

## ANÁLISIS DE LA POTENCIA DE SALTO VERTICAL Y LA VELOCIDAD MÁXIMA DEL BALÓN EN UNA SELECCIÓN DE FÚTBOL AMATEUR

### ANALYSIS OF THE POWER OF VERTICAL JUMP AND THE MAXIM SPEED OF THE BALL IN AN AMATEUR SOCCER TEAM

Recibido el 30 de agosto de 2024 / Aceptado el 6 de diciembre de 2024 / DOI: 10.24310/riccafd.13.3.2024.17532  
Correspondencia: York Fred Santos Quiroz. Yorkf.santos@gmail.com

**Santos-Quiroz, YF**<sup>1ACDEF</sup>; **Lozada-Medina, JL**<sup>2ABCDE</sup>; ...

<sup>1</sup> Corporación Universitaria del Caribe, Colombia, yorkf.santos@gmail.com

<sup>2</sup> Corporación Universitaria del Caribe, Laboratorio de Evaluación del Rendimiento Morfofuncional (LeRM) Colombia, jesusleon.lm@gmail.com

#### Responsabilidades

<sup>A</sup>Diseño de la investigación. <sup>B</sup>Recolector de datos. <sup>C</sup>Redactor del trabajo. <sup>D</sup>Tratamiento estadístico. <sup>E</sup>Apoyo económico. <sup>F</sup>Idea original y coordinador de toda la investigación

#### ■ RESUMEN

En el fútbol cuando un jugador dispone su tiro aun espacio en concreto, el carácter de ejecución en torno a la mejora de la velocidad se ve implicado en paralelo una reducción de la función de lograr la proyección exacta de donde se desea llevar el balón. El presente trabajo tiene como objetivo analizar la potencia del salto vertical y la velocidad máxima del balón en una selección de fútbol amateur. El presente estudio no experimental identifica su estructura en el paradigma positivista y con ello su fundamentación metodológica en el método cuantitativo con un diseño de trabajo tipo correlacional enmarcado bajo un corte transversal; además, al tener una naturaleza de desarrollo en el campo. la muestra se designó intencionalmente de una forma no probabilística, constituida por 25 participantes de sexo masculino (edad  $15,62 \pm 0,5$  años, peso  $59,94 \pm 7,8$  Kg, talla  $169,47 \pm 6,08$  cm. Se midieron los saltos SJ, CMJ, ABK y unipodales libres y la velocidad máxima del balón (VMB). los valores promedio de los saltos son mayores para ABK (40,5cm), respecto de CMJ (34,3cm) y estos a su vez mayores que SJ (31,0cm), siendo los saltos unidopodales los de menores valores observados (izquierda 20,3 y derecha 21,5 cm), la VMB alcanzó 89,3 km/h. se observa una correlación significativa ( $p < 0,05$ )



entre la VMB vs Altura del salto unipodal con la pierna derecha. los resultados del presente estudio indican que para el grupo de futbolistas evaluados la mayor manifestación de potencia mecánica producida en un salto unipodal puede favorecer el resultado de la velocidad máxima del balón después del golpeo.

### ■ PALABRAS CLAVE

futbol, potencia, velocidad, salto, velocidad de balón.

### ■ ABSTRACT

In soccer, when a player sets up his shot in a specific space, the character of execution around the improvement of speed is implied in parallel a reduction of the function of achieving the exact projection of where it is desired to take the ball. The present work aims to analyze the power of the vertical jump and the maximum speed of the ball in an amateur soccer team. The present non-experimental study identifies its structure in the positivist paradigm and with it its methodological foundation in the quantitative method with a correlational work design framed under a transversal cut; in addition, having a developmental nature in the field, the sample was intentionally designated in a non-probabilistic way, constituted by 25 male participants (age  $15.62 \pm 0.5$  years, weight  $59.94 \pm 7.8$  Kg, height  $169.47 \pm 6.08$  cm). SJ, CMJ, ABK and unipodal free jumps and maximum ball velocity (VMB) were measured. the average values of the jumps are higher for ABK (40.5cm), with respect to CMJ (34.3cm) and these in turn higher than SJ (31.0cm), being the unidopodal jumps those with the lowest values observed (left 20.3 and right 21.5 cm), the VMB reached 89.3 km/h. A significant correlation ( $p < 0.05$ ) was observed between BMV vs. height of the unipodal jump with the right leg. The results of the present study indicate that for the group of soccer players evaluated, the greater manifestation of mechanical power produced in a unipodal jump may favor the result of the maximum velocity of the ball after the strike.

### ■ KEY WORDS

soccer, power, speed, jump, ball speed.

### ■ INTRODUCCIÓN

El deporte actualmente exige vistosidad para mantener al público que le sigue conforme, por lo cual los jugadores conocidos internacionalmente o considerados mediáticos presentan características distintivas, entre



ellas se destaca la velocidad máxima con la que pueden expedir el balón luego de una patada. Es así, como a lo largo de diferentes generaciones se han mostrado algunos referentes, quienes se han permitido realizar tales acciones por valores relativamente diferenciados al restante de jugadores entre ellos podríamos resaltar algunas figuras como “Eddy Bosnar, Oleksandr Aliyev, Michael Ballack, Roberto Carlos, Zlatan Ibrahimovic, Tony Yeboah, Steven Reid, Cristiano Ronaldo, Arjen Robben, Ronny Heberon” (1); además, de mostrar un alto nivel de efectividad en el disparo al arco; no obstante, la relación descrita anteriormente tiene contraposición atendiendo que cuando un jugador dispone su tiro aun espacio en concreto, el carácter de ejecución en torno a la mejora de velocidad se ve implicado en paralelo a una reducción en función de lograr la proyección exacta de donde se desea llevar el balón, como lo expresan algunos estudios en forma inversa la intención de precisión afecta la producción de altas velocidades del balón (2,3). Por otro lado, estudios han demostrado que, en futbolistas profesionales, así como en jugadores de fútbol sala en las ligas de internacionales, se han hallado velocidades promedio del balón a un tiro efectivo desde el punto penalti: un disparo bajo de 90 km/h para conseguir marcación y sobre los 90 km/h para la aplicación neta de potencia al momento de tiro, pero con disminución en el grado de efectividad para marcar (4). Se ha considerado que la velocidad del balón disminuye en función de la intención de precisión (5); sin embargo, aquellos sujetos que presentan mayores valores de velocidad del balón después del disparo sin intención de precisión son los que sostienen un rendimiento superior para esta variable cuando su intención es la precisión (6). Ante ello se debe tener en cuenta que el contar con la capacidad de producir mayores velocidades al golpear el balón (7) puede contrarrestar tiempo de reacción el potero (8-11) . Por otro lado, es de señalar que el golpeo del balón en el fútbol esta descrito de forma biomecánica en la razón de que se conjuga un patrón de movilidad elocuente considerado desde la perspectiva en que las estructuras proximales generan un movimiento hacia delante creando un retardo en los segmentos alejados esclareciendo que la velocidad máxima con la que el balón sale al momento de la patada (12) tiene un carácter de aceleración que se comparte cinéticamente a través de la estructura del miembro inferior actuante (13,14), este tipo de connotaciones científicas han servido de referencia para buscar relaciones entre expresiones comunes entorno a la fuerza en acciones de salto, sprint y el golpeo de balón; sin embargo, descripciones como la fuerza máxima aplicada y el nivel de rendimiento en las ejecuciones técnicas de mayor exigencia no son muy claras y se encuentran relacionadas al nivel de entrenamiento de los deportistas (15).



El tiro (patada al balón) parece ser un evento mecánico de supuesta simpleza con la que el común de la población la evidencia desatendiendo su verdadera realidad, pese a pertenecer y regularse bajo unos principios biomecánicos (16) que permiten su desarrollo, que si bien no rigen la generalidad de las acciones físicas del ser humano si se enmarcan en su totalidad para esta apreciación (17) y no siendo suficiente es necesario tener en cuenta factores anexos al movimiento como el número de pasos de aproximación al balón, la longitud de los últimos pasos en la fase de pre-apoyo, la distancia horizontal del pie y ángulo de salida del balón, además de los ángulos intersegmentales y las velocidades con las que se llega al impacto (18) lo que referencia la creación de los planes de entrenamiento para las técnicas en el deporte a un sustento en el análisis de la biomecánica individual.

La velocidad del balón, es un evento crítico que cuando se evalúa unidimensionalmente considera las variables de masa de la pierna (19), pero requiere contemplar los valores de masa del pie, la masa del balón, la velocidad segmental del pie y el coeficiente de restitución (conservación energética) (20), para inferir que el resultado final de la velocidad, cuando se habla de un sentido lineal, es el producto resultante de la velocidad angular con la que viaja la pierna y la longitud conjunta de la rodilla y el punto de contacto. A nivel interno el evento está auspiciado por la velocidad con la miosina ATPasa es capaz de hidrolizar el ATP (21,22) de esta manera el sistema fosfógeno formaliza su predominancia en acciones explosivas (23,24) como es la intencionalidad de patear un balón sin alteración los niveles de precisión. Si bien el sistema resulta ser eficaz, su ineficiente utilización implicara un gasto que se evidenciara en la traducción negativa de los valores de velocidad al momento de los tiros a portería (25), pues, una condición de fatiga podría alterar la transferencia de energía del segmento proximal al distal (26) de esta manera se podría considerar que los cambios en la técnica posiblemente se originen debido a alteraciones en la capacidad de los músculos para producir fuerza (27), así como cambios en los patrones de coordinación muscular, perdiendo la habilidad estructural que posibilita la manifestación de tensiones por la posición del cuerpo en un espacio (28) en vez de usar la máxima fuerza en razón dinámica durante un lapso de tiempo mínimo, resumiéndose a la calidad del movimiento mediante acciones simples y específicas, caracterizando a los eventos que recurren a la explosividad (29) y velocidad de ejecución en función del tiempo determinado (30), ya sea en enfrentamientos y acciones individuales, considerados como en saltos, remates, cambios de dirección de esta manera la fuerza emplea velocidad máxima sobre el segmento y el cuerpo del mismo modo, así como para objetos que interactúen en el espacio y sean objetivo de vencimiento en carga o



transporte; posturas científicas que involucran apreciar relaciones entre acciones mecánicas de potencia (31-34) como es el caso del salto vertical y la velocidad de disparo en un deporte tan vistoso y acogido como el fútbol. En ese sentido el presente trabajo tiene como objetivo analizar la potencia del salto vertical y la velocidad máxima del balón en una selección de fútbol amateur.

## ■ MATERIAL Y MÉTODOS

### Diseño del estudio

El presente estudio no experimental identifica su estructura en el paradigma positivista y con ello su fundamentación metodológica en el método cuantitativo con un diseño de trabajo tipo correlacional, enmarcado bajo un corte transversal; además, al tener una naturaleza de desarrollo en el campo permitió que los datos fuesen recolectados directamente en el sitio de práctica de la selección preservando el medio regular de actividades; por su parte, la muestra se designó intencionalmente de una forma no probabilística al comprender el total humano de la selección.

### Participantes

El estudio está constituido por 25 participantes de sexo masculino (edad  $15,62 \pm 0,5$  años, peso  $59,94 \pm 7,8$  Kg, talla  $169,47 \pm 6,08$  cm, índice de masa corporal  $20,86 \pm 2,45$ ), los participantes a su vez se distribuían en diferentes perfilaciones en juego: Defensa (8), Volante (8), Delantero (7) y Portero (2); es de mencionar que los participantes estaban en plena etapa competitiva y dentro de sus anotaciones personales los jugadores presentaban al menos 5 años de formación deportiva; al momento de realizar el estudio la selección comprendía semanalmente 5 sesiones de entrenamiento más 1 partido oficial los fines de semana. La elección positiva del sujeto se centraba en tener un mínimo formativo dentro de la selección de 6 meses sin presentar una semana de inactividad (participante activo de las sesiones de entrenamiento), no presentar lesiones a nivel del tren inferior (exclusivamente), estar a la hora y en el lugar acordado para la evaluación. Por su parte, cada sujeto con antelación a la prueba firmó el consentimiento informado junto a padres o tutor legal y entrenadores donde se expresaba la participación voluntaria en las pruebas, sus contraindicaciones, confidencialidad de datos, objetivo de estudio, respetando la Declaración de Helsinki, así mismo se exime de cargos al cuerpo investigativo y evaluador.



## Instrumentos de recolección

Plataforma de contacto ProJump, sumada a una computadora, un traductor (unidad chronopick) y el software chronojump, utilizados para medir la altura alcanzada en centímetros mediante la traducción eléctrica de los tiempos de contacto de las celdas al interior de la plataforma.

Radar Bushnell ©: instrumento de precisión empleado para evaluar el elemento móvil (balón) y su traducción en valores de kilómetros por hora.

Proformas de registro: estas plantillas desarrolladas en el laboratorio del rendimiento morfofuncional (LeRM) perteneciente al programa Ciencia del Deporte y la Actividad de la Corporación Universitaria del Caribe - CECAR en Sincelejo, Sucre - Colombia, permitían la recolección grupal de los datos extraídos a partir de los anteriores instrumentos.

## Análisis de datos

Los datos recolectados en la proforma fueron digitalizados en Microsoft Excel, para posteriormente ser exportados a un software estadístico IBM SPSS Statistics © en su versión 26.

## Protocolo experimental

Con dos semanas de anticipación a la prueba (durante la firma de consentimientos informados) fue necesario la explicación y simulación de las pruebas a ser realizadas, haciendo énfasis en saltos con la finalidad de esclarecer la forma de ejecuciones validas e invalidas, así como el aprovechamiento de las linealidades estructurales para una mayor generación y transferencia de la fuerza; fue necesario que los entrenadores estuviesen al tanto de lo mencionado con anterioridad para ser incluidas en algún espacio de sus sesiones de entrenamiento para evitar entorpecer el proceso el día de la evaluación. Antes de iniciar con las evaluaciones un integrante del cuerpo de investigación repaso las ejecuciones y procedió a realizar un calentamiento que estimulara el perfil propio de la capacidad a ser evaluada; terminados los saltos cada jugador conto con 10 minutos de descanso antes de proceder con los disparos (patear el balón).

## Medición de los saltos (SJ, CMJ, ABK y unipodales libres)

El salto vertical es un factor importante en el rendimiento deportivo, debido a su carácter balístico y explosivo. El objeto de este rápido,



movimiento de alta velocidad es acelerar una masa interna o externa en el menor tiempo posible (35), no obstante, la aceleración de la estructura para contrarrestar una fuerza viene determinada por el sistema neuromuscular con la necesidad de generar energía (36) y representar está en un mecanismo o ejecución técnica representativo a un objetivo físico.

**Squat jump (SJ):** también conocido como SJ, es un salto que se efectúa con ambas extremidades inferiores generando la misma acción; de manera inicial se requiere que el sujeto realice una sendilla donde las rodillas grafiquen espacialmente un ángulo de  $90^\circ$ , a partir del cual el sujeto deberá ascender de manera vertical generando un salto buscando alcanzar la mayor altura posible. No obstante, esta ejecución requiere que se inicie explícitamente desde la sentadilla estáticamente sin generar contra movimientos o revotes que inercialmente potencien el salto, teóricamente su utilización permite evaluar la fuerza explosiva sin utilizar energía elástica o el provecho del reflejo miotático (37); este salto por ajuste técnico requiere la ubicación de manos a cadera.

**Counter movement jump (CMJ):** abreviado CMJ; inicia desde una postura en bipedestación, de la cual el sujeto creará un movimiento rápido flexo-extensivo el cual permitirá atravesar las acciones del SJ (38). Al igual que el anterior busca evaluar la fuerza explosiva, pero con el aprovechamiento de los dos factores que se buscaban evitar en el squat permitiendo describir la fuerza elástico-explosiva (39).

**Abalakov (ABK):** este salto podría ser tomado con los mismos principios de los anteriores, pero son la rigurosidad de permanecer las manos en la cadera y lograr un alguno de  $90^\circ$ , pues permite y emplea el movimiento de todas las estructuras segmentales rompiendo la barrera de límite para la generación de impulso por cinética (40).

**Unipodales libres:** este salto es de misma consideración al ABK, pero con la leve diferencia que los saltos se generan en una sola estructura de apoyo, permitiendo determinar asimetrías funcionales entre ambas y generar comparaciones antes los valores de resultado de los saltos anteriores, (41).

### Medición de la velocidad máxima del balón

Al hablar de la velocidad máxima del balón al momento del disparo en fútbol; se debe considerar que se promulga la existencia de protocolos de evaluación, se atienen a condiciones diferenciadas que alteran la realidad del evento, destacando en casos la utilización de indumentaria ajena a la naturaleza como zapatillas no específicas para el deporte “sin tacos” (20) o el recorte de la distancia antes del tiro y la falta de la



intencionalidad en la búsqueda de la máxima velocidad (42). Atendiendo a lo anterior y destacando los aspectos metodológicos, confiabilidad, validez, y como un recurso versátil para el entrenamiento, La medición de esta variable física, se posibilito mediante la prueba de campo “velocidad máxima del balón (VMB)” descrita en el trabajo “Validez y reproducibilidad del test de velocidad máxima de balón después del golpe en el futbol” (43); el cual requería la acción de un tiro con la mayor “fuerza” que el individuo pudiese golpear la pelota con la extremidad dominante, para acertar en un cuadrante de 180 cm alto x 160 cm de ancho, luego de tomar como carrera 11 metros para preservar un ángulo adecuado en la proyección espacial del balón.

## ■ RESULTADOS

Para el análisis de los datos se priorizo como herramienta el software estadístico SPSS con la utilización de un R de Pearson para determinar la bivarianza.

En la tabla 1. Se observa que los sujetos presentan una edad promedio de 15,62 años con peso promedio de 59,94 Kgs, estatura de 169,47 Cm y un índice de masa corporal (IMC) de 20,86.

**Tabla 1.** Estadísticos descriptivos de las variables básicas de los futbolistas juveniles

	N		Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
	Válido	Perdidos				
Edad	25	0	15,6273	0,52407	14,34	16,43
Peso (Kg)	25	0	59,948	7,8245	47,2	84,8
Estatura (cm)	25	0	169,478	6,0818	157,0	179,0
índice de masa corporal	25	0	20,868	2,4573	17,6	28,3

Por su parte en la tabla 2 se observan los estadísticos descriptivos de las variables en estudio, con su normalidad, destacando que los valores de los saltos son mayores para ABK, respecto de CMJ y estos a su vez mayores que SJ, siendo los saltos unidopodales los de menores valores observados. Al realizar la correlación la velocidad máxima del balón (VMB) con los datos recolectados en los saltos se observa una correlación significativa ( $r= 0,495$   $p<0,05$ ) entre el par VMB vs Altura del salto unipodal con la pierna derecha (Tabla 3), este aspecto se corrobora en la figura 4 donde la recta de ajuste indica un  $r^2= 0,245$ .



**Tabla 2.** Estadísticos descriptivos y normalidad de las variables de velocidad y potencia en los futbolistas juveniles

Variables	Media	Desv. Estándar	Mínimo	Máximo	Shapiro-Wilk
					Sig.
Velocidad del balón (Km/h)	89,3	6,6	75,6	103,0	0,337
Squat Jump (Cm)	31,0	3,0	26,6	39,8	<b>0,035</b>
Counter Movement Jump (Cm)	34,3	4,3	27,8	47,7	<b>0,029</b>
Abalakov (Cm)	40,5	3,3	33,4	46,8	1,000
Salto libre der. (Cm)	20,3	2,7	15,4	25,4	0,820
Salto libre izq. (Cm)	21,5	3,9	14,3	29,7	0,716
SJ (W)	2250,4	327,3	1705,0	3023,0	0,221
CMJ (W)	2454,2	380,5	1764,9	3202,4	0,307
ABK (W)	2843,3	345,6	2265,6	3746,4	0,582
SJ (W/kg)	37,6	3,1	32,7	45,7	0,113
CMJ (W/kg)	41,1	4,7	34,0	55,6	<b>0,030</b>
ABK (W/kg)	47,7	3,8	40,1	55,4	0,992
Unipodal Derecha (W)	1590,4	332,8	1021,6	2398,2	0,813
Unipodal Izquierda (W)	1666,2	341,1	1141,5	2311,6	0,138
Unipodal Derecha (W/kg)	26,4	3,2	19,6	32,1	0,792
Unipodal Izquierda (W/kg)	27,8	4,0	19,7	36,3	0,905

**Tabla 3.** Correlaciones bivariadas para la velocidad máxima del balón y las variables de potencia en los saltos.

Variables	Velocidad de disparo (Km/h)	Squat Jump (Cm)	Counter Movement Jump (Cm)	Abalakov (Cm)	Salto libre der. (Cm)	Salto libre izq. (Cm)	SJ (W)	CMJ (W)	ABK (W)	SJ (W/kg)	CMJ (W/kg)	ABK (W/kg)	Unipodal Derecha (W)	Unipodal Izquierda (W)	Unipodal Derecha (W/kg)	Unipodal Izquierda (W/kg)
Velocidad máxima del balón (Km/h)	1	0,074	0,082	0,043	<b>,496*</b>	0,003	0,286	0,268	0,257	0,063	0,037	-0,085	-0,123	0,153	-0,091	0,353
	R de Pearson	0,731	0,705	0,842	0,014	0,988	0,175	0,206	0,225	0,771	0,863	0,694	0,567	0,475	0,674	0,091
	Sig. (bilateral)	0,311	0,312	0,187	0,030	<b>,522**</b>	0,185	0,146	<b>,994**</b>	0,293	0,288	-0,155	-0,216	0,184	0,049	0,049
Squat Jump (Cm)	R de Pearson	1	0,138	0,138	0,381	0,888	0,009	0,387	0,496	0,000	0,164	0,172	0,469	0,312	0,389	0,819
	Sig. (bilateral)	0,882**	<b>,498*</b>	<b>,498*</b>	0,238	0,147	<b>,679**</b>	0,375	0,305	<b>,993**</b>	<b>,636**</b>	-0,345	-0,306	-0,246	-0,162	-0,162
Counter Movement Jump (Cm)	R de Pearson	0,000	0,013	0,264	0,492	0,000	0,071	0,147	0,000	0,001	0,001	0,001	0,099	0,148	0,246	0,450
	Sig. (bilateral)	1	<b>,527**</b>	0,176	0,174	<b>,476**</b>	<b>,988**</b>	0,322	<b>,691**</b>	<b>,926**</b>	-0,223	-0,240	-0,082	-0,095	0,704	0,658
Abalakov (Cm)	R de Pearson	0,008	0,412	0,416	0,018	0,002	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,295	0,258	0,704	0,658	0,158
	Sig. (bilateral)	1	<b>,427**</b>	0,144	0,384	0,347	0,198	<b>,489*</b>	<b>,462*</b>	-0,360	-0,193	-0,123	0,158	0,462	0,462	0,462
Salto libre der. (Cm)	R de Pearson	0,037	0,502	0,064	0,096	0,355	0,015	0,023	0,084	0,386	0,567	0,674	0,091	0,312	0,312	0,312
	Sig. (bilateral)	1	-0,107	0,060	-0,014	0,016	0,233	0,212	0,020	0,161	0,137	0,137	0,137	0,137	0,137	0,137
Salto libre izq. (Cm)	R de Pearson	0,618	0,780	0,947	0,939	0,274	0,321	0,926	0,451	0,524	0,137	0,137	0,137	0,137	0,137	0,137
	Sig. (bilateral)	1	<b>,712**</b>	<b>,772**</b>	<b>,497**</b>	0,067	-0,151	0,013	-0,049	0,282	0,121	0,121	0,121	0,121	0,121	0,121
SJ (W)	R de Pearson	0,000	0,000	0,013	0,756	0,480	0,952	0,820	0,182	0,574	0,574	0,574	0,574	0,574	0,574	0,574
	Sig. (bilateral)	1	<b>,857**</b>	0,162	<b>,614**</b>	0,177	-0,156	-0,153	-0,019	-0,034	-0,034	-0,034	-0,034	-0,034	-0,034	-0,034
CMJ (W)	R de Pearson	0,000	0,449	0,001	0,407	0,466	0,476	0,928	0,876	0,876	0,876	0,876	0,876	0,876	0,876	0,876
	Sig. (bilateral)	1	0,132	0,314	0,249	-0,037	-0,073	0,121	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032
ABK (W)	R de Pearson	0,538	0,135	0,241	0,865	0,733	0,573	0,881	0,881	0,881	0,881	0,881	0,881	0,881	0,881	0,881
	Sig. (bilateral)	1	0,297	0,315	-0,191	-0,222	0,154	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069
SJ (W/kg)	R de Pearson	0,159	0,133	0,371	0,297	0,472	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750
	Sig. (bilateral)	1	<b>,681**</b>	-0,380	-0,323	-0,281	-0,163	-0,163	-0,163	-0,163	-0,163	-0,163	-0,163	-0,163	-0,163	-0,163
CMJ (W/kg)	R de Pearson	0,000	0,067	0,124	0,183	0,446	0,446	0,446	0,446	0,446	0,446	0,446	0,446	0,446	0,446	0,446
	Sig. (bilateral)	1	-0,264	-0,243	-0,164	-0,104	-0,104	-0,104	-0,104	-0,104	-0,104	-0,104	-0,104	-0,104	-0,104	-0,104
ABK (W/kg)	R de Pearson	0,213	0,252	0,443	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630	0,630
	Sig. (bilateral)	1	<b>,773**</b>	<b>,813**</b>	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305	0,305
Unipodal Derecha (W)	R de Pearson	0,000	0,000	0,000	0,148	0,148	0,148	0,148	0,148	0,148	0,148	0,148	0,148	0,148	0,148	0,148
	Sig. (bilateral)	1	<b>,551**</b>	<b>,765**</b>	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Unipodal Izquierda (W)	R de Pearson	0,005	0,005	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Sig. (bilateral)	1	0,403	0,403	0,403	0,403	0,403	0,403	0,403	0,403	0,403	0,403	0,403	0,403	0,403	0,403
Unipodal Derecha (W/kg)	R de Pearson	0,005	0,005	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Sig. (bilateral)	1	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051
Unipodal Izquierda (W/kg)	R de Pearson	0,005	0,005	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Sig. (bilateral)	1	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

\*\*.. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

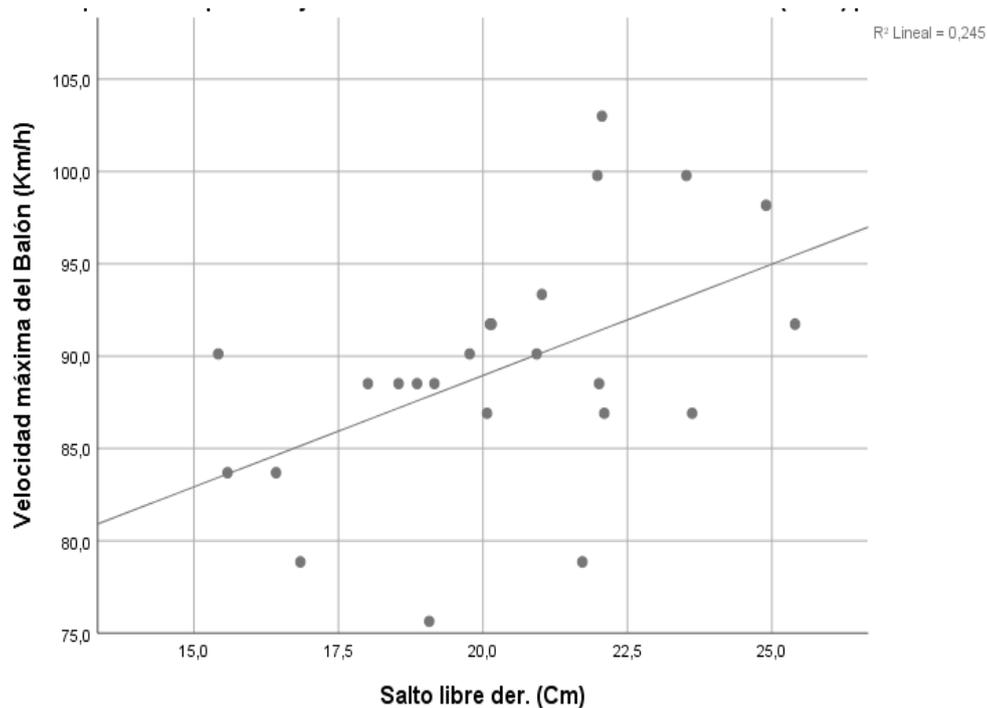


Figura 4. Dispersión de la velocidad máxima del balón en relación al salto libre unipodal pierna derecha (Salto libre der.)

## ■ DISCUSIÓN

El disparo en el fútbol como momentum del contacto pie-balón (19), expresa un valor cuantitativo producto de la conjugación de la velocidad y las masas participantes (20). Cabe señalar que aquellos golpes que presentan una carrera previa consiguen generar una mayor velocidad del balón, ante aquellos que se efectúan sin está; no obstante, se debe considerar que existe un valor de transferencia de energía cinética que avanza desde la pierna de apoyo en cadena hasta la estructura que se enfrenta ante el objetivo (balón), sumado a ello los segmentos libres también señalan generar un equilibrio que brinda soporte y acompañamiento al evento que de alguna u otra manera se responsabilizan de promover la efectividad, acciones que se vinculan al principio de “conservación de la cantidad de movimiento angular” (16) donde se sostiene que cualquier sistema aislado, el producto rotacional depende de la suma de los impulsos parciales de cada segmento que se vinculen al sistema los cuales no varían y si ello llegase a ocurrir deberá ser compensado de alguna u otra manera. Además, ambas autorías concuerdan que como factores de importancia y siguiendo la física mecánica, la longitud de los segmentos, la composición corporal proporcional y la velocidad lineal con la que las palancas se mueven a



través del espacio permiten alcanzar también una velocidad máxima del balón(3) .

El trabajo de Juárez y Navarro (44) databa, que sujetos que alcanzaban una VMB alta sin un punto de precisión exacto eran quienes también generaban similitudes al momento de efectuar el disparo pero buscando un punto exacto en el plano de anotación, siendo ambas velocidades de 28,355 m/s ( $\pm 1,796$ ) y 27,001 m/s ( $\pm 1,962$ ) respectivamente; quienes comparado los resultados del grupo en estudio con una media de 24,805 m/s en disparos con búsqueda de precisión, solo representan una diferencia del 8,13% a pesar de que los jugadores del grupo estudio eran futbolistas participantes de categoría “C” mientras los del estudio de comparación eran partícipes de 1ra y 2da división independientemente de ser pertenecientes a futbol de campo o futbol sala, de igual forma resultados superiores a los de (45); ahora como las correlaciones de este apartado no presentaban una alta relación, sostenían ser cautos con la consideración exacta de la anterior conclusión; pero si argumentaban que existía una lógica de resultados, atendiendo de que conseguir un disparo no bastaba simplemente con acertar en punto dentro del espacio de marcación sino también mediar psicológicamente la fuerza considerable para que el balón buscara el centro de la zona evolución. Pese a esto describen que si bien aquellos que reducían su velocidad eran la significancia de éxito al marcar, caso que si se logró observar en el lugar de evaluación tener varios tiros fallidos, lo cual se corrobora en trabajos similares (2).

En el estudio “Análisis de la velocidad del balón en el golpeo en jugadores de futbol sala en función del sistema de medición, la intención en la preparación del tiro, y su relación con otras acciones explosivas” (6), consideraron la evaluación de la altura alcanzada en SJ y CMJ, los cuales no expresaron un coeficiente de correlación muy asertivo al ser relacionadas con la VMB, fuese con intención o sin intención de disparo. Tal y como el estudio lo demuestra en la tabla 3 de correlaciones bivariadas con valores de 0,074 y 0,082 respectivamente. Ante lo que exponen que si bien no relación alguna de la VMB con otras acciones explosivas, sí se requiere que el tema sea retomado con una mayor N. pese a la anterior aclaración, nuevamente los autores (44), retoman esta temática con una población de 21 Jugadores de alto nivel; buscando analizar las acciones explosivas como el caso del golpeo del balón y el salto vertical, dando claridad teórica de que realmente el segmento proximal a la zona de rotación alcanza su pico de velocidad máximo antes de los distales y del de la deceleración que sufre la estructura antes del impacto tal y como se sustentó en el marco teórico de nuestro estudio, el factor de ausencia en esta relación supone “enfocar trabajo de fuerza explosiva específico para mejorar ambas condiciones” (44), un



hecho que puede considerar que las acciones musculares dentro de los eventos de salto y disparo previo a la VMB varíen en función del aspecto técnico y la coordinación que cada individuo puede o no realizar, ahora también está dado porque los eventos de salto tal y como lo regulariza cada protocolo de ejecución no imparten su presencia en la realidad de juego.

En cuanto al tipo de entrenamiento para el mejoramiento de la potencia de salto y la búsqueda de una mayor VMB, se tiene que los altos niveles de fuerza son traducción de mejores manifestaciones de la potencia, siendo una variante para el fútbol actual (46),; propusieron un entrenamiento de fuerza con un valor representativo del 85% de una repetición máxima, señalando mejorar la potencia muscular inmediata que en un entrenamiento figurante ante los 75%; de esta manera para los SJ y CMJ alegan un valor estadístico significativo ( $p < 0,05$ ) en tan solo 6 semanas; teniendo como población sujetos entre 14 y 20 años, cercanos a la nuestra; pese a que las consideraciones y parte de la información señala la no relación “actual de la VMB y la potencia de saltos”, se considera que la combinación del trabajo de pesas y pliometría generaba incrementos de valor significativo en la velocidad de extensión de la pierna al momento del tiro, así como la velocidad angular de proyección de la rodilla (47); por su parte el aspecto descriptivo de los saltos, teóricamente expresa que los sujetos de esta población.

Lo anteriormente mencionado, podría ser el reflejo a un el concepto de la fuerza útil, catalogada como “la fuerza aplicada por un deportista en un gesto específico dentro de una competición” (48), siguiendo la misma línea cabe señalar que este tipo de fuerza debe ser una razón del entrenamiento debido a que será quien potencie el rendimiento deportivo. Esta fuerza se genera bajo una velocidad y un tiempo específicos para el mismo gesto en la competición (49) considerando su utilización bajo una modelación biomecánica. Por último, este tipo de estudio representa importancia al momento de establecer controles y protocolos de entrenamiento mucho más específicos, teniendo en cuenta que, si se quiere obtener resultados en función de las capacidades y utilidades físicas, también es necesario entrenar en función de las capacidades del contrario siendo para este caso del estudio de los tiempos de reacción del portero y la tendencia del mismo tal como lo permite vislumbrar el estudio de (50), donde esto último podría encontrar interacciones entre las intencionalidades de tiro.

Dentro de las consideraciones prácticas, resulta importante destacar la evaluación de la velocidad máxima a la que pueda ser desplazado un balón luego del golpeo independiente de su relación con las acciones explosivas; si se tiene en cuenta para futuras investigaciones con el



tiempo de reacción del portero (50) en conjunto a la intencionalidad o no de colocación (a un punto en concreto) al tiro puede significar una aceptación metodológica para planificar acciones técnicas concretas en posibilidad de logro a un resultado positivo en competición.

Para futuras investigaciones se recomienda evaluar las distancias segmentales (estructura inferior) e intervenir en el conocimiento de la fuerza útil, para ampliar el bagaje científico ante un tema que requiere información y que no radica como una propuesta en el mundo práctico del entrenamiento.

## ■ CONCLUSIONES

A la luz de los resultados obtenidos se puede considerar que el lograr la máxima velocidad en el balón, más allá de las asociaciones internas de las estructuras segmentarias y locomotoras que comprenden una estructura (caso de la extremidad inferior), no son razón suficiente para considerarlas como factores explicativos del fenómeno (velocidad del balón), debido a que las variables biomecánicas y el producto de las acciones físicas juegan un factor de importancia al momento de emitir objetivamente una explicación. No obstante, los resultados del presente estudio indican que para el grupo de futbolistas evaluados la mayor manifestación de potencia mecánica producida en un salto unipodal puede favorecer el resultado de la velocidad máxima del balón después del golpeo, además se infiere que la construcción de las condiciones para mejorar dicha variable mediante entrenamiento secuencial y específico favorecería las prestaciones funcionales para la acción, teniendo en cuenta buena fundamentación del carácter técnico.

## ■ REFERENCIAS

1. Joga Sport. Top 10 disparos más potentes de la historia del fútbol [Internet]. 2017 [citado el 02 de noviembre 2023]. Disponible en: [https://www.youtube.com/watch?v=cZUoDEj11\\_w&tab\\_channel=JogaSport](https://www.youtube.com/watch?v=cZUoDEj11_w&tab_channel=JogaSport)
2. Teixeira L. Kinematics of kicking as a function of different sources of constraint on accuracy. *Percept Mot Skills*. 1999;88(3):785-9.
3. Lozada-Medina J, Santos-Quiroz Y, Cortina Nuñez M, Armando Hoyos-Espitia C, Pupo Sfeir L. Relación de las características antropométricas con la velocidad del balón en el fútbol Relationship of Anthropometric Variables with speed ball in soccer. *Retos* [Internet]. 2022;43:826-35 [citado el 02 de noviembre 2023]. Disponible en: <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/index>
4. Hernando E. Aspectos que inciden en la eficacia del lanzamiento de doble penalti [tesis]. Toledo: Universidad de Castilla-La Mancha; 2004.



5. Juárez D, Navarro F. Análisis de la velocidad del balón en el tiro en futbolistas en función de la intención de precisión. *Eur J Hum Mov.* 2006;16:39-49.
6. Juárez D, Navarro F. Análisis De La Velocidad Del Balón En El Golpeo En Jugadores De Fútbol Sala En Función Del Sistema De Medición, La Intención En La Precisión Del Tiro, Y Su Relación Con Otras Acciones Explosivas. *Eur J Hum Mov.* 2006;15.
7. Dörge HC, Andersen TB, Sorensen H, Simonsen EB, Aagaard H, Dyhre-Poulsen P, et al. EMG activity of the iliopsoas muscle and leg kinetics during the soccer place kick. *Scand J Med Sci Sports.* 1999;9:195-200.
8. Knoop M, Fernandez-Fernandez J, Ferrauti A. Evaluation of a specific reaction and action speed test for the soccer goalkeeper. *J Strength Cond Res.* 2013;27(8):2141-8.
9. Rodríguez-Arce J, Flores-Núñez LI, Portillo-Rodríguez O, Hernández-López SE. Assessing the performance of soccer goalkeepers based on their cognitive and motor skills. *Int J Perform Anal Sport.* 2019;1-17.
10. Rojas JA, Wittinghan WA, Cuervo MC. Análisis de la velocidad en la interceptación del balón en porteros de fútbol de salón, basado en detección de movimiento. Editorial de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia-UPTC. 2021;201.
11. Savelsbergh GJP, Van der Kamp J, Williams AM, Ward P. Anticipation and visual search behaviour in expert soccer goalkeepers. *Ergonomics.* 2005;48(11-14):1686-97.
12. Campos J, Izquierdo M. Análisis de los movimientos de lanzamiento y golpeo. En: *Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte.* Madrid: Editorial medica panamericana; 2008. p. 362.
13. Santos-García D, Sainz J, Cabello E. Análisis del golpeo de balón y su relación con el salto vertical en futbolistas juveniles de alto nivel. *Int J Sport Sci.* 2010;6:128-40. Disponible en: <http://www.cafyd.com/REVISTA/01903.pdf>
14. Camacaro M, Colina A, Zissu M. Análisis de las variables cinemáticas en la técnica del pateo en el fútbol a partir de criterios de eficiencia biomecánico. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte.* 2021;10(2).
15. Santos-García D, Navarro-Valdivielso F, Aceña-Rubio R, González-Ravé J, Arija-Blázquez A. Relación entre la fuerza máxima en squat y acciones de salto, sprint y golpeo de balón. *RICYDE Revista Internacional de Ciencias del Deporte.* 2008;4(10):1-12.
16. Trujillo M. Principios biomecánicos. *RED (Revista de entrenamiento deportivo).* 1999;XIII(2).
17. Hochmuth G. *Biomecánica de los movimientos deportivos.* Madrid: INEF; 1973.



18. Lozano R, Barajas Y. Determinación Y Valoración Cinemática En El Lanzamiento Del Tiro Libre Preferencial En El Futbol. *Revista actividad física y desarrollo humano*. 2013;24-35.
19. Campos J, Izquierdo M. Análisis de los movimientos de lanzamiento y golpeo. En: *Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte*. Madrid: Panamericana; 2008. p. 333-413.
20. Bull Andersen T, Dorge HC, Thomsen FI. Collisions in soccer kicking. *Sports Engineering*. 1999;2(2):121-5.
21. Billat V. El musculo: transformación energética. En: *Fisiología y metodología del entrenamiento*. Barcelona, España: Paidotribo; 2002.
22. Lopez-Chicharro J, Fernandez-Vaquero A. *Fisiología del ejercicio*. Madrid: Panamericana; 2006.
23. Smerdu V, Karsch-Mizrachi I, Campione M, Leinwand L, Schiaffino S. Type IIx myosin heavy chain transcripts are expressed in type IIb fibers of human skeletal muscle. *Am J Physiol Cell Physiol*. 1994;267(6 36-6).
24. Katch, McAdele, Katch. *Fisiología del ejercicio*. 4th ed. 2015.
25. Lees A, Davies T. The effects of fatigue on soccer kick kinematics. 1987.
26. Kellis E, Katis A, Vrabas IS. Effects of an intermittent exercise fatigue protocol on biomechanics of soccer kick performance. *Scand J Med Sci Sports*. 2006;16(5):334-44.
27. Katis A, Giannadakis E, Kannas T, Amiridis I, Kellis E, Lees A. Mechanisms that influence accuracy of the soccer kick. *J Electromyogr Kinesiol [Internet]*. 2013;23(1):125-31. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2012.08.020>
28. Everett H. Strength and Power: A Definition of Terms. *NSCA J*. 1993;15(6):18-20.
29. Enoka RM. *Neuromechanics of human movement*. 3rd ed. EEUU: Human Kinetics; 2002.
30. Balsalobre C, Jiménez P. Entrenamiento de fuerza (Nuevas perspectivas metodológicas) [Internet]. 2014. Disponible en: <http://www.carlos-balsalobre.com/Entrenamiento de Fuerza Balsalobre&Jimenez.pdf>
31. Garhammer J. A review of power output studies of olympic and powerlifting: methodology, performance prediction, and evaluation tests. *J Strength Cond Res*. 1993;7(2):76-89.
32. Izquierdo M. *Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte*. En: *Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte*. 2008.
33. Jaramillo Mantilla MC, Jaramillo Mantilla MDM. Correlación del Índice de Masa Corporal, índices de saltabilidad y potencia muscular de



miembros inferiores en los jugadores profesionales de fútbol de salón pertenecientes al equipo Santander FSC. 2020. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11634/21224>

34. Nacleiro A. Aplicaciones del control de la potencia de movimiento en el entrenamiento de fuerza. En: Nuevas dimensiones en el entrenamiento de la fuerza. 2006.

35. Cormie P, McCaulley GO, Triplett NT, McBride JM. Optimal loading for maximal power output during lower-body resistance exercises. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(2):340-9.

36. Knudson D. Correcting the use of the term “power” in the strength and conditioning literature. *J Strength Cond Res.* 2009;23(6):1902-8.

37. Bosco C. La valoración de la fuerza con el test de Bosco. Barcelona, España: Paidotribo; 1994.

38. Bosco C, Komi P. Physiology. *Eur J Appl Physiol.* 1979;41:275-84.

39. Vittori C. El entrenamiento de la fuerza para el sprint. *RED (Revista de entrenamiento deportivo).* 1990;4(3):2-8.

40. Acero J. Evaluaciones biomecánicas por tecnología de contactos. 2006. p. 2-76.

41. Acero J. Bases biomecánicas para la actividad física y deportiva. Instituto de investigaciones y soluciones biomecánicas. Poemia; 2013. 200 p.

42. Campos SC, De Benito Trigueros A, Izquierdo Velasco J, Redondo Castán J. Validación de un protocolo para la medición de la velocidad de golpeo en fútbol. *Apuntes: Educación Física y Deportes.* 2009;42-6.

43. Lozada J, Padilla J. Validez y reproducibilidad del test de velocidad máxima de balón después del golpeo en el fútbol. *Revista Observatorio del Deporte.* 2018;4(2):36-53.

44. Juárez D, López C, Navarro E. Análisis del golpeo de balón y su relación con el salto vertical en futbolistas juveniles de alto nivel. *RICYDE Revista Internacional de Ciencias del Deporte.* 2010.

45. Barfield W. Effects of selected kinematic and kinetic variables on instep kicking with dominant and non-dominant limbs. *J Hum Mov Stud.* 1995;29(6):251-72.

46. Galvis EAM, Arabia JJM, Castro CAC. El trabajo de fuerza en el desarrollo de la potencia en futbolistas de las divisiones menores de un equipo profesional de fútbol. *Iatreia.* 2007;20(2):127-43.

47. López J, Dorado C, Chavarren J. Efectos del entrenamiento de fuerza sobre la potencia de chut en el fútbol. *Las Palmas de Gran Canaria;* 2007.

48. González J, Gorostiaga E. Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Barcelona: Inde; 1995. p. 53-63.



49. González B. Consideraciones sobre la manifestación y el desarrollo de la fuerza y la potencia muscular [Internet]. G-SE. 2007 [citado el 02 de noviembre 2023]. Disponible en: <https://g-se.com/consideraciones-sobre-la-manifestacion-y-el-desarrollo-de-la-fuerza-y-la-potencia-muscular-799-sa-x57cfb271893a7>

50. Maureira F, Bahamondes VV, Jesam B. Time of reaction and time of execution in goalkeeper of football category sub-15. DEFDER. 2012;53-61.