

Trabajo Fin de Grado

EVALUACIÓN DE LA FUERZA EXPLOSIVA EN UN EQUIPO DE FÚTBOL JUVENIL MEDIANTE UN TEST DE SALTO CMJ (COUNTERMOVEMENT JUMP) Y UN TEST DE SPRINT DE 10 METROS. (ESTUDIO PILOTO)

Autor:

David Hernández Simón

Tutor

David Sotelino Lopez

Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte- Huesca

Universidad de Zaragoza

2023



Facultad de
Ciencias de la Salud
y del Deporte - Huesca
Universidad Zaragoza



Universidad
Zaragoza

Resumen

El estudio pretende elaborar una herramienta de evaluación de la fuerza explosiva, el principal factor de rendimiento en la modalidad deportiva del fútbol. El estudio se ha realizado con los jugadores del equipo juvenil preferente del C.D. Peñas Oscenses. Se han utilizado un test de salto con contramovimiento CMJ (Countermovement Jump) complementado con un análisis biomecánico del rango articular y un test de sprint de 10 metros. Los resultados muestran que los valores obtenidos se encuentran próximos a los obtenidos en estudios con muestra de población similar, lo que implica que la herramienta es capaz de aportar datos válidos; por otro lado, muestran que no existen asociaciones entre la edad, los rangos de movimiento articular y los valores de rendimiento en los jugadores el equipo. Además, una vez realizado el análisis y la interpretación de los resultados se ha propuesto un instrumento modificado y complementado que permita realmente reorientar e individualizar el entrenamiento de los deportistas.

Palabras clave: fuerza explosiva, fútbol, evaluación, entrenamiento, biomecánica.

Abstract

The study aims to develop a tool for the evaluation of explosive strength, the main performance factor in the soccer sport modality. The study was carried out with the players of youth team of the C. D. Peñas Oscenses.. It was used a countermovement jump test CMJ (Countermovement Jump) complemented with a biomechanical analysis of the joint range and a 10-meter sprint test. The results are similar to other studies, on the other hand, there are no associations between age, joint range of movement and performance values in the players of the team. In addition, once the analysis and interpretation of the results have been carried out, a modified and complemented instrument has been proposed that will allow us to really reorient and individualize the training of the athletes.

Key words: explosive strength, soccer, evaluation, training, biomechaics.

ÍNDICE

- 0- RESUMEN
- 1- INTRODUCCIÓN
 - 1.1 Justificación
 - 1.2 Marco teórico
- 2- OBJETIVOS
- 3- METODOLOGÍA
 - 3.2 Muestra
 - 3.3 Instrumento
 - 3.4 Diseño
 - 3.5 Análisis de datos
- 4- RESULTADOS
- 5- DISCUSIÓN
- 6- CONCLUSIONES
 - 6.1 Limitaciones y fortalezas del estudio
 - 6.2 Prospectivas del estudio
- 7- BIBLIOGRAFÍA
- 8- ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Instrumento observación para salto vertical CMJ y sprint de 10 metros

Tabla 2: Resultados del análisis descriptivo para ambos test.

Tabla 3: Correlación Pearson´s de las variables absolutas de ambos test.

Tabla 4: Correlación Pearson´s de las variables relativas de ambos test.

Tabla 5: Protocolos de evaluación para un instrumento que genere perfiles multidisciplinar de cada jugador

1- INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación del estudio

Desde mis edades escolares más tempranas he practicado ejercicio, en sesiones de “multideporte” en un inicio donde pude experimentar y vivenciar diferentes modalidades. Sin embargo, con apenas 7 años comencé a practicar la actividad extraescolar de “fútbol sala” en el equipo de fútbol de mi localidad natal, Calamocha. Al transcurso de dos años, comencé a practicar la modalidad de fútbol 7 en la categoría alevín, dando el paso al terreno de césped. Continué con la práctica deportiva evolucionando de categorías base de fútbol 11. Finalmente, una vez finalizó mi evolución en el fútbol base en la categoría juvenil, pese a mi comienzo en el Grado De Ciencias de la Actividad Física y del Deporte en Huesca, decidí continuar en el equipo de fútbol de Calamocha, que en ese momento se encontraba en la categoría de 1ª Regional.

Ese mismo año, decidí además comenzar con una etapa nueva dentro de la modalidad deportiva, formando parte del cuerpo técnico de un equipo cadete de dicho club. Podría decir, por tanto, que el fútbol ha formado parte de mi vida durante prácticamente todo el transcurso de la misma y, además, la importancia y relevancia que éste ha tenido en ella ha sido muy alta.

Durante mi formación en el grado universitario se me plantean cuestiones e inquietudes muy familiares debido a este vínculo con la actividad física y el deporte. Algunas de ellas, chocan además con otras inquietudes que me surgen viviendo la modalidad deportiva desde una perspectiva diferente como es la de entrenador.

Una de las mayores inquietudes que me han surgido ha sido la aplicación de los diferentes medios de evaluación de deportistas, ya que la gran parte de éstos han sido abordados desde un marco teórico.

Por otro lado, durante mi etapa como entrenador, he podido apreciar grandes diferencias en cuanto al rendimiento físico de jugadores de un mismo grupo o equipo, cuyas edades son muy similares.

A partir de éstas dos cuestiones, decidí que mi Trabajo Fin de Grado quería enfocarlo a diseñar un instrumento o herramienta de evaluación aplicando algunos de los instrumentos aprendidos que me permitiera obtener diferencias cuantitativas en cuanto a un factor determinante para el rendimiento en la modalidad del fútbol. La finalidad de este instrumento no es otra que tener una herramienta que me permita valorar el efecto del proceso de entrenamiento en un grupo o equipo de fútbol, que me permitiera reorientar e individualizar lo máximo posible dicho proceso de entrenamiento.

1.2 Marco teórico

El **fútbol** es posiblemente el deporte más más popular del mundo (Fernández-Rio et al., 2019). Por su lógica interna, se clasifica como un deporte de colaboración-oposición (Barrera et al., 2021) o también denominado deporte de equipo y se trata del deporte de equipo más practicado en el mundo entre los deportistas de edades escolares (Reyno et al., 2014).

En la modalidad de fútbol 11 se enfrentan como su nombre indica 11 jugadores de cada equipo, en un espacio o cancha con dimensiones de entre 45mx90m hasta 90mx120m donde el objetivo es conseguir anotar más goles (introducir el balón en la portería contraria) que el equipo rival. La duración de los partidos depende de la categoría, pero a partir de categoría juvenil consta de dos partes de 45 minutos, con un descanso entre ambas de 15 minutos (con la posibilidad de prolongaciones de tiempo).

Por sus características de duración, (>1h) la resistencia aeróbica podría ser el factor principal del rendimiento, pero sin embargo, son las acciones breves como saltos,

aceleraciones de pocos metros o lanzamientos las que tienen un papel diferencial en el juego. Estudios como el de Boisseau et al. (2002) muestran que entre el 90-96% de las acciones son en distancias inferiores a 3º metros. Es por ello que autores como Legaz-Arrese en su Manual de entrenamiento deportivo (2012) clasifica al fútbol y deportes de equipo de estas características como modalidades de “esfuerzos intermitentes”, donde el principal factor de rendimiento es la fuerza explosiva.

La **fuerza explosiva** es una de las manifestaciones de la fuerza que se basa en la relación entre la fuerza producida (manifestada o aplicada) y el tiempo necesario para ello (González Badillo, 2000; González Badillo & Ribas, 2002). Dicho de una manera más clara, *es la capacidad de ejercer la mayor cantidad de fuerza posible en el mínimo tiempo posible* (Tous, 1999). Está presente en acciones que caracterizan el deporte como he mencionado anteriormente como los saltos, las aceleraciones en carrera y los lanzamientos y golpes del móvil (el balón) (González Badillo & Ribas, 2002; Bangsbo et al., 2006).

Para evaluar y valorar esta cualidad se pueden utilizar diferentes test, basados ellos en acciones explosivas como lo son los saltos horizontales o verticales. Si bien es cierto estudios como el de Markovik et al., (2004) sugieren la utilización de saltos CMJ (Counter Movement Jump o salto con contramovimiento) o SJ (Squat Jump o salto desde sentadilla). La diferencia entre ambos es que en el caso del CMJ existe como su nombre indica un contramovimiento previo a la fase de ejecución de fuerza y por lo tanto interviene el factor elástico de la musculatura. La elección del test mediante un salto CMJ se debe a la mayor proximidad a la realidad de las acciones que se dan en el contexto deportivo, donde no se parte de una posición de sentadilla, sino que existe esa fase de contra movimiento. Existen otros saltos verticales como el Abalakov (ABK) que serían aún más real o cercano al contexto de competición, ya que no existe una restricción

segmentaria de las extremidades superiores, que contribuyen alrededor de un 12% en el rendimiento del salto con contra movimiento (aunque existen controversias en los motivos de este incremento) (Gutierrez-Dávila et al., 2012).

Otros de los test utilizados para la evaluación de esta capacidad son los “sprint”, que pueden ser de diferentes distancias, en línea recta o con cambios de dirección. Estudios en futbolistas como los de Little & Williams (2005) y Malý et al. (2015) realizaron evaluaciones de sprint a los 10 y a los 30 metros. Para el presente estudio he utilizado un sprint en línea recta de 10 metros, ya que en distancias superiores puede intervenir mayormente la técnica de carrera y otros factores que no interesan en el estudio. Mediante un test con cambios de direcciones habría sido posible evaluar de manera más real, por la similitud a acciones reales de la modalidad y donde intervendría el componente de agilidad (Legaz-Arrese, 2012), pero no era ese el objetivo, sino evaluar de la forma más precisa lo relevante a la fuerza explosiva de cada sujeto.

Para finalizar con este marco teórico, considerar el término de **individualización del entrenamiento** como relevante en este estudio. En la actualidad es una tendencia metodológica muy utilizada, independientemente del nivel deportivo del atleta (Muñoz et al., 2019). Este concepto se basa en la regulación y control de cargas de entrenamiento y competitivas, junto con otras condiciones permiten alcanzar una mayor eficiencia del deportista (Howe, 2018). Se trata de un proceso complejo que para realizarlo adecuadamente se deben tener en cuenta diferentes (Muñoz et al., 2019): factores físicos como genética, sexo, edad, capacidades físicas, habilidades motrices, estado de forma actual y los años de entrenamiento; factores psicológicos como la motivación, experiencia, ritmo de adaptación social y los gustos o preferencias; factores ambientales y del entorno como la alimentación, los medios de recuperación, espacios y medios para la práctica deportiva, tiempo de recuperación y la disponibilidad de los propios atletas.

Por último, y el aspecto más relevante con el estudio, es necesario perfeccionar los métodos de valoración y monitoreo de la preparación física del atleta de manera que permita conocer el estado morfofuncional en cada momento de los deportistas (Muñoz et al., 2019).

2- **OBJETIVOS**

El objetivo principal del trabajo es diseñar un instrumento o herramienta de evaluación para un grupo de población específico como es un equipo de fútbol, aplicando técnicas adecuadas tanto para los parámetros a evaluar como para el contexto en el que me encuentro (escasos recursos materiales, humanos y económicos).

A partir de este objetivo general, los objetivos específicos del estudio son los siguientes:

- Conocer los valores absolutos (altura de salto y tiempo de sprint) y relativos (potencia de salto y de sprint) en referencia a la fuerza explosiva de los jugadores del equipo de fútbol.
- Conocer los valores biomecánicos (rango de movimiento) de la ejecución del CMJ de los jugadores del equipo de fútbol.
- Comparar los valores de fuerza explosiva obtenidos mediante las dos diferentes evaluaciones de la fuerza explosiva y determinar si existe una relación.
- Conocer si existe una relación entre el rango de movimiento de las diferentes articulaciones analizadas en el test de CMJ con el rendimiento en dicho salto.
- Conocer si existe una relación entre la edad de los sujetos y el rango de movimiento de las diferentes articulaciones.
- Conocer si la edad de los sujetos influye en el rendimiento de los test utilizados.

3- METODOLOGÍA

3.1 Muestra

La muestra del estudio está constituida por los jugadores de la plantilla del equipo “juvenil preferente provincial” del Club Deportivo Peñas Oscenses (Huesca) que comprende edades desde los 16 hasta los 18 años (jugadores nacidos desde el 2004 hasta 2006). El tamaño de la muestra es de 22 sujetos, pero debido a que algunos de ellos se encontraban bajo una lesión o en proceso de recuperación de la misma, se decidió prescindir de éstos. Por un lado, con el objetivo de no agravar o que pudieran recaer en sus lesiones y por otro porque la condición en la que se encontraban tras haber estado un periodo inactivo podría alterar los resultados. Esto se debe a que, la fuerza explosiva es una capacidad física con un efecto residual de adaptación muy bajo (tiempo de conservación de los cambios inducidos por el entrenamiento (Legaz-Arrese, 2012).

Se decidió determinar unos criterios estables que determinen la exclusión de los sujetos en la evaluación:

- Jugadores que por lesión no pueden entrenar con normalidad con el grupo
- Jugadores que por lesión, han entrenado con el grupo solamente 1-2 días previos a la evaluación.
- Jugadores que por otros motivos, aunque no se trate de lesión no han podido entrenar con el grupo 1-2 días previos a la evaluación.

A cada uno de los jugadores se les aplicó un consentimiento informado, tanto aquellos que eran mayores de 18 que deberían firmar ellos mismos, como para los menores de edad, que debería ser firmado por sus representantes/tutores legales.

3.2 Instrumento

Tanto la prueba de salto vertical (CMJ) como la prueba de velocidad se realizaron en la misma sesión, en el espacio habitual de entrenamiento del equipo: el campo de fútbol del Complejo Deportivo San Jorge (Huesca).

El instrumento o herramienta de observación utilizado corresponde con el programa informático “Kinovea” en su versión “0.9.5”, con el que se obtendrán las variables que se muestran que se muestran y describen en la tabla 1.

Para la filmación de los test se ha utilizado un dispositivo móvil “Iphon X” capaz de capturar 240 fotogramas por segundo (f.p.s).

Para la medición del peso de los sujetos, necesario para calcular la potencia de salto (variable relativa) se ha utilizado una báscula convencional “Jatta 577” con una precisión de 100 gramos.

Tabla 1: Instrumento observación para salto vertical CMJ y sprint de 10 metros.

VARIABLE	TIPO	DESCRIPCIÓN
CÓDIGO (JUGX)	Identificador	Seudónimos de los sujetos.
EDAD	Cuantitativa	Año de nacimiento de los sujetos: 1 (2006), 2 (2005) y 3 (2004).
Masa corporal (PESO)	Cuantitativa	El peso de cada sujeto (kg). Es necesario para obtener la potencia relativa del salto.
Tiempo de vuelo (TV1-2-3) **	Cuantitativa	Tiempo que transcurre desde el último momento de apoyo hasta el primer contacto con el suelo o aterrizaje (García, 2021).
Altura de salto (ALTURA) *	Cuantitativa	En metros (m). Calculada a partir de la fórmula: $Gravedad (9.81) \times (tiempo\ de\ vuelo)^2 / 8$ (Linthorne, 2001).
Potencia de salto (POT-CMJ)*	Cuantitativa	En Watios (W). Calculada a partir de la fórmula: $51.9 \times CMJ\ altura\ (cm) + 48.9 \times masa\ corporal\ (kg) - 2007$
Tobillo (TOB1-2-3) **	Cuantitativa	En grados (°). Obtenida a través de Kinovea: ángulo de tobillo MET-ML-EFL.
Rodilla (ROD1-2-3) **	Cuantitativa	En grados (°). Obtenida a través de Kinovea: ángulo de rodilla ML-EFL-TM.
Cadera (CAD1-2-3) **	Cuantitativa	En grados (°). Obtenida a través de Kinovea: ángulo de cadera EFL-TM-AC.
Tiempo de sprint (TS1-2-3)***	Cuantitativa	En segundos (s). Calculado con el cronómetro de Kinovea: desde que inicia movimiento hasta pasar las picas que indican el final.
Potencia de sprint (POT-SPRINT)*	Cuantitativa	Potencia máxima. En Watios (W). Calculada mediante la fórmula: $(masa\ corporal \times distancia^2) / tiempo^3$ (Zagatto y col., 2009)

Nota: * variables calculadas. ** variables con 3 intentos/evaluaciones que solo se usara las que proporcionan mayor rendimiento. *** variables con 3 intentos/evaluaciones que solo se usara las que proporcionan mayor rendimiento, agrupándose para el análisis inferencial en 3 grupos: inferiores a 85°, entre 85 y 95° y superiores a 95°. Marcadores: AC (art. acromio-clavicular), TM (trocánter mayor), EFL (epicóndilo lateral femoral), ML (maléolo lateral externo) y MET (cabeza del quinto metatarsiano) se muestran en el anexo 1.

3.3 Diseño

Previo al proceso de evaluación final, se realizó una primera evaluación primaria o exploratoria que siguió los mismos protocolos, con el objetivo de que tanto los deportistas como el investigador tuvieran un proceso de familiarización. Aunque las evaluaciones no tengan una dificultad y se haya intentado simplificar al máximo los procedimientos de evaluación, el conocimiento de los test y el feedback externo e interno que puede aportar una primera toma de contacto por parte de los deportistas permitiría conseguir resultados más reales. Se reduce de esta manera el sesgo de reactividad en la evaluación definitiva al ser evaluado una primera vez. Por otro lado, al investigador le permitió adquirir práctica y dominio en la colocación de los marcadores para el análisis biomecánico, además de controlar factores que aparecieran en el momento de la evaluación para poder tenerlos controlados en la evaluación definitiva.

El peso de los sujetos se midió antes del comienzo del entrenamiento, sin las zapatillas deportivas, pero con ropa de entrenamiento: camiseta, pantalones, ropa interior y calcetines. La medición se realizó de manera individual, registrando los datos de manera que solo el investigador los conociera.

Al inicio de la sesión se explicó de manera general el protocolo de las evaluaciones que se iban a realizar, recordando la voluntariedad de la participación del estudio. Previamente a la realización de cada test se realizó un calentamiento junto con un calentamiento específico para este tipo de test (anexo 3) (Barrera et al., 2021). Para el proceso de calentamiento se han utilizado ejercicios basados en la movilidad articular dinámica, de pliometría donde se favorezca el ciclo de estiramiento-acortamiento de la musculatura, diferentes acciones de salto y sprints de diferentes distancias basándose en los estudios de Garrigós et al. (2023) y Mancilla et al. (2020).

Las evaluaciones se realizaron de manera individual, en primer lugar, se evaluó al grupo entero en el test de salto vertical (CMJ): tres intentos con un tiempo de recuperación de 30 segundos para poder recuperar al completo la energía de su vía anaeróbica láctica (Chicharro & Mulas, 1996). Posteriormente se llevó a cabo el test de velocidad (sprint 10m): 3 intentos con un tiempo de recuperación de 3 minutos (Köklü et al., 2015), donde se aprovechó para evaluar a otros sujetos con el objetivo de optimizar el tiempo.

En el anexo 4 se muestra un esquema gráfico del diseño de la filmación de ambos test.

Test de salto vertical (CMJ):

Se les pidió a los jugadores, que para esta evaluación asistieran con prenda ajustada y entallada como ropa térmica para evitar que el marcador se desplazara de su ubicación con el movimiento de las prendas en la ejecución, colocando los marcadores en las posiciones: AC (art. acromio-clavicular), TM (trocánter mayor), EFL (epicóndilo lateral femoral), ML (maléolo lateral externo) y MET (cabeza del quinto metatarsiano) como se muestran en la imagen del anexo 1. (García, 2021; Patrón & Ortiz, 2010).

El dispositivo de filmación se colocó enfocando al plano sagital donde se habían colocado los marcadores a una distancia de 5 metros. El jugador se colocó entre dos picas a una distancia de 3 metros para que la cámara se mantuviera en la misma posición y el enfoque y perspectiva fuera lo más equitativa en todas las grabaciones. El sujeto adoptaba la posición bípeda y los pies separados a la anchura de los hombros, cuando él consideraba oportuno debía realizar una flexión de rodillas aproximada de 90° y de manera inmediata un salto máximo en la vertical que se encuentra (Chamorro & Lorenzo, 2004). Durante la etapa de vuelo el deportista no debió flexionar las caderas o las rodillas, ya que para que el salto sea válido se deben mantener extendidas durante la fase aérea y aterrizar con una extensión similar a la del despegue (Barrera et al., 2021).

En el anexo 2 se muestra un ejemplo del registro con el programa informático Kinovea del rango de movimiento articular, en el momento en el que existe un cambio de la trayectoria del deportista: al finalizar el contramovimiento y al comenzar con la batida o ascenso.

Test de velocidad (10 metros):

En esta prueba, se colocaron dos pares de picas, separadas entre cada par por una distancia de 3 metros (que marcaría la trayectoria de la carrera en línea recta), colocadas paralelamente y separados ambos pares por una distancia de 10 metros.

Los sujetos debían comenzar con la totalidad del cuerpo detrás de las picas que indicaban el inicio. La salida de los jugadores en cada intento fue cuando ellos consideraron, realizando siempre un movimiento hacia delante; de esta manera se elimina el factor de tiempo de reacción de los sujetos que podría inferir en los resultados del estudio.

La cámara se situó en la misma línea que las dos picas de llegada, grabando el plano sagital del sujeto de nuevo para poder detener el cronómetro cuando cada sujeto cruzara la línea sin influencia de la perspectiva. Se colocó a una distancia de 20 metros, de manera que se pudiera observar con claridad el momento de inicio de movimiento del jugador y el final de la carrera.

3.4 Análisis de datos

Los resultados fueron analizados en primer lugar a través de la estadística descriptiva de media aritmética (\bar{X}), desviación estándar (DE), valores máximos (MAX) y mínimos (MIN).

Para dar respuesta a las posibles asociaciones y relaciones entre las variables estudiadas, se realizaron análisis estadísticos inferenciales de dos tipos. Por un lado, para conocer si

existen correlaciones entre variables continuas se ha utilizado el análisis de “Pearson”; por otro lado, se ha utilizado el análisis de datos “ANOVA de un factor” que ha permitido establecer relaciones donde intervenían variables independientes como los rangos de edades o los rangos de movimiento.

Para el análisis, se ha utilizado el programa informático “JASP” en su versión “0.17.1.0”, estableciendo un índice de fiabilidad del 95% para las relaciones significativas ($p < 0,05$).

4 RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el registro observacional con los valores reales previos al análisis aparecen en el anexo 5, la planilla de registro con los valores de rango de movimiento agrupados en el anexo 6 y por último la base de datos con los registros del mejor intento de cada deportista y las variables calculadas en el anexo 7.

En la siguiente tabla (tabla 2) se muestran los resultados del análisis descriptivo que nos permite conocer los valores de las variables estudiadas en ambos test.

Tabla 2: Resultados del análisis descriptivo para ambos test.

	TOB	ROD	CAD	ALTURA	POT-CMJ	TS	P-SPRINT
X	94,3	93,7	77,0	0,382	3359,367	1,822	1149,391
DE	6,5	9,1	11,7	0,055	413,506	0,080	161,245
MIN	85,2	75,2	51,4	0,280	2744,790	1,703	813,057
MAX	113,5	121,1	95,8	0,477	4459,330	1,893	1445,620

Nota: Los valores de rango de movimiento articular en este análisis son los valores reales.

En referencia al test de CMJ se puede observar cómo la media del rango de movimiento es similar en tobillo y rodilla ($94,3^\circ$ y $93,7^\circ$), pero muy inferior en cadera (77°). Tanto la desviación típica como la diferencia entre los valores máximos y mínimos en la articulación del tobillo son inferiores a las de las articulaciones de rodilla y cadera. En cuanto al rendimiento en valores absolutos mostrado en la altura de salto muestra una escasa diferencia entre participantes con una desviación típica casi insignificante

(0,055m), pero sin embargo existe una gran diferencia entre los valores máximos y mínimos registrados (0,477m-0,280m) registrando una diferencia de unos 20 cm. Los valores relativos de potencia muestran patrones muy similares, con desviación típica muy baja (413 W) que habla de una similitud entre el grupo, pero sin embargo valores máximos y mínimos que difieren alrededor de 1700W de potencia.

En referencia al test de sprint se repite de nuevo los patrones del test de CMJ con desviaciones típicas muy poco significativas tanto en valores absolutos como en valores relativos. Las diferencias entre los valores máximos y mínimos se atenúan en el tiempo de sprint pero sigue siendo muy grande en los valores relativos llegando a ser casi el doble.

En las siguientes tablas se muestran los resultados del análisis inferencial que busca encontrar asociaciones entre los resultados obtenidos en el test de salto CMJ y los del test de sprint de 10 metros, tanto en los valores absolutos (tabla 3) como en valores relativos (tabla 4).

Tabla 3: Correlación Pearson's de las variables absolutas de ambos test.

Variable		TS	ALTURA
1. TS	Pearson's r	—	
	p-value	—	
2. ALTURA	Pearson's r	-0.304	—
	p-value	0.220	—

Nota: TS (Tiempo sprint); ALTURA (altura de salto CMJ)

Tabla 4: Correlación Pearson's de las variables relativas de ambos test.

Variable		POT-CMJ	P-SPRINT
1. POT-CMJ	Pearson's r	—	
	p-value	—	
2. P-SPRINT	Pearson's r	0.589	—
	p-value	0.010	—

Nota: POT-CMJ (potencia (W) salto CMJ) POT-SPRINT (potencia (W) sprint 10 metros)

No existe una relación estadísticamente significativa entre los valores absolutos, pero sí entre los valores relativos al peso de cada deportista expresados en W.

Los resultados del análisis estadístico ANOVA de un factor con el que se pretendía conocer posibles relaciones estadísticas entre diferentes variables estudiadas se han plasmado en los anexos 8, 9 y 10.

El análisis que relaciona el rango de movimiento articular con el rendimiento en el test de CMJ (anexo 8) muestra que no existe una relación estadísticamente significativa entre ambas (TOB: $p=0,553$; ROD: $p=0,316$; CAD: $p=0,255$).

El análisis que relaciona el rango de movimiento articular con la edad de los jugadores (expresada en rangos dependiendo de su año de nacimiento: 1 (2006), 2 (2005) y 3 (2004)) (anexo 9) refleja que solo existe una relación estadísticamente significativa entre el rango de movimiento de tobillo y la edad de los deportistas (TOB: $p=0,009$; ROD: $p=0,489$; CAD: $p=0,898$).

El análisis que relaciona la edad de los participantes con los valores de fuerza explosiva expresados en valores absolutos y relativos de ambos test (anexo 10) no muestra ninguna relación estadísticamente significativa entre estas variables ((ALTURA: $p=0,926$; POT-CMJ: $p=0,525$; TS: $p=0,134$; POT-SPRINT: $p=0,917$).

5 DISCUSIÓN

Los resultados del análisis descriptivo del test CMJ de la media y la escasa desviación típica muestran en primer lugar que la ejecución del gesto motriz de los participantes es correcta ya que los valores de rango de movimiento de rodilla oscilan los 90° (Chamorro & Lorenzo, 2004) y en segundo lugar que el patrón de ejecución es similar en todos los sujetos pese a la existencia de máximos y mínimos con grandes diferencias que indican

sujetos con patrones motrices muy diferentes y que deberían de tener una atención o estudio especial.

La escasa desviación típica de la articulación del tobillo tiene una explicación clara y es que esta articulación tiene una limitación en su rango de flexo-extensión, que oscila entre 40° y 62° (Monteagudo et al., 2016), muy inferior al rango de movimiento articular de la rodilla y cadera. Posiblemente es uno de los motivos por los que esta articulación es la única que ha obtenido una relación estadísticamente significativa con la edad de los participantes, ya que la muestra es muy pequeña y tras la agrupación de valores, hay edades en las que todos los sujetos han obtenido el mismo resultado de rango de movimiento. Por lo tanto, no considero que esa relación pueda ser un resultado determinante para el estudio.

Los valores de fuerza explosiva expresados en el rendimiento de ambos test nos indican de nuevo que existe una similitud en el grupo debido a la reducida desviación típica, con sujetos que obtienen valores diferenciados con una diferencia de alrededor de 10 cm con respecto a la media del equipo por parte del sujeto con el peor y el mejor resultado absoluto. Los valores relativos de fuerza explosiva expresados mediante la potencia de salto calculada alcanzan prácticamente los patrones de los resultados grupales absolutos.

Realizando una comparativa de los resultados absolutos (\bar{X} altura de salto: 38,2 cm) con otros estudios de poblaciones similares como los de Barrera et al. (2021) o el de Frazilli et al. (2010) muestran similitudes, pues obtuvieron medias de 34,27 cm (sub17) y 38,87 cm (sub-19) en el primer caso y valores de 34,43 cm en el segundo. En la comparativa de los valores relativos (\bar{X} potencia de salto: 3359.367 W) se repite la situación, siendo valores similares (ligeramente superiores) a los de estudios como (Barrera et al. (2021) y Sganzerla et al. (2021) que han obtenido valores superiores a 3.100 W.

Los resultados del análisis descriptivo del test de sprint de 10 metros son resultados con diferencias menos significativas entre los valores absolutos máximos y mínimos con respecto a la media (1.822), siendo solamente en 0,1 segundo con respecto a ambos. Esta escasa diferencia se muestra también en la escasa desviación típica de 0,080 segundos. Los valores de fuerza explosiva expresados en valores relativos de potencia muestran mayores diferencias entre los deportistas: siendo la diferencia con respecto a la media de los máximos y mínimos alrededor de un 4% y un 6% respectivamente en el caso del tiempo de sprint y alrededor de un 26 % y 29% en el caso de la potencia de sprint. Esto se debe a que ante la similitud de valores absolutos, cuando se relativiza el peso de los sujetos, aquellos con una masa corporal mayor obtendrá valores de potencia mayores a aquellos con masa corporal inferior.

En la comparativa con el estudio de Barrera et al. (2021) los valores son ligeramente inferiores (1,53-1,56 segundos) que pueden deberse a la metodología de evaluación que utilizaron en este estudio, que se trata de unas fotocélulas y donde los jugadores arrancaban unos metros previos a la fotocélula y por lo tanto la velocidad de inicio no es 0 como en el presente estudio. Por lo tanto, podemos concluir que los valores son próximos a los de éste estudio.

El análisis inferencial entre las variables del rango de movimiento de las diferentes articular con el rendimiento en el salto CMJ no ha mostrado relaciones estadísticamente significativas, por lo que el estudio biomecánico no sería una parte relevante para la evaluación de la fuerza explosiva. En cuanto a este aspecto cabe destacar que pese a una evaluación primaria o exploratoria la ejecución técnica no ha sido suficiente como para que todos los sujetos ejecutaran el test mostrando sus mayores capacidades de expresión de la fuerza explosiva (Fábrica et al., 2021).

Este argumento queda respaldado con la falta de relación estadísticamente significativa entre las variables de fuerza explosiva obtenidas en ambas evaluaciones, expresadas tanto de forma absoluta (altura de salto y tiempo de sprint) como de forma relativa al peso corporal (potencia de salto y potencia de sprint). Este análisis determina que los deportistas que han obtenido mayor rendimiento en la evaluación de CMJ no ha obtenido los mayores rendimientos en la evaluación del sprint de 10 (y viceversa). Este resultado puede implicar que alguno de los test utilizados no mide adecuadamente la capacidad que pretendíamos.

El análisis inferencial que muestran la falta de correlación de las variables de edad con el rendimiento en las diferentes evaluaciones señala que las capacidades físicas (en relación a la fuerza explosiva) de los integrantes del equipo no dependen de la edad de los participantes, pudiendo existir diferencias ya que la brecha entre jugadores es de hasta 2 años. En el fútbol base, en ocasiones no se encuentra diferencias solo en diferentes años de nacimiento sino que aparecen diferencias también dependiendo del mes de nacimiento (pues puede llegar a existir una diferencia de hasta 11 meses), concepto conocido como “Efecto de la edad relativa” o “Efecto relativo de la edad” en inglés Relative Age Effect (Piqueras, 2009). Esto puede significar que la preparación física del grupo ha sido adecuada en cuanto al reparto e individualización de las cargas, que el desarrollo de todos los integrantes del grupo sea similar y no existan diferencias fisiológicas-morfológicas derivadas de la diferencia de edad y desarrollo o incluso que los jugadores con menor desarrollo físico y fisiológico lo compensen con mayores adaptaciones debidas al entrenamiento.

6. CONCLUSIONES

El objetivo de este estudio era generar un instrumento o herramienta de evaluación que permitiera a un director técnico, entrenador o preparador físico conocer el estado de forma de los jugadores de un equipo de fútbol para poder realizar una reorientación e individualización de su proceso de entrenamiento.

El principal hallazgo del estudio muestra que ambos test utilizados son capaces de aportar resultados acerca de la fuerza explosiva de los sujetos, pero la inexistencia de una correlación entre ambos indica una necesidad de reorientación o modificación del protocolo de evaluación.

Además, se han obtenido hallazgos específicos de la muestra utilizada. En primer lugar, se ha observado como el análisis biomecánico del rango de movimiento en el salto CMJ no ha aportado resultados significativos con respecto al rendimiento de los deportistas y quizá se podría plantear su necesidad en el protocolo de evaluación. En segundo lugar, en la muestra se observan resultados que reflejan una equidad de prestaciones por parte del grupo en general, independientemente de su edad, refutando una de las hipótesis del estudio que podría indicar que jugadores más adultos obtuvieran mayor rendimiento.

6.1 Limitaciones y fortalezas del estudio

La principal limitación del estudio ha sido considerar a la muestra en su totalidad para establecer las correlaciones en el análisis estadístico pues realmente si lo que se pretende es reorientar el entrenamiento de manera individualizada se debería de diseñar una herramienta que permitiera analizar de forma aislada los jugadores para observar las necesidades y posibles antecedentes de sus resultados. En el siguiente apartado se abordará este tema más detenidamente.

Otra limitación del estudio se ha encontrado en el tratamiento de los valores de rango de movimiento, ya que los valores reales que comprendían una variable de escala no permitían establecer correlaciones precisas. Tras la agrupación en 3 grupos de rango de movimiento existieron valores suficientes para realizar un análisis inferencial, pero en este caso la falta de precisión y adecuación vino de la mano del aislamiento de los valores más extremos, que si no se agrupaban no existía un mínimo de valores para la realización del análisis inferencial ANOVA de un factor. Esta limitación viene ligada y de la mano del tamaño de la muestra.

Sin embargo, esta limitación del tamaño de la muestra puede enfocarse como una fortaleza si consideramos que, en vez de un análisis estadístico del grupo de población, se pudiera analizar de manera individualizada los valores de rango de movimiento y detenernos en aquellos con valores extremos que no siguen el patrón motriz común, siendo posiblemente los que sí tengan una relación con el rendimiento del deportista.

Otra fortaleza del estudio, aparece en la creación de una herramienta de registro sencilla, clara y versátil que podría ser utilizada en cualquier equipo introduciendo los valores del grupo que se quiera analizar. El instrumento de evaluación es accesible ya que no requiere materiales específicos (excepto el dispositivo de grabación en alta velocidad que a día de hoy es habitual y cotidiano) y con alguna modificación se podría diseñar un instrumento muy completo.

6.2 Prospectivas del estudio

El estudio se ha centrado en la fuerza explosiva, como principal factor de rendimiento de la modalidad deportiva del fútbol. Sin embargo, el estudio no permite obtener resultados claros acerca del rendimiento de esta cualidad ya que no ha existido una concordancia entre los resultados de ambas. Uno de los principales motivos es la técnica y coordinación

necesaria para la ejecución de un salto CMJ, que podría haber requerido un mayor periodo de familiarización con el protocolo por parte de los jugadores.

Dejando esto al margen, considero también que solo con estas variables no es suficiente para el proceso de la reorientación del entrenamiento, sobre todo por la parte de su individualización. Esto se debe a que el fútbol es una modalidad deportiva compleja, pues existen modalidades deportivas como el atletismo donde las variables relativas a la masa corporal del sujeto son muy relevantes o la halterofilia, donde las variables relativas a la masa corporal son muy poco relevantes.

En el fútbol, como en muchos otros deportes de equipo, la existencia de varios jugadores y adversarios que comparten e interactúan en el espacio implica una complejidad a la hora de controlar las variables determinantes para el rendimiento, lo que es muy diferente a los deportes mencionados anteriormente. Dentro de una plantilla, los jugadores se caracterizan y diferencian por unas cualidades, que el cuerpo técnico debe conocer para intentar obtener el mayor partido posible. Es ahí cuando aparece lo que considero la clave de la individualización del entrenamiento: la posición y rol que cada jugador tiene en el equipo requiere de unas cualidades determinadas, al mismo tiempo que jugadores con determinadas características tienen una idoneidad en determinadas posiciones y/o roles. Esto no quiere decir que existan jugadores “mejores” o “peores” sino que, dependiendo de lo que el director deportivo desea del equipo pueden encajar “mejor” o “peor” en esas situaciones, y ya se trata de situaciones concretas y no de forma continua. Se puede entender esto mediante un ejemplo: un jugador en posición de defensa-central de una masa corporal alta puede tener valores de fuerza explosiva expresados en potencia de CMJ superiores a los de un jugador en su misma posición, pero con una masa corporal inferior; -¿*Qué jugador debería elegir un entrenador ateniendo al rendimiento?*- Pues dependerá si éste quiere un jugador que sea capaz de defender hacia delante, con mucho

espacio a la espalda (que podría ser una mejor opción el jugador con una menor potencia relativa pero una marca absoluta similar) o sin embargo quiere un jugador contundente en área que sea difícil de superar en balones aéreos por su corpulencia (que en ese caso podría ser una mejor opción el jugador con potencia relativa superior).

Considero que este estudio puede ser una base, de un proceso más complejo que permitiera generar un perfil multidisciplinar individualizado de cada deportista, donde se diferencien las variables de interés como pueden ser: fuerza explosiva, velocidad, agilidad y resistencia. Los aspectos técnico-tácticos son aspectos interesantes pero cuya cuantificación resulta más compleja ya que se influyen otras variables, algunas de ellas con alto componente cualitativo (Gugu Gramnatopol et al., 2017).

Una herramienta o protocolo más completo permitiría al cuerpo técnico de un equipo generar estos perfiles que he comentado permitiéndole tener una visión más general para conocer el potencial de los jugadores para cada situación, pero de la misma manera conocer en qué variables deberían enfocarse el entrenamiento de manera general si se detectan déficits a nivel grupal. Claramente, realizar un protocolo de este tipo implica un tiempo, pero no tendría porque realizarse la evaluación completa sino evaluar en cada momento la cualidad que consideremos, con cierta periodicidad para comprobar si el entrenamiento está teniendo sus efectos y la evolución de los sujetos.

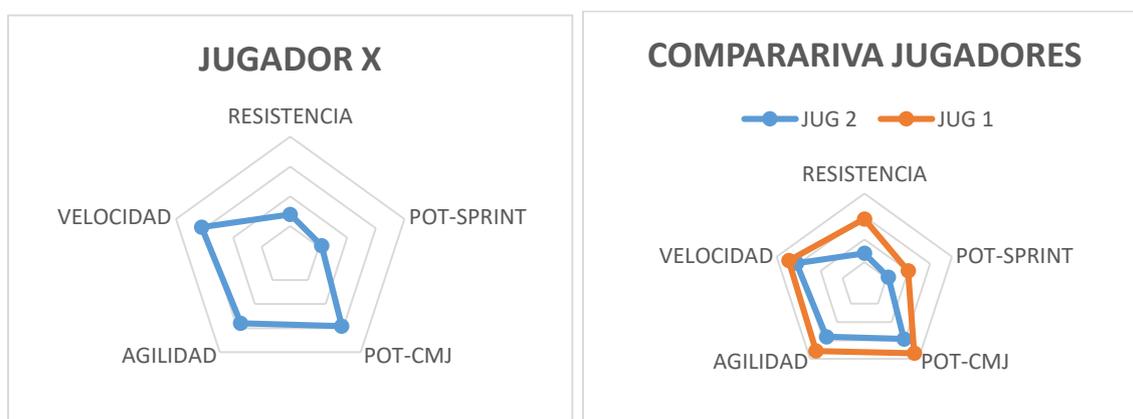
En la siguiente tabla aparecen reflejadas las evaluaciones que englobarían este protocolo.

Tabla 5: Protocolos de evaluación para generar perfil multidisciplinar de cada jugador.

VARIABLE	EVALUACIÓN
Fuerza explosiva-fuerza	CMJ /Abalakov (Legaz-Arrese, 2012)
Fuerza explosiva-velocidad	Sprint 10 metros (Barrera et al., 2021)
Velocidad	Sprint 30 metros (Barrera et al., 2021)
Agilidad	Sprint con cambios de dirección (Legaz-Arrese, 2012)
Resistencia a la fuerza explosiva	6 sprint de 20 metros con pausa activa de 20 segundos entre repetición (Legaz-Arrese, 2012)

Nota: Diferenciación entre fuerza explosiva con mayor carácter de fuerza y de velocidad

A raíz de los test para estas variables se generaría un diagrama para cada deportista como se muestra en el gráfico de la izquierda e incluso comparar los resultados de diferentes jugadores como se muestra en el gráfico de la derecha.



Gráficos radiales con marcadores de elaboración propia con Excel y datos irrelevantes.

Este tipo de resultados son visuales y permiten en un simple vistazo tener una visión general de cada jugador, establecer comparativas entre jugadores o incluso la evolución de un mismo jugador a lo largo del periodo de entrenamiento tras varias evaluaciones.

Estos resultados podrían ser aportados también a los deportistas, a modo de feedback externo que le permitiera conocer su situación, evolución y necesidades u oportunidades.

7. BIBLIOGRAFÍA

Chamorro, R. P. G., & Lorenzo, M. G. (2004). Test de Bosco. Evaluación de la potencia anaeróbica de 765 deportistas de alto nivel. *Historia*, 1(1).

Barrera, J., Contreras, L. M. V., Lorca, Á. S., Cid, F. M., Zurita, E., & Sarmiento, H. (2021). Relación del salto contramovimiento y pruebas de velocidad (10-30 m) y agilidad en jóvenes futbolistas chilenos. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (41), 775-781.

Bangsbo, J, Mohr, M, and Krstrup, P. Physical and metabolic demands of training and matchplay in the elite football player. *J Sport Sci*, 2006, 24: 665-674.

Boisseau, N., Le Creff, C., Loyens, M. and Poortmans, J.R. Protein intake and nitrogen balance in male non-active adolescents and soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 2002, 88: 288-293

Fábrica, G., Bermúdez, G., V Silva-Pereyra, V., & Alonso, R. (2021). EXTENSIÓN DE RODILLA, FACTOR MÁS IMPORTANTE DURANTE EVALUACIONES CON CMJ EN JUGADORES DE VOLEIBOL. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 21(82), 211-222.

Fernández-Rio, J., Santos, L., Fernandez-Garcia, B., Robles, R., Casquero, I., & Paredes, R. (2019). Effects of slackline training on acceleration, agility, jump performance and postural control in youth soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 67(1), 235-245. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0078>

- García, E. V. (2021). Desarrollo de herramienta para análisis biomecánico del salto vertical mediante modelado directo e inverso
- Garrigós, A. R., de Vicente Durán, Á., & Sánchez-Pay, A. (2020). Influencia de dos tipos de calentamiento sobre la fuerza explosiva del tren inferior en estudiantes de Educación Física. *PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 18(1), 1-13.
- González Badillo, J. J. (2000) Concepto y medida de la fuerza explosiva en el deporte. Posibles aplicaciones al entrenamiento. *Revista entrenamiento deportivo*, XIV (1), 5-16.
- González Badillo, J.J., & Ribas, J. (2002) Bases de la programación del entrenamiento de la fuerza. Barcelona: Inde.
- Gugu-Gramnatopol, C., Ochiotan, S., Ionescu, A., & Dancescu, D. (2017). Correlation between speed and height jump in junior football players. In E. Soare & C. Langa (Eds.), *Edu World 7th International Conference* (pp. 883-889).
- Gutiérrez-Dávila, M., Gutiérrez-Cruz, C., Garrido, J. M., & Giles, J. F. (2012). Efecto de la restricción segmentaria en los test de salto vertical CMJ. *Arch. med. deporte*, 527-535.
- Howe, L. Read, P. Waldron, M. (2018). Hipertrofia muscular. Revisión narrativa de los principios del entrenamiento para el incremento de la masa muscular. *Journal NSCA Spain. Entrenamiento de fuerza y acondicionamiento*, 7, 16-28.
- Köklü, Y., Alemdarođlu, U., Özkan, A., Koz, M., & Ersöz, G. (2015). The relationship between sprint ability, agility and vertical jump performance in young soccer players. *Science & Sports*, 30(1), e1-e5

- Legaz Arrese, A. (2012). Manual de entrenamiento deportivo. *Paidotribo*.
- Little, T., & Williams, A. G. (2005). Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 76-78. <https://doi.org/10.1519/14253.1>
- Malý, T., Zahálka, F., Hráský, P., Mala, L., Izovská, J., Bujnovský, D., Dragijsky, M., & Mihal, J. (2015). Age-related differences in linear sprint and power characteristics in youth elite soccer players. *Journal of Physical Education and Sport*, 15(4), 857
- Mancilla, C. S., Maldonado, K. H., Lorca, M. H., Pérez, J. C., Albarrán, P. M., Lema, D. M., ... & Rojas, F. G. (2023). Effects of a sprint and plyometric warm-up protocol on vertical jump height and power in adolescent female volleyball players: A randomized crossover study. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (48), 304-311.
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and counter movement jump test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 551-555. <https://doi.org/10.1519/00124278-200408000-00028>
- Monteagudo, M., Martínez De Albornoz, P., Maceira, E., & Gutiérrez, B. (2016). Anatomía funcional, biomecánica y patomecánica de la estabilidad del tobillo. *Sociedad española de medicina y cirugía del pie y tobillo*, 8, 7-16.
- Muñoz, J. F. C., Sánchez, J. A. M., Hernández, A., & García, M. F. P. (2019). INDIVIDUALIZACIÓN EN EL ACONDICIONAMIENTO FÍSICO EN FÚTBOL. *Abfutbol: revista técnica especializada en fútbol*, (98), 33-47.

- Patrón, J. D. J. S., & Ortiz, D. F. P. (2010). Diseño e implementación de un sistema de videogrametría digital para análisis de saltabilidad en deportistas. *Ingeniería y Región*, 7, 35-43.
- Peña-González, I., Fernández-Fernández, J., Moya-Ramón, M., & Cervelló, E. (2018). Relative age effect, biological maturation, and coaches' efficacy expectations in young male soccer players. *Research quarterly for exercise and sport*, 89(3), 373-379.
- Piqueras, P. G. (2009). El efecto de la edad relativa en las categorías inferiores de los equipos de fútbol y su continuidad en el alto nivel. In *II Congreso Internacional del Deporte de la UCAM. Murcia*.
- Sganzerla, G., de Paula Ravagnani, F. C., Zanatto, S. F., Gama, D. T., Calvo, A. P. C., & Ravagnani, C. D. F. C. (2021). Correlação da potência máxima medida pelos testes running-based anaerobic sprint test e salto vertical contramovimento em atletas de futebol. *RBF-Revista Brasileira de Futsal e Futebol*, 13(54), 486-492.
- Tous, J. (1999). Nuevas tendencias en fuerza y musculación. Barcelona: Ergo.
- Frazilli, E. H., De Arruda, M., Mariano, T., & Bolaños, C. (2010). Correlación entre fuerza explosiva y velocidad en jóvenes futbolistas. *Biomecánica*, 18(2), 19-24.

8. ANEXOS

Anexo 1: Imagen ubicación y nombre de los diferentes marcadores para el salto CMJ.



Hombro: (AC) articulación acromio-clavicular

Cadera: (TM) trocánter mayor del fémur

Rodilla: (EFL) epicóndilo lateral femoral

Tobillo: (ML) maléolo lateral externo

Pie: (MET) cabeza del quinto metatarsiano

Anexo 2: Imagen de ejemplo del registro del rango de movimiento articular en el CMJ

(elaboración propia).



TOBILLO: ángulo amarillo

RODILLA: ángulo azul

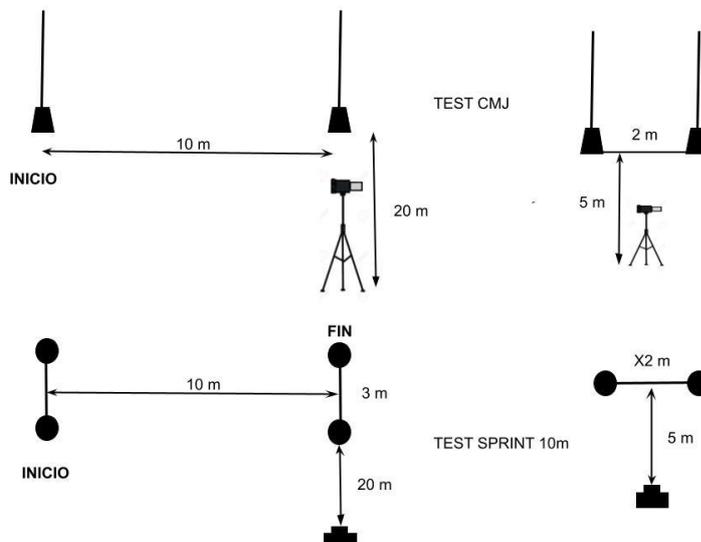
CADERA: ángulo rojo

Anexo 3: Calentamiento específico para los test CMJ y sprint 10 metros.

2 pares de conos a una distancia de unos 10 metros: 2 filas hacen ejercicio ida y vuelta

CALENTAMIENTO GENERAL: CARRERA CONTINUA y MOVILIDAD ARTICULAR DINÁMICA (5 MIN)
<ul style="list-style-type: none"> - Carrera normal - Elevación de rodillas - Talones atrás - Flexión de cadera - Hiperextensión de cadera con inclinación de tronco hacia delante <ul style="list-style-type: none"> - Rotación externa de cadera - Rotación interna de cadera - Apertura de brazos - Flexo-extensión de hombro - Carrera decreciente de intensidad
CALENTAMIENTO ESPECÍFICO: FLEXIBILIDAD DINÁMICA
<ul style="list-style-type: none"> - Flexión y extensión de rodilla aumentando la amplitud progresivamente - Flexión e hiperextensión de cadera aumentando la amplitud progresivamente - Abducción y aducción de cadera aumentando la amplitud de forma progresiva <ul style="list-style-type: none"> - Zancadas dinámicas enfatizando el estiramiento en el psoas ilíaco
<p>PLIOMETRÍA: 3 series de 5 saltos (30 segundos de recuperación entre series)</p> <ul style="list-style-type: none"> - CMJ (countermovement jump) - DJ (drop jump): desde una posición elevada (banco sueco de entre 20 y 60 cm) los sujetos se dejan caer con un ligero ángulo hacia adelante y recepcionarán con la punta de los pies, realizando un salto con el mínimo tiempo de contacto de los pies con el suelo.
<p>SPRINT: 4 repeticiones de sprint con 30 segundos de recuperación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dos sprint de 10 metros y 2 sprint de 20 metros

Anexo 4: Esquema gráfico del diseño para la filmación de los test CMJ y sprint 10 m.



Anexo 5: Resultados del registro de observación.

CODIGO	PESO	EDAD	TOB1	TOB2	TOB3	ROD1	ROD2	ROD3	CAD1	CAD2	CAD3	TV-1	TV-2	TV-3	TS-1	TS-2	TS-3
JUG1	57,3	1	80,2	76,2	86,6	95,7	89,8	86,6	82,3	79,8	86,6	0,545	0,554	0,578	1,824	1,77	1,734
JUG2	79	1	94,7	96,8	98,5	93,2	95,9	99,4	55,1	52,6	58,2	0,508	0,537	0,528	1,992	1,983	1,983
JUG3	88	3	88,8	92,8	89,5	104,6	105,2	97,9	98,7	98,3	90,6	0,541	0,549	0,583	1,874	1,911	1,92
JUG4	60,2	2	89,2	95,2	90,9	90,3	94,4	99,1	85,8	86,8	97	0,487	0,533	0,503	1,782	1,8	1,836
JUG5	70,3	1	97,6	91,1	85,3	85,2	81,1	84,1	69,6	71,2	80,5	0,558	0,558	0,562	1,866	1,829	1,933
JUG6	63,3	1	94,2	89,3	87,3	88,1	88,4	82,3	69,2	72,4	68,2	0,583	0,562	0,575	1,8	1,857	1,85
JUG7	71,4	2	97,5	99,7	98,5	95,8	101,8	96,5	65,9	70,9	73,3	0,516	0,47	0,478	1,829	1,854	1,703
JUG8	70,9	1	121,6	113,5	110,1	107,2	121,1	100,4	54,3	95,8	94,3	0,441	0,478	0,454	1,933	1,795	1,774
JUG9	73,5	1	98,9	94,9	98,5	101,4	93,8	88,7	66,1	72,5	70,6	0,495	0,55	0,541	1,749	1,758	1,745
JUG10	60	1	88,1	92,6	96,5	63,6	75,2	79,5	58,5	79,5	64,7	0,616	0,624	0,604	1,753	1,896	1,853
JUG11	71,8	3	91,9	94,8	92,6	83,2	89,2	89,5	60	73,8	80,3	0,504	0,495	0,508	2,03	1,924	1,803
JUG12	63,4	3	95,1	99,6	97,8	97,8	95,6	93,3	85	79,3	84	0,558	0,562	0,57	1,947	1,882	1,937
JUG13	69	3	89,2	94,8	99	89,2	87,6	96,2	65,7	84,3	110,9	0,533	0,537	0,5	1,908	1,886	1,912
JUG14	63,4	3	90,5	102,8	90	100,5	104,7	94,8	104,2	105	77,4	0,508	0,521	0,533	2,032	2,038	1,983
JUG15	68,9	2	104,9	100,8	110,1	103,8	93,2	101,6	80,4	78,9	92	0,571	0,574	0,567	1,87	1,903	1,878
JUG16	71	3	94,8	93,2	96,8	94	97,1	94,2	77,1	72	69,8	0,591	0,612	0,608	1,77	1,845	1,799
JUG17	82,1	3	91,5	89,4	85,2	106,7	96,7	99,7	88,7	81,7	77	0,503	0,512	0,525	1,862	1,965	1,949
JUG18	61,3	2	93,2	97,2	94,1	79,4	88,7	83,2	42,6	51,4	53,4	0,578	0,624	0,586	1,92	1,77	1,849

Anexo 6: Resultado del registro de observación con la agrupación de los valores de rango de movimiento (TOB, ROD y CAD).

CODIGO	PESO	EDAD	TOB1	TOB2	TOB3	ROD1	ROD2	ROD3	CAD1	CAD2	CAD3	TV-1	TV-2	TV-3	TS-1	TS-2	TS-3
JUG1	57,3	1	<85	<85	85-95	>95	85-95	>95	<85	<85	<85	0,545	0,554	0,578	1,824	1,77	1,734
JUG2	79	1	85-95	>95	85-95	85-95	>95	>95	<85	<85	<85	0,508	0,537	0,528	1,992	1,983	1,983
JUG3	88	3	85-95	85-95	85-95	>95	>95	>95	>95	>95	85-95	0,541	0,549	0,583	1,874	1,911	1,92
JUG4	60,2	2	85-95	>95	85-95	85-95	85-95	>95	85-95	85-95	95	0,487	0,533	0,503	1,782	1,8	1,836
JUG5	70,3	1	>95	85-95	85-95	85-95	<85	<85	<85	<85	<85	0,558	0,558	0,562	1,866	1,829	1,933
JUG6	63,3	1	85-95	85-95	85-95	85-95	85-95	<85	<85	<85	<85	0,583	0,562	0,575	1,8	1,857	1,85
JUG7	71,4	2	>95	>95	>95	>95	>95	>95	<85	<85	<85	0,516	0,47	0,478	1,829	1,854	1,703
JUG8	70,9	1	>95	>95	>95	>95	>95	>95	<85	85-95	>95	0,441	0,478	0,454	1,933	1,795	1,774
JUG9	73,5	1	>95	85-95	>95	>95	85-95	85-95	<85	<85	<85	0,495	0,55	0,541	1,749	1,758	1,745
JUG10	60	1	85-95	85-95	>95	<85	<85	<85	<85	<85	<85	0,616	0,624	0,604	1,753	1,896	1,853
JUG11	71,8	3	85-95	85-95	85-95	<85	85-95	85-95	<85	<85	<85	0,504	0,495	0,508	2,03	1,924	1,803
JUG12	63,4	3	>95	>95	>95	>95	>95	85-95	85-95	<85	<85	0,558	0,562	0,57	1,947	1,882	1,937
JUG13	69	3	85-95	85-95	>95	85-95	85-95	>95	<85	<85	>95	0,533	0,537	0,5	1,908	1,886	1,912
JUG14	63,4	3	85-95	>95	85-95	>95	>95	85-95	>95	>95	<85	0,508	0,521	0,533	2,032	2,038	1,983
JUG15	68,9	2	>95	>95	>95	>95	85-95	>95	<85	<85	85-95	0,571	0,574	0,567	1,87	1,903	1,878
JUG16	71	3	85-95	85-95	95	85-95	>95	85-95	<85	<85	<85	0,591	0,612	0,608	1,77	1,845	1,799
JUG17	82,1	3	85-95	85-95	85-95	>95	>95	>95	85-95	<85	<85	0,503	0,512	0,525	1,862	1,965	1,949
JUG18	61,3	2	85-95	>95	85-95	<85	85-95	<85	<85	<85	<85	0,578	0,624	0,586	1,92	1,77	1,849

Anexo 7: Base de datos con los valores del mejor intento de cada uno de los deportistas y las variables de su rendimiento en cada test calculadas.

CODIGO	PESO	EDAD	TOB	ROD	CAD	TV	ALTURA	POT-CMJ	TS	P-SPRINT
JUG1	57,3	1	90	90	80	0,578	0,410	2921,16	1,734	1099,02
JUG2	79	1	100	100	80	0,537	0,354	3691,35	1,983	1013,12
JUG3	88	3	90	100	90	0,583	0,417	4459,33	1,874	1337,13
JUG4	60,2	2	100	90	90	0,533	0,348	2744,79	1,782	1063,83
JUG5	70,3	1	90	80	80	0,562	0,387	3440,78	1,829	1148,98
JUG6	63,3	1	90	90	80	0,583	0,417	3251,50	1,8	1085,39
JUG7	71,4	2	100	100	80	0,516	0,326	3178,98	1,703	1445,62
JUG8	70,9	1	100	100	90	0,478	0,280	2914,14	1,774	1269,95
JUG9	73,5	1	90	90	80	0,55	0,371	3512,33	1,745	1383,25
JUG10	60	1	90	80	80	0,624	0,477	3405,08	1,753	1113,80
JUG11	71,8	3	90	90	80	0,508	0,316	3146,40	1,803	1225,00
JUG12	63,4	3	100	90	80	0,57	0,398	3161,00	1,882	951,11
JUG13	69	3	90	90	80	0,537	0,354	3202,35	1,886	1028,55
JUG14	63,4	3	90	90	80	0,533	0,348	2901,27	1,983	813,06
JUG15	68,9	2	100	90	80	0,574	0,404	3459,07	1,87	1053,65
JUG16	71	3	90	100	80	0,612	0,459	3848,59	1,77	1280,38
JUG17	82,1	3	90	100	80	0,525	0,338	3761,83	1,862	1271,76
JUG18	61,3	2	100	90	80	0,624	0,477	3468,65	1,77	1105,45

Anexo 8: Resultados del análisis inferencial que pretende conocer la posible relación entre los rangos de movimiento de las diferentes articulaciones estudiadas con el rendimiento obtenido en el test de CMJ.

ANOVA - ALTURA

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
TOB	0.002	1	0.002	0.592	0.453
Residuals	0.050	16	0.003		

Note. Type III Sum of Squares

ANOVA - ALTURA

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
ROD	0.007	2	0.004	1.244	0.316
Residuals	0.044	15	0.003		

Note. Type III Sum of Squares

ANOVA - ALTURA

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
CAD	0.004	1	0.004	1.392	0.255
Residuals	0.048	16	0.003		

Note. Type III Sum of Squares

Descriptives - ALTURA

TOB	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
100	7	0.370	0.063	0.024	0.172
90	11	0.390	0.051	0.015	0.130

Descriptives - ALTURA

ROD	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
100	6	0.362	0.065	0.027	0.179
80	2	0.432	0.064	0.045	0.147
90	10	0.384	0.046	0.015	0.120

Descriptives - ALTURA

CAD	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
80	15	0.389	0.052	0.014	0.134
90	3	0.348	0.069	0.040	0.197

Anexo 9: Resultados del análisis inferencial que pretende conocer la posible relación entre los rangos de movimiento de las diferentes articulaciones estudiadas con la edad (rangos de edad de primer, segundo y tercer año) de los jugadores del equipo.

ANOVA - TOB

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
EDAD	199.206	2	99.603	6.536	0.009
Residuals	228.571	15	15.238		

Note. Type III Sum of Squares

Descriptives - TOB

EDAD	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
1	7	92.857	4.880	1.844	0.053
2	4	100.000	0.000	0.000	0.000
3	7	91.429	3.780	1.429	0.041

ANOVA - ROD

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
EDAD	64.683	2	32.341	0.750	0.489
Residuals	646.429	15	43.095		

Note. Type III Sum of Squares

Descriptives - ROD

EDAD	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
1	7	90.000	8.165	3.086	0.091
2	4	92.500	5.000	2.500	0.054
3	7	94.286	5.345	2.020	0.057

ANOVA - CAD

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
EDAD	3.571	2	1.786	0.109	0.898
Residuals	246.429	15	16.429		

Note. Type III Sum of Squares

Descriptives - CAD

EDAD	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
1	7	81.429	3.780	1.429	0.046
2	4	82.500	5.000	2.500	0.061
3	7	81.429	3.780	1.429	0.046

Anexo 10: Resultados del análisis inferencial que pretende conocer la posible relación entre los rangos de edad (primer, segundo y tercer año) y el rendimiento en los test.

ANOVA - ALTURA

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
EDAD	5.266×10 ⁻⁴	2	2.633×10 ⁻⁴	0.077	0.926
Residuals	0.051	15	0.003		

EDAD	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
1	7	0.385	0.061	0.023	0.158
2	4	0.389	0.067	0.034	0.173
3	7	0.376	0.051	0.019	0.135

Note. Type III Sum of Squares

ANOVA - POT-CMJ

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
EDAD	239475.069	2	119737.535	0.673	0.525
Residuals	2.667×10 ¹⁶	15	177820.964		

Descriptives - POT-CMJ

EDAD	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
1	7	3305.191	295.429	111.662	0.089
2	4	3212.872	339.748	169.874	0.106
3	7	3497.253	547.320	206.868	0.157

Note. Type III Sum of Squares

ANOVA - TS

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
EDAD	0.021	2	0.010	2.303	0.134
Residuals	0.067	15	0.004		

Descriptives - TS

EDAD	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
1	7	1.883	0.076	0.029	0.041
2	4	1.878	0.040	0.020	0.021
3	7	1.951	0.068	0.026	0.035

Note. Type III Sum of Squares



ANOVA - P-SPRINT

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
EDAD	4157.405	2	2078.702	0.087	0.917
Residuals	358363.970	15	23890.931		

Descriptives - P-SPRINT

EDAD	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
1	7	1019.130	153.127	57.877	0.150
2	4	989.738	104.487	52.243	0.106
3	7	987.046	175.558	66.355	0.178

Note. Type III Sum of Squares