 nos indica que no hay diferencias significativas en cuanto la fuerza isométrica máxima de los ADD entre las diferentes posiciones de los jugadores en el terreno de juego, como podemos comprobar en el diagrama de cajas del (*Gráfico 14*), por lo tanto no fue necesario llevar a cabo las pruebas Post-Hoc, concluyendo que la posición que desempeña el jugador en el terreno de juego no tiene una influencia estadísticamente significativa sobre la fuerza generada en la ADD máxima isométrica de cadera.

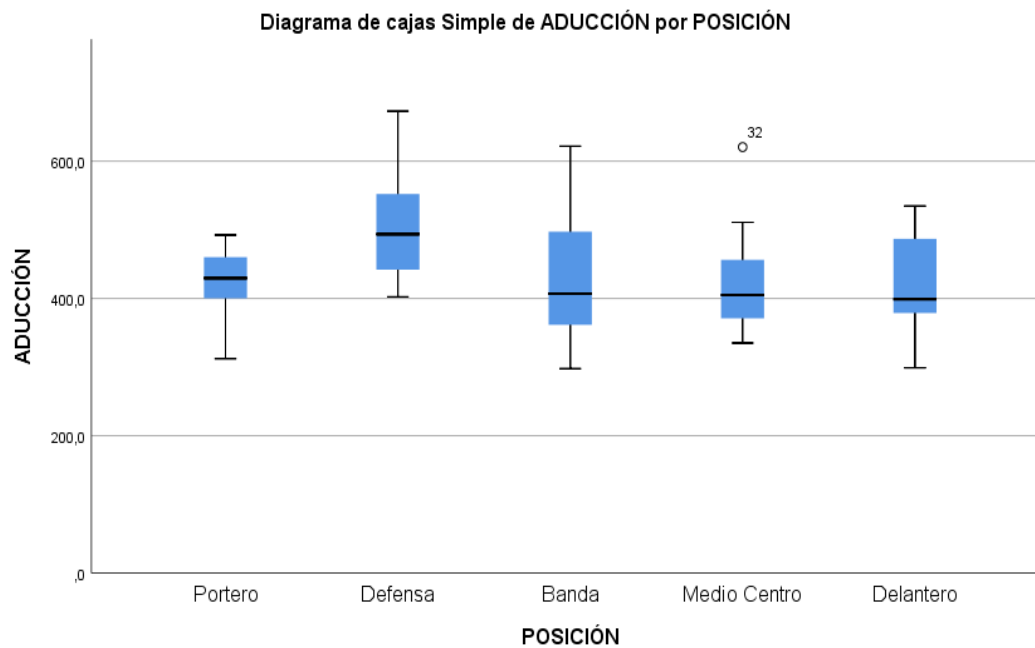


Gráfico 14. Valores de la fuerza isométrica máxima de los ADD según las diferentes posiciones de juego.

Fuerza de ADD con la categoría de competición

Tras realizar la prueba de normalidad pertinente y confirmar la distribución normal de los datos de fuerza máxima de ADD (Tabla 15), se llevó a cabo el test de Levene ($p=0,550$) (Tabla 20) para confirmar la homogeneidad de varianzas y posteriormente se realizó la prueba paramétrica de ANOVA de un factor (Tabla 21) con el objetivo de buscar diferencias entre las distintas categorías de competición.

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
ADUCCIÓN	Se basa en la media	,550	2	50	,580
	Se basa en la mediana	,537	2	50	,588
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,537	2	43,496	,588
	Se basa en la media recortada	,541	2	50	,586

Tabla 20. Pruebas de homogeneidad de varianzas de los datos de aducción de cadera y la categoría de competición mediante el test de Levene

ANOVA

ADUCCIÓN

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	87525,630	2	43762,815	7,701	,001
Dentro de grupos	284120,791	50	5682,416		
Total	371646,421	52			

Tabla 21. Test estadístico de ANOVA de un factor de la fuerza máxima isométrica de ADD y la categoría de competición.

Se puede ver el resultado de la prueba ANOVA de un factor en la *Tabla 21*, con una significancia de $p=0,001$ entre las categorías. Al ser p menor a $0,05$, se rechaza la hipótesis nula y aceptamos que sí hay diferencias estadísticamente significativas de fuerza máxima de ADD entre las diferentes categorías de competición. Se hizo la prueba Post-Hoc, expuesta abajo en la *Tabla 22*, para verificar en qué categorías existía esta diferencia en la fuerza máxima de los ADD de cada una.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: ADUCCIÓN

Scheffe

(I) CATEGORÍA	(J) CATEGORÍA	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Divisiónde Honor	Nacional	-101,6167*	26,0092	,001	-167,236	-35,997
	Autonómica	-32,5063	24,2132	,413	-93,595	28,582
Nacional	Divisiónde Honor	101,6167*	26,0092	,001	35,997	167,236
	Autonómica	69,1103*	26,8622	,045	1,339	136,882
Autonómica	Divisiónde Honor	32,5063	24,2132	,413	-28,582	93,595
	Nacional	-69,1103*	26,8622	,045	-136,882	-1,339

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Tabla 22. Prueba Post-Hoc de Scheffe entre la categoría de competición y la fuerza máxima isométrica de ADD.

Como se puede observar en la *Tabla 22* y en el *Gráfico 15*, no se encontraron diferencias para la variable de fuerza isométrica máxima de la ADD de cadera entre la División de Honor y la categoría Autónoma (p=0,413), pero sí entre la División de Honor y la Liga Nacional (P=0,001) y entre Liga Nacional y Autónoma (p=0,045).

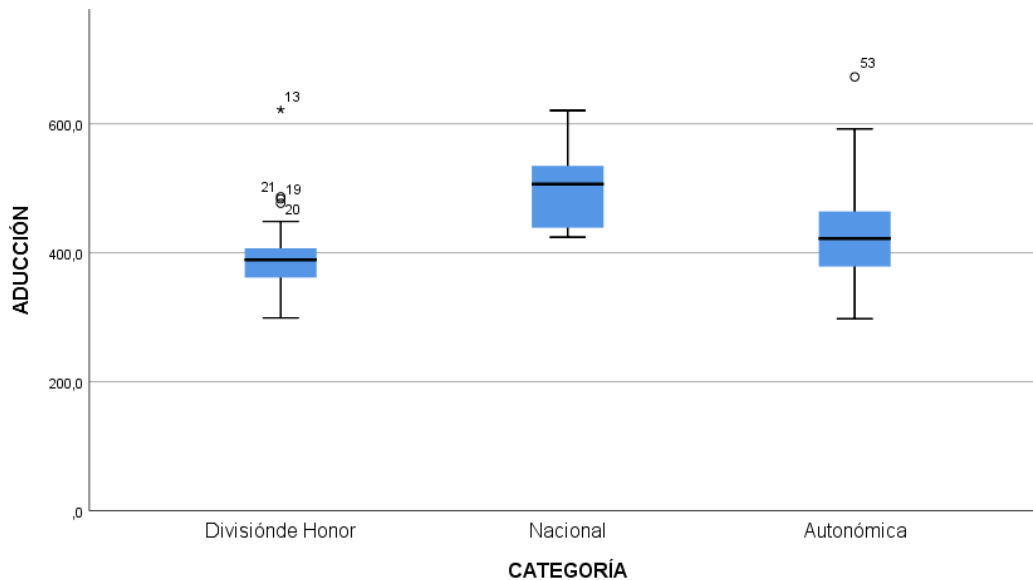


Gráfico 15. Diagrama de cajas de la fuerza máxima ejercida en la ADD de cadera en cada una de las categorías de competición.

Fuerza de ADD con el IMC

Previamente se realizaron los tests de normalidad de la fuerza máxima de los ADD, confirmando dicha normalidad (*Tabla 15*). En la *Tabla 23* se observa el test de normalidad de los datos del IMC, pero en esta ocasión, no se pudo confirmar la normalidad. Al ser dos variables cuantitativas, una distribuida de manera normal (Fuerza de ADD) y otra que no se distribuye de manera normal (IMC), se procedió a realizar el test estadístico no paramétrico de Spearman, presentado en la *Tabla 23*.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
IMC	,124	53	,041	,930	53	,004

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 23. Pruebas de normalidad de distribución de los datos de índice de masa corporal.

Podemos ver que $p=0,041$, por lo tanto, al ser $p<0,05$ pensamos que los datos no se distribuyen de forma normal. Procedemos a valorar los siguientes criterios para confirmar.

1. 100% de los valores comprendidos entre la $\bar{X} \pm 3 SD$

Máximo: $22,651+(3*1,3335) =26,651$

Mínimo: $22,651-(3*1,3335) =18,650$

Por lo que este criterio no se cumple ya que el valor inferior está por debajo del mínimo.

2. $|Asimetría| < 2 EE$ de la asimetría

$1,111 < 2*0,327? \rightarrow 1,111 < 0,654$

Por lo tanto, este criterio tampoco se cumple.

3. $|Curtosis| < 2EE$ de la curtosis

$2,559 < 2*0,644? \rightarrow 2,559 < 1,288$

Este criterio tampoco se cumple.

Por lo tanto al tener una variable que se distribuye de manera normal (fuerza máxima pico de ADD) y otra que no se distribuye de manera normal (IMC), se procedió a realizar una prueba no paramétrica, en este caso al ser dos variables numéricas, fue la correlación de Spearman (Tabla 24).

Correlaciones

			ADUCCIÓN	IMC
Rho de Spearman	ADUCCIÓN	Coefficiente de correlación	1,000	,244
		Sig. (bilateral)	.	,078
		N	53	53
	IMC	Coefficiente de correlación	,244	1,000
		Sig. (bilateral)	,078	.
		N	53	53

Tabla 24. Correlación de Spearman entre la fuerza isométrica máxima de los ADD de cadera y el IMC de los sujetos de estudio.

Obtenemos un coeficiente de correlación (0,244) entre la fuerza máxima de ADD y el IMC bajo que se comporta de forma positiva. Pasamos a usar el valor de significancia de Spearman para evaluar la probabilidad de que en la población estas dos variables no estén correlacionadas linealmente y que el coeficiente de correlación sea 0. En este caso $p=0,078$ por lo que en la población la correlación es cero y no podemos hacer inferencias a la población general.

Ratio ADD:ABD con la edad

De la misma manera que con los datos de fuerza máxima de ADD, se realizó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov del ratio de ADD:ABD de cadera (*Tabla 26*) y de los datos de edad, expuestos anteriormente en la *Tabla 16*. Posteriormente se confirmó o no la normalidad mediante la inclusión del 100% de los valores entre la $\bar{X} \pm 3 SD$, la confirmación de que el valor absoluto de la asimetría sea menor al doble del error estándar de la asimetría y finalmente que el valor absoluto de la curtosis sea menor al doble del error estándar de la curtosis.

N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Asimetría	Error estándar de asimetría	Curtosis	Error estándar de curtosis
53	,6	1,3	,923	,1612	,591	,327	,052	,644

Tabla 25. Datos descriptivos obtenidos del ratio de los ADD:ABD de cadera.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RATIO ADD:ABD	,119	53	,060	,967	53	,149

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 26. Pruebas de normalidad de distribución de los datos del ratio ADD:ABD de cadera.

Podemos ver que $p=0,060$, por lo tanto, al ser $p>0,05$ suponemos que los datos se distribuyen de forma normal. Procedemos valorar los siguientes criterios para confirmar.

1. 100% de los valores comprendidos entre la $\bar{X} \pm 3 SD$

$$\text{Máximo: } 0,923 + (3 * 0,1612) = 1,4066$$

$$\text{Mínimo: } 0,923 - (3 * 0,1612) = 0,4394$$

Por lo que este criterio sí se cumple.

2. $| \text{Asimetría} | < 2 \text{ EE de la asimetría}$

$$0,591 < 2 * 0,327? \rightarrow 0,591 < 0,654$$

Por lo tanto, este criterio sí se cumple.

3. $| \text{Curtosis} | < 2 \text{ EE de la curtosis}$

$$0,052 < 2 * 0,644? \rightarrow 0,052 < 1,288$$

Por lo que este criterio sí se cumple.

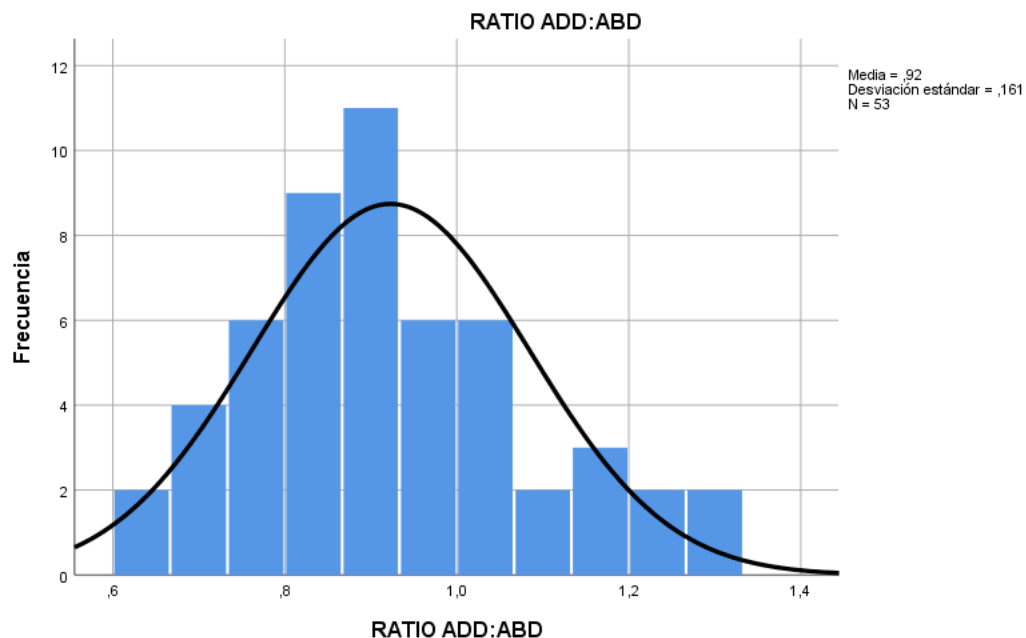


Gráfico 16. Frecuencia de los diferentes valores del ratio ADD:ABD obtenidos junto con la curva de normalidad.

En conclusión, las pruebas realizadas para comprobar la normalidad de distribución de los datos del ratio de ADD:ABD y observando el *Gráfico 16*, podemos confirmar que los datos del ratio ADD:ABD de cadera siguen una distribución normal. Como la edad no comparte esta normalidad en la distribución de los datos, se procedió a realizar el test no paramétrico de Spearman (*Tabla 27*).

Correlaciones

			EDAD	RATIO ADD:ABD
Rho de Spearman	EDAD	Coeficiente de correlación	1,000	,023
		Sig. (bilateral)	.	,870
		N	53	53
	RATIO ADD:ABD	Coeficiente de correlación	,023	1,000
		Sig. (bilateral)	,870	.
		N	53	53

Tabla 27. Correlación de Spearman entre el ratio ADD:ABD y la edad de los sujetos de estudio.

Obtenemos un coeficiente de correlación de 0,023. Por lo que podemos afirmar que es una correlación nula o muy baja positiva en la que a medida que aumenta la edad, aumenta mínimamente el ratio ADD:ABD de los futbolistas juveniles. Utilizamos el valor de significancia de Spearman para evaluar la probabilidad de que en la población estas dos variables no estén correlacionadas linealmente y que el coeficiente de correlación sea 0. En este caso $p=0,870$ por lo que en la población la correlación es cero y no podemos hacer inferencias.

Ratio ADD:ABD con la posición en el terreno de juego

De la misma manera que en el apartado anterior, contamos con una variable numérica que se distribuye de manera normal (ratio ADD:ABD) (Tabla 26) y otra variable cualitativa que es la posición del jugador. Por lo tanto, se procede a realizar un test paramétrico de ANOVA de un factor tras confirmar la homogeneidad de varianzas con el test de Levene ($p=0,336$) (Tabla 28) para así conocer si hay diferencias entre las diferentes posiciones que ocupan los sujetos en el terreno de juego.

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RATIO	Se basa en la media	,336	4	48	,852
ADD:ABD	Se basa en la mediana	,294	4	48	,880
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,294	4	44,942	,880
	Se basa en la media recortada	,350	4	48	,843

Tabla 28. Prueba de homogeneidad de varianzas obtenido de las variables de ratio ADD:ABD de cadera y la posición en el terreno de juego mediante el test de Levene.

ANOVA

RATIO ADD:ABD

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,014	4	,004	,129	,971
Dentro de grupos	1,337	48	,028		
Total	1,352	52			

Tabla 29. ANOVA de un factor de la ratio ADD:ABD en cada posición de juego .

En el ANOVA de la *Tabla 29* obtenemos un valor de significancia alto ($p=0,971$), por lo que no se encontraron diferencias entre las diferentes posiciones de juego en el ratio ADD:ABD obtenido por los sujetos, como bien se puede observar en el *Gráfico 17* presentado a continuación..

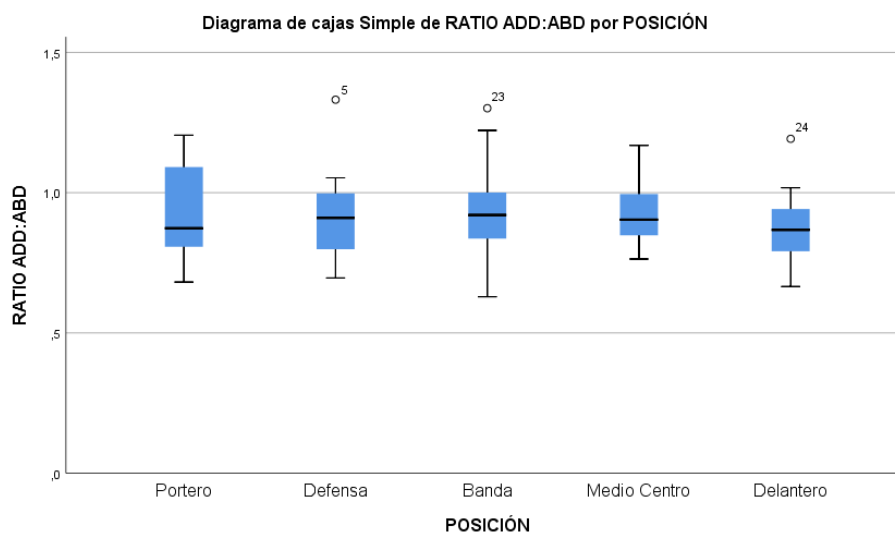


Gráfico 17. Ratio ADD:ABD obtenido según la posición de los jugadores.

Ratio ADD:ABD con la categoría de competición

Conociendo la normalidad de los datos de ADD:ABD previamente comprobada mediante las pruebas pertinentes (*Tabla 26*), se cuenta con una variable cuantitativa que se distribuye de manera normal (ratio ADD:ABD) y otra variable cualitativa, por lo que se procedió con la prueba paramétrica ANOVA de un factor (*Tabla 31*) para investigar si existen diferencias en las diferentes categorías de competición, tras confirmar también la homogeneidad de varianzas mediante el test de Levene ($p=0,408$) (*Tabla 30*).

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RATIO	Se basa en la media	,408	2	50	,667
ADD:ABD	Se basa en la mediana	,454	2	50	,637
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,454	2	44,902	,638
	Se basa en la media recortada	,444	2	50	,644

Tabla 30. Prueba de homogeneidad de varianzas obtenido de las variables de ratio ADD:ABD de cadera y las categorías de competición mediante el test de Levene.

ANOVA

RATIO ADD:ABD

	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,014	2	,007	,265	,769
Dentro de grupos	1,337	50	,027		
Total	1,352	52			

Tabla 31. Prueba estadística de ANOVA de un factor de las ratios ADD:ABD y las diferentes categorías de competición.

No se encontraron diferencias significativas entre las diferentes categorías de competición ($p=0,769$).

Correlacionar la ratio ADD:ABD con el IMC

Se realizaron los test de normalidad de la ratio ADD:ABD, confirmando dicha normalidad (*Tabla 26*). A continuación, se realizó el mismo test para comprobar la normalidad de los datos de IMC, pero no se confirmó la normalidad (*Tabla 23*). Por lo tanto, contamos con una variable cuantitativa que se distribuye de manera normal y otra variable cuantitativa que no se distribuye de manera normal, motivo por el que se procedió con el test estadístico no paramétrico de Spearman (*Tabla 32*).

			Correlaciones	
			RATIO ADD:ABD	IMC
Rho de Spearman	RATIO ADD:ABD	Coefficiente de correlación	1,000	-,119
		Sig. (bilateral)	.	,397
		N	53	53
	IMC	Coefficiente de correlación	-,119	1,000
		Sig. (bilateral)	,397	.
		N	53	53

Tabla 32. Correlación de Spearman entre la ratio ADD:ABD de cadera y el IMC de los sujetos del estudio.

Los datos que se obtuvieron en la *Tabla 32* nos indican que existe una correlación nula o muy baja negativa ($p=-0,119$) entre el ratio ADD:ABD y el IMC de los sujetos (*Gráfico 18*). Utilizamos el valor de significancia de Spearman para evaluar la probabilidad de que en la población estas dos variables no estén correlacionadas linealmente y que el coeficiente de correlación sea 0. En este caso $p=0,397$ por lo que en la población la correlación es cero y no podemos hacer inferencias.

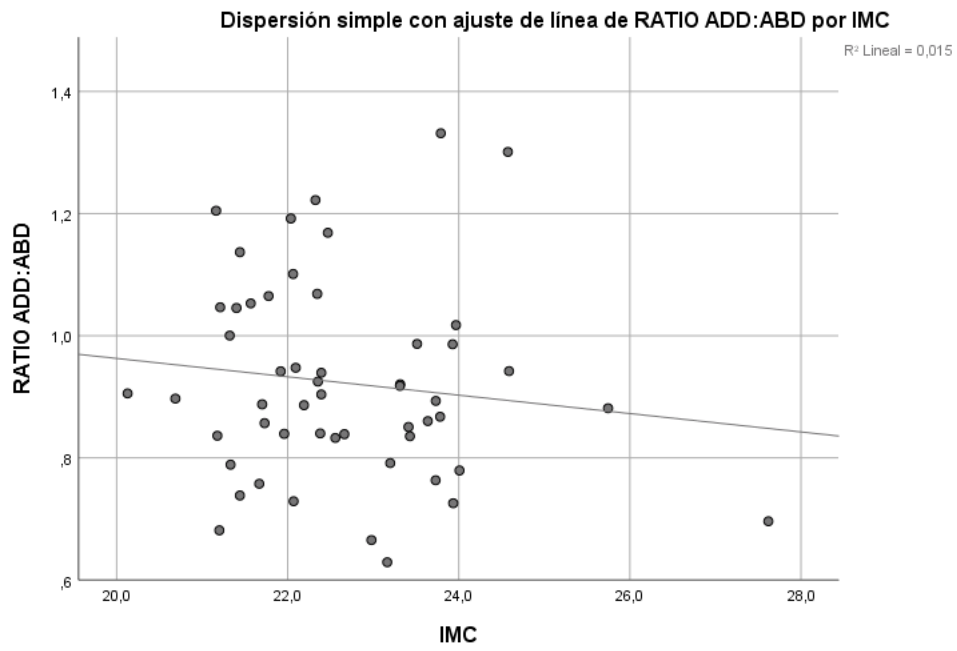


Gráfico 18. Nube de puntos entre la ratio ADD:ABD y el IMC de los sujetos de estudio.

Discusión

En este estudio se examinaron los valores normativos de $F_{\text{máx}}$ de los aductores de cadera y los valores normativos correspondientes al ratio ADD:ABD en 53 futbolistas juveniles de élite, sanos, que cumplieron todos los criterios de inclusión y exclusión estipulados para la realización del presente estudio y presentados en la *Tabla 1*. Se decidió realizar las mediciones de fuerza isométrica con un dinamómetro (***¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.***), debido a la evidencia existente en cuanto a la utilización de este método, o en su defecto un esfigmomanómetro, por su buena fiabilidad, con un coeficiente de correlación intraclase entre 0,70 y 0,90; y una variabilidad de test-retest inferior al 6% (31).

También se procedió a correlacionar cada una de las variables dependientes ($F_{\text{máx}}$ y ratio ADD:ABD) con la edad, la posición de juego, la categoría de competición y el IMC de los sujetos.

No se encontraron datos estadísticamente relevantes en la valoración de la $F_{\text{máx}}$ de aductores con la edad ($p=0,119$), ni en la $F_{\text{máx}}$ de aductores con la posición desempeñada en el terreno de juego ($p=0,411$), ni en la correlación de la $F_{\text{máx}}$ de los aductores con el IMC de los sujetos estudiados ($p=0,078$). En cambio, sí que se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la $F_{\text{máx}}$ ejercida con los aductores de cadera dependiendo de la categoría de competición ($p=0,001$). Como podemos observar en el diagrama de cajas presentado en el *Gráfico 15*, se observó una diferencia significativa entre la División de Honor y la Liga Nacional ($p=0,001$), y entre la Liga Nacional y la categoría Autonómica ($p=0,045$), pero no entre la División de Honor y la categoría Autonómica ($p=0,413$). Estos resultados son cuanto menos sorprendentes ya que no concuerdan con el orden cronológico de categorías, que es el siguiente: la máxima categoría corresponde a División de Honor, seguida por la Liga Nacional y finalmente la categoría Autonómica. Nuestros resultados difieren de los obtenidos por Karatrantou K, et al. (26), quienes afirman que la fuerza isométrica máxima aumenta cronológicamente con la edad en futbolistas juveniles, que en el caso de nuestro estudio, al ser una cantera de fútbol profesional, coinciden mayoritariamente con la categoría en la que compiten, de manera que los juveniles de primer año (16 años)

suelen competir en Autonómica, los juveniles de segundo año (17 años) suelen competir en Liga Nacional y los de tercer año (18 años) suelen competir en la División de Honor, aunque podemos encontrarnos con algún caso contado que no coincida con esta repartición. Esto nos lleva a pensar que la fuerza isométrica de los ADD no depende tanto de la edad, sino que tendrá más influencia el trabajo realizado por los jugadores durante los entrenamientos de cada uno de los equipos. Para estudiar esto tendríamos que controlar e igualar las diferentes variables de intensidad y control de cargas de los entrenamientos de cada equipo, lo cual se escapa de los objetivos planteados para la realización este estudio.

En cuando a las variables estudiadas respecto al ratio ADD:ABD de la cadera, no se encontraron diferencias significativas ni entre el ratio ADD:ABD con la edad ($p=0,870$), ni en el ratio ADD:ABD con la posición del jugador en el terreno de juego ($0,971$), ni en el ratio ADD:ABD con la categoría en la que se compite ($0,769$), ni en el ratio ADD:ABD con el IMC del futbolista ($0,397$).

Procediendo con el objetivo principal del estudio, que era aportar valores normativos tanto de la F_{\max} de los aductores de cadera como del ratio ADD:ABD en futbolistas de élite juveniles, podemos comprobar los resultados obtenidos en las *Tabla 13* y *Tabla 14*.

El Gold Standar de F_{\max} de los aductores de cadera en este estudio se estableció en $439,09 \pm 84,54$ N. Si calculamos el valor más bajo ($439,09 - 84,54 = 354,55$), nos servirá para reconocer aquellos jugadores que se encuentren en mayor riesgo de padecer lesión de la musculatura aductora, ya que el déficit de la fuerza de los ADD de cadera ha demostrado ser un importante factor de riesgo modificable (32), asociado a una elevada probabilidad de lesión de aductores (33,34). Lo interesante de este dato, es que estamos hablando de un factor de riesgo modificable, por lo tanto, los valores normativos y una desviación estándar aportados en la *Tabla 13* de este estudio se pueden utilizar eficazmente para identificar a futbolistas que podrían encontrarse en una elevado riesgo de lesión y para valorar la fuerza de los jugadores tras las vacaciones o a la hora de dar el alta deportiva y reincorporarse a los entrenamiento con el resto del grupo tras una lesión de aductores entre otras. Una vez detectados los deportistas en mayor riesgo, se puede implementar un programa preventivo con trabajo de fuerza como el propuesto en 2019 por Harøy J, et al. (32) para devolver a estos deportistas a

valores normales de fuerza e intentar mantener el riesgo de lesión lo más bajo posible, teniendo en cuenta lo complicado que es esto y dando por hecho la imposibilidad de eliminar por completo el riesgo de lesión durante la práctica deportiva a cualquier nivel competitivo.

Wollin M, et al. (6) defienden la reducción del >15% de la fuerza muscular de los aductores como factor de riesgo para padecer lesiones, por lo que con las mediciones de fuerza podemos detectar esa reducción del 15% y como venimos diciendo, poner remedio a la situación mediante diferentes propuestas de entrenamiento con el fin de recuperar la fuerza perdida (32). Es necesario también conocer los motivos de pérdida de fuerza individuales de cada deportista ya que, si las mediciones se realizan tras un partido o tras un entrenamiento demandante, podrán observarse disminuciones en la producción de fuerza debido a fatiga, por lo tanto, es un método que debería usarse con cautela.

Diferentes investigadores han estudiado la fuerza de la musculatura aductora con diversos aparatos de medición como dinamómetros isocinéticos (26,35), dinamómetros de mano (27,29,30,34-38), esfigmomanómetros o tensiómetros (39-41); en diferentes posiciones: 0° (29,38,39), 45° (29,34,38), 60° (39), 90° (29,39) y en sujetos de diferentes deportes y edades, por lo que ante la falta de bibliografía con sujetos de características parecidas a nuestros sujetos de estudio, la comparación entre diferentes estudios se ve limitada. Por ejemplo, Mosler A, et al. (34) aportan sus resultados normalizados respecto al brazo de palanca y el peso de los sujetos (Nm/kg). Moreno-Pérez V, et al. (42) aportan la idea de que una fuerza de 465,33 N corresponde a la probabilidad de no sufrir lesión del 72%, pero tenemos que tener en cuenta que su muestra contaba entre otros con 35 jugadores de la primera división portuguesa (24,8±4,2 años; 79,9±5,8 kg de peso corporal; y una altura de 182±5,5 cm), por lo que resultaría inadecuado compararlo con los resultados de nuestro estudio ya que los sujetos no se asemejan. Tampoco podemos comparar nuestros datos con los aportados en un estudio publicado en 2020 por Lonie T, et al. (21) ya que mide a deportistas de otro deporte (fútbol con reglas australianas), pero sí que es de interés el aporte que hacen acerca de la evolución positiva de la F_{máx} de los aductores y abductores desde la pretemporada hasta la mitad de temporada. Al igual que el ratio ADD:ABD, obteniendo valores más altos a mitad de

temporada que en pretemporada, coincidiendo con los datos descritos por Wollin M, et al. en 2018 (6), estos sí, estudiando a futbolistas de élite juveniles. Esto nos informa de la importancia de no sólo realizar las mediciones en la pretemporada, sino de manera habitual a lo largo de la temporada competitiva. De esta manera tendremos datos de la evolución de la fuerza que serán mucho más reales para luego poder utilizarlos a la hora de monitorizar aquellos deportistas que por cualquier motivo hayan sufrido una lesión.

La ratio de la ADD:ABD de cadera en este estudio se presenta en *Tabla 14* mediante la media y una desviación estándar. Calculando el valor más bajo ($0,9-0,2= 0,7$), nos servirá también para detectar a jugadores que se encuentren en posible riesgo de lesión de la musculatura aductora de la cadera, esta vez por una descompensación agonista/antagonista entre la fuerza ejercida por los aductores y los abductores de esta articulación. Nuestros valores normativos son algo más bajos que los encontrados en estudios anteriores (6,8,34) u otros estudios que ponen la barrera entre los deportistas sanos y los que muestran un déficit a partir de un ratio igual o superior a 0,9 (21,23,26,27), aunque debemos tener en cuenta que en estos casos los test se han realizado con un dinamómetro isocinético, midiendo la fuerza excéntrica y/o concéntrica y en ocasiones de manera unilateral, mientras que en nuestro estudio se realizó de manera isométrica y bilateral por los que debemos tener precaución a la hora de comparar los resultados. En el presente estudio se decidió medir de manera bilateral ya que el squeeze test de aductores no corresponde a la fuerza ejercida de manera unilateral, sino que, según Thorborg K, et al. (23), existe una contribución de ambas piernas al realizar el test de manera unilateral.

Conclusiones

- Se determinan valores normativos de la fuerza isométrica máxima voluntaria de aducción de cadera en futbolistas de élite juveniles: $439,09 \pm 84,54\text{N}$. Estos datos nos permitirán monitorizar la fuerza aductora de estos futbolistas, con el fin de detectar a aquellos que presenten déficits de fuerza, y poder utilizar estos datos para minimizar la incidencia lesional.
- Se establecen valores normativos de la ratio ADD:ABD de cadera en futbolistas de élite juveniles en $0,9 \pm 0,2$ (Media \pm SD). Estos datos se podrán usar para asegurar una buena coordinación y un buen equilibrio de fuerzas entre la musculatura agonista y la musculatura antagonista de los aductores de cadera.

Bibliografía

- (1) Peek K, Gatherer D, Bennett KJM, Fransen J, Watsford M. Muscle strength characteristics of the hamstrings and quadriceps in players from a high-level youth football (soccer) Academy. *Res Sports Med* 2018 Jul-Sep;26(3):276-288.
- (2) Bengtsson H, Ekstrand J, Hägglund M. Muscle injury rates in professional football increase with fixture congestion: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sports Med* 2013 Aug;47(12):743-747.
- (3) Pfirrmann D, Herbst M, Ingelfinger P, Simon P, Tug S. Analysis of injury incidences in male professional adult and elite youth soccer players: a systematic review. *J Athl Train* 2016 May;51(5):410-424.
- (4) Aceña Rodríguez A. Lesiones musculares en fútbol: revisión y diseño de protocolos en la lesión del bíceps femoral. 2015 March 14,;11:31-41.
- (5) López-Valenciano A, Ruiz-Pérez I, Garcia-Gómez A, Vera-Garcia FJ, De Ste Croix M, Myer GD, et al. Epidemiology of injuries in professional football: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2019 Jun 06,.
- (6) Wollin M, Thorborg K, Welvaert M, Pizzari T. In-season monitoring of hip and groin strength, health and function in elite youth soccer: implementing an early detection and management strategy over two consecutive seasons. *J Sci Med Sport* 2018 Oct;21(10):988-993.
- (7) Jones A, Jones G, Greig N, Bower P, Brown J, Hind K, et al. Epidemiology of injury in English professional football players: a cohort study. *Phys Ther Sport* 2019 Jan;35:18-22.
- (8) Engebretsen AH, Myklebust G, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Intrinsic risk factors for groin injuries among male soccer players: a prospective cohort study. *Am J Sports Med* 2010 Oct;38(10):2051-2057.
- (9) Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med* 2011 Jun;39(6):1226-1232.
- (10) Thorborg K, Rathleff MS, Petersen P, Branci S, Hölmich P. Prevalence and severity of hip and groin pain in sub-elite male football: a cross-sectional cohort study of 695 players. *Scand J Med Sci Sports* 2017 Jan;27(1):107-114.
- (11) Serner A, Weir A, Tol JL, Thorborg K, Roemer F, Guermazi A, et al. Characteristics of acute groin injuries in the adductor muscles: a detailed MRI study in athletes. *Scand J Med Sci Sports* 2018 Feb;28(2):667-676.

- (12) Serner A, Mosler AB, Tol JL, Bahr R, Weir A. Mechanisms of acute adductor longus injuries in male football players: a systematic visual video analysis. *Br J Sports Med* 2019 Feb;53(3):158-164.
- (13) Watanabe K, Nunome H, Inoue K, Iga T, Akima H. Electromyographic analysis of hip adductor muscles in soccer instep and side-foot kicking. *Sports Biomech* 2018 Aug 13,:1-12.
- (14) Maly T, Sugimoto D, Izovska J, Zahalka F, Mala L. Effect of muscular strength, asymmetries and fatigue on kicking performance in soccer players. *Int J Sports Med* 2018 Apr;39(4):297-303.
- (15) Kellis E, Katis A. Biomechanical characteristics and determinants of instep soccer kick. *Journal of sports science & medicine* 2007;6(2):154-165.
- (16) Charnock BL, Lewis CL, Garrett WE, Queen RM. Adductor longus mechanics during the maximal effort soccer kick. *Sports Biomech* 2009 Sep;8(3):223-234.
- (17) Núñez FJ, Santalla A, Carrasquilla I, Asian JA, Reina JI, Suarez-Arrones LJ. The effects of unilateral and bilateral eccentric overload training on hypertrophy, muscle power and COD performance, and its determinants, in team sport players. *PLoS ONE* 2018;13(3):e0193841.
- (18) Havens KL, Sigward SM. Joint and segmental mechanics differ between cutting maneuvers in skilled athletes. *Gait Posture* 2015 Jan;41(1):33-38.
- (19) Brughelli M, Cronin J, Levin G, Chaouachi A. Understanding change of direction ability in sport: a review of resistance training studies. *Sports Med* 2008;38(12):1045-1063.
- (20) Rodriguez R. Measuring the Hip adductor to abductor strength ratio in ice hockey and soccer players: a Critically appraised topic. *J Sport Rehabil* 2019 Jun 12,:1-6.
- (21) Lonie TA, Brade CJ, Finucane ME, Jacques A, Grisbrook TL. Hip adduction and abduction strength and adduction-to-abduction ratio changes across an Australian football league season. *J Sci Med Sport* 2020 Jan;23(1):2-6.
- (22) Polglass G, Burrows A, Willett M. Impact of a modified progressive Copenhagen adduction exercise programme on hip adduction strength and postexercise muscle soreness in professional footballers. *BMJ Open Sport Exerc Med* 2019;5(1):e000570.
- (23) Thorborg K, Branci S, Nielsen MP, Tang L, Nielsen MB, Hölmich P. Eccentric and isometric hip adduction strength in male soccer players with and without adductor-related groin pain: an assessor-blinded comparison. *Orthop J Sports Med* 2014 Feb;2(2):2325967114521778.

- (24) Fulcher ML, Hanna CM, Raina Elley C. Reliability of handheld dynamometry in assessment of hip strength in adult male football players. *J Sci Med Sport* 2010 Jan;13(1):80-84.
- (25) Tyler TF, Nicholas SJ, Campbell RJ, McHugh MP. The association of hip strength and flexibility with the incidence of adductor muscle strains in professional ice hockey players. *Am J Sports Med* 2001 Mar-Apr;29(2):124-128.
- (26) Karatrantou K, Gerodimos V, Katsareli E, Manouras N, Ioakimidis P, Famisis K. Strength profile of hip abductor and adductor muscles in youth elite soccer players. *J Hum Kinet* 2019 Mar;66:31-41.
- (27) Thorborg K, Serner A, Petersen J, Madsen TM, Magnusson P, Hölmich P. Hip adduction and abduction strength profiles in elite soccer players: implications for clinical evaluation of hip adductor muscle recovery after injury. *Am J Sports Med* 2011 Jan;39(1):121-126.
- (28) Serner A, Jakobsen MD, Andersen LL, Hölmich P, Sundstrup E, Thorborg K. EMG evaluation of hip adduction exercises for soccer players: implications for exercise selection in prevention and treatment of groin injuries. *Br J Sports Med* 2014 Jul;48(14):1108-1114.
- (29) Hanna CM, Fulcher ML, Elley CR, Moyes SA. Normative values of hip strength in adult male association football players assessed by handheld dynamometry. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2010 May 1;13(3):299-303.
- (30) Thorborg K, Couppé C, Petersen J, Magnusson SP, Hölmich P. Eccentric hip adduction and abduction strength in elite soccer players and matched controls: a cross-sectional study. *British Journal of Sports Medicine* 2011 /01/01;45(1):10-13.
- (31) Ryan S, Kempton T, Pacecca E, Coutts AJ. Measurement properties of an adductor strength-assessment system in professional Australian footballers. *Int J Sports Physiol Perform* 2019 Feb 01;14(2):256-259.
- (32) Harøy J, Clarsen B, Wiger EG, Øyen MG, Serner A, Thorborg K, et al. The adductor strengthening programme prevents groin problems among male football players: a cluster-randomised controlled trial. *Br J Sports Med* 2019 Feb;53(3):150-157.
- (33) Whittaker JL, Small C, Maffey L, Emery CA. Risk factors for groin injury in sport: an updated systematic review. *Br J Sports Med* 2015 Jun;49(12):803-809.
- (34) Mosler AB, Crossley KM, Thorborg K, Whiteley RJ, Weir A, Serner A, et al. Hip strength and range of motion: normal values from a professional football league. *J Sci Med Sport* 2017 Apr;20(4):339-343.
- (35) Stark T, Walker B, Phillips JK, Fejer R, Beck R. Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *PM R* 2011 May;3(5):472-479.

- (36) Crow JF, Pearce AJ, Veale JP, VanderWesthuizen D, Coburn PT, Pizzari T. Hip adductor muscle strength is reduced preceding and during the onset of groin pain in elite junior Australian football players. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2010 March 1;13(2):202-204.
- (37) Esteve E, Rathleff MS, Vicens-Bordas J, Clausen MB, Hölmich P, Sala L, et al. Preseason adductor squeeze strength in 303 Spanish male soccer athletes: a cross-sectional Study. *Orthop J Sports Med* 2018 Jan;6(1):2325967117747275.
- (38) Light N, Thorborg K. The precision and torque production of common hip adductor squeeze tests used in elite football. *J Sci Med Sport* 2016 Nov;19(11):888-892.
- (39) Hodgson L, Hignett T, Edwards K. Normative adductor squeeze tests scores in rugby. *Phys Ther Sport* 2015 May;16(2):93-97.
- (40) Delahunt E, Kennelly C, McEntee BL, Coughlan GF, Green BS. The thigh adductor squeeze test: 45° of hip flexion as the optimal test position for eliciting adductor muscle activity and maximum pressure values. *Man Ther* 2011 Oct;16(5):476-480.
- (41) Coughlan GF, Delahunt E, Caulfield BM, Forde C, Green BS. Normative adductor squeeze test values in elite junior rugby union players. *Clin J Sport Med* 2014 Jul;24(4):315-319.
- (42) Moreno-Pérez V, Travassos B, Calado A, Gonzalo-Skok O, Del Coso J, Mendez-Villanueva A. Adductor squeeze test and groin injuries in elite football players: a prospective study. *Phys Ther Sport* 2019 May;37:54-59.

Anexos

Anexo 1. Documento CEIC Hospital Clínico San Carlos.



Informe Dictamen Protocolo Favorable

C.P. - C.I. 15/416-E

11 de septiembre de 2015

CEIC Hospital Clínico San Carlos

Dra. Mar García Arenillas
Presidenta del CEIC Hospital Clínico San Carlos

CERTIFICA

Que el CEIC Hospital Clínico San Carlos en su reunión del día 09/09/2015, acta 9.1/15 ha evaluado la propuesta del promotor/investigador referida al estudio:

Título: "Variación de los datos biomecánicos del movimiento del cuerpo humano, por rangos de edad, sexo, actividad deportiva y características antropométricas, tras la aplicación de técnicas de fisioterapia deportiva".

Que en este estudio:

- o Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- o Es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado.
- o La capacidad del investigador y los medios disponibles son adecuados para llevar a cabo el estudio.
- o El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto de los postulados éticos.
- o Se cumplen los preceptos éticos formulados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica mundial sobre principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos y en sus posteriores revisiones, así como aquellos exigidos por la normativa legal aplicable en función de las características del estudio.

Es por ello que el Comité **informa favorablemente** sobre la realización de dicho proyecto por el **Dr. D. Néstor Pérez Mallada** como investigador.

Lo que firmo en Madrid, a 11 de septiembre de 2015

Dra. Mar García Arenillas
Presidenta del CEIC Hospital Clínico San Carlos

Anexo 2. Documento de consentimiento informado.

Título del estudio: **Valores normativos de fuerza isométrica máxima y ratio agonista antagonista de los aductores de cadera en futbolistas de élite.**

Nombre y apellidos del investigador: Javier Torrijos Mediavilla

Correo electrónico: javiertorrijosfitness@outlook.com

Lugar del estudio: Ciudad Deportiva Fundación Rayo Vallecano, en Madrid.

Se le pide participar en el siguiente estudio por su condición como futbolista de edad juvenil de la cantera del Rayo Vallecano. Mediante la realización de este estudio podremos contar con datos que nos serán de gran interés para la prevención de una de las lesiones más recurrentes en el fútbol.

Su participación es completamente voluntaria, si por cualquier motivo no desea hacerlo, no tendrá ningún inconveniente para seguir disfrutando de los servicios de fisioterapia ofrecidos por el club.

Lea este documento y realice todas las preguntas que le surjan al investigador del proyecto (J.T.). Si es mayor de edad y acepta participar, firme la hoja adjunta tras este documento y devuélvala al investigador principal. En caso de ser menor de edad será necesaria la firma del tutor legal.

El fisioterapeuta de la cantera del club J.T. llevará a cabo el estudio. No se recibirá financiación alguna, ni pagos de ningún tipo por realizarlo.

El propósito de la realización de este estudio es conocer los valores medios de la fuerza isométrica máxima de los aductores de cadera y el ratio de la fuerza isométrica máxima entre los aductores y abductores, lo cual nos ayudará posiblemente a disminuir el índice lesional de los jugadores de nuestra cantera.

Las mediciones se realizarán pautadas por el servicio de fisioterapia y readaptación del club y en concordancia con los entrenamientos de cada equipo, por lo que no será necesario usar horas extras a los entrenamientos. En las mediciones se contará con todos los jugadores de categoría juvenil del club. Si acepta participar en el estudio, aceptará a que sus datos sean utilizados para calcular los datos medios de la cantera. En

ningún caso se compartirá información personal, la cual será tratada según la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre de protección de datos personales. Para que sus datos sean confidenciales se harán 2 horas de datos. En la primera aparecerán nombres y apellidos junto con sus datos de fuerza obtenidos, y sólo el investigador principal (J.T.) tendrá acceso a ellos. En la segunda hoja de datos sólo aparecerá un número identificador junto con los datos de fuerza obtenidos, y será la que se comparta con el resto del staff del club.

Los beneficios para usted serán los comentados acerca de intentar disminuir la incidencia lesional de la cantera, y en caso de no estar dentro de los patrones normales de fuerza encontrados gracias a los datos de este estudio, se le ofrecerá la posibilidad de llevar a cabo entrenamientos de fuerza preventivos para lograr la fuerza adecuada en comparación con el resto de los compañeros.

No existen mayores riesgos con la realización de este estudio ya que se tomarán todo tipo de precauciones y el investigador está adecuadamente formado para su desarrollo.

Los datos serán compartidos con los preparadores físicos de cada equipo individualmente en cuanto se realicen las pruebas de fuerza, pero los resultados finales del estudio no serán compartidos hasta la finalización del mismo.

Si en cualquier momento usted decide no participar en el estudio, está en todo su derecho de comunicárselo vía email al investigador principal, quien sin ninguna pega le eliminará del estudio de investigación.

De igual manera, si usted no cumple con los criterios de inclusión y exclusión del estudio, el investigador está en su derecho de no contar con sus datos para la realización de este. Aun así se medirá a todos los juveniles del club y en caso de padecer disminución de la fuerza, tendrá los mismo beneficios que los participantes.

Documento de consentimiento informado. Hoja de firmas.

A rellenar y entregar al investigador principal.

Título del estudio: **Valores normativos de fuerza isométrica máxima y ratio agonista antagonista de los aductores de cadera en futbolistas de élite.**

Nombre y apellidos del investigador: Javier Torrijos Mediavilla

Correo electrónico: javiertorrijosfitness@outlook.com

Lugar del estudio: Ciudad Deportiva Fundación Rayo Vallecano, en Madrid.

He leído la hoja de información del Consentimiento Informado, he recibido una explicación satisfactoria sobre los procedimientos del estudio y su finalidad. He quedado satisfecho con la información recibida, la he comprendido y se me han respondido todas mis dudas. Comprendo que mi decisión de participar es voluntaria. Presto mi consentimiento para el procedimiento propuesto y conozco mi derecho a retirarlo cuando lo desee, con la única obligación de informar mi decisión al fisioterapeuta responsable del estudio.

Firma, aclaración, número de documento del sujeto y fecha.

Firma, aclaración, número de documento del representante legal y fecha (cuando se requiera).

Anexo 3. CINV-20.



**AUTORIZACION PARA LA DEFENSA DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER
ANTE TRIBUNAL**

(Aprobado por la Comisión de Investigación con fecha 27 de junio de 2019)
(Modelo CINV-20)

D. Ricardo Blanco Méndez como Director de Trabajo Fin de Máster de la Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia "San Juan de Dios",

AUTORIZA LA DEFENSA del TFM elaborado por Javier Torrijos Mediavilla

Titulado:

Valores normativos de fuerza isométrica máxima y ratio agonista antagonista de los aductores de cadera en futbolistas de élite

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'RB', is written over a horizontal line.

Ciempozuelos, 29 de Octubre de 2020