

# Relación de la asimetría bilateral y déficit bilateral con el perfil de fuerza horizontal en adolescentes de un taller deportivo social. Un estudio piloto con análisis de datos transversales

*Bilateral asymmetry and deficit in relation to horizontal force profiles in adolescents participating in a social sports program. A pilot cross-sectional study*

Iván Molina-Márquez<sup>1</sup>   
Caroline Zamorano-Sánchez<sup>2</sup>   
Kevin Campos-Campos<sup>3</sup> 

Autor de correspondencia: Kevin Campos-Campos. Correo: [Kevincampos@unach.cl](mailto:Kevincampos@unach.cl)

- 1 Universidad Adventista de Chile, Chillán, Chile. Programa doctorado Ciencias de la Actividad Física, Universidad Católica del Maule, Talca, Chile. [ivanmolina@unach.cl](mailto:ivanmolina@unach.cl)
- 2 Programa doctorado Ciencias de la Actividad Física, Universidad Católica del Maule, Talca, Chile. [carozamoranos@gmail.com](mailto:carozamoranos@gmail.com)
- 3 Universidad Adventista de Chile, Chillán, Chile. [Kevincampos@unach.cl](mailto:Kevincampos@unach.cl)



## Resumen

La finalidad de este estudio es examinar el nivel de relación de la asimetría bilateral (AB) y el déficit bilateral (DBL) con el perfil de fuerza horizontal (HFVP) en adolescentes no deportistas que asisten a un taller deportivo social en la ciudad de Chillán.

Para lograrlo, se utilizó un estudio con enfoque cuantitativo, con diseño no experimental de alcance descriptivo y analítico correlacional con temporalidad transversal. La población estuvo compuesta por 11 adolescentes no deportistas pertenecientes a un taller deportivo social de fútbol de la ciudad de Chillán. La AB se obtuvo mediante el cálculo del índice de asimetría (IA), mientras que el DBL fue cuantificado mediante el Índice Bilateral (%IB). El HFVP se midió mediante grabaciones de video y los análisis se realizaron en la aplicación MySprint. Dado que los datos seguían una distribución normal, se aplicó la prueba de correlación de Pearson para examinar las relaciones entre DBL, AB con respecto a HFVP. El análisis estadístico se llevó a cabo en el programa estadístico JASP 0.19.1.0 para Windows.

La correlación entre la variable AB y las de HFVP (F0, VO, P\_máx, RF\_10m, RF peak) no fueron significativas, al igual que la relación entre DBL y las variables de HFVP ( $p < 0,05$ ).

La AB y el DBL no se correlacionan con los parámetros de HFVP en adolescentes no entrenados.

**Palabras claves:** perfil de fuerza horizontal, asimetría bilateral, déficit bilateral, adolescentes.

## Abstract

The aim of this study was to examine the relationship between bilateral asymmetry (BA) and bilateral deficit (BLD) with the horizontal force-velocity profile (HFVP) in non-athletic adolescents participating in a social sports workshop in the city of Chillán. A quantitative approach was employed using a non-experimental, descriptive, and correlational cross-sectional design. The study population consisted of 11 non-athletic adolescents enrolled in a community-based football workshop in Chillán. BA was assessed through the calculation of the asymmetry index (AI), while BLD was quantified using the Bilateral Index (%BI). The HFVP was evaluated through video recordings, with data analysis conducted using the MySprint application. As the data followed a normal distribution, Pearson's correlation test was applied to examine the relationships between BLD and BA with HFVP. Statistical analyses were performed using JASP software version 0.19.1.0 for Windows.

The correlations between BA and HFVP variables (F0, VO, P\_máx, RF\_10m, RF peak) were not statistically significant, nor were the correlations between BLD and HFVP parameters ( $p < 0.05$ ).

In conclusion, neither bilateral asymmetry nor bilateral deficit were correlated with horizontal force-velocity profile parameters in untrained adolescents.

**Keywords:** horizontal force-velocity profile, bilateral asymmetry, bilateral deficit, adolescents.

## Resumo

O objetivo deste estudo foi examinar o nível de relação entre a assimetria bilateral (AB) e o déficit bilateral (DBL) com o perfil força-velocidade horizontal (HFVP) em adolescentes não atletas que participam de uma oficina esportiva social na cidade de Chillán.

Para isso, foi realizado um estudo com abordagem quantitativa, com delineamento não experimental, de caráter descritivo e analítico correlacional, com recorte transversal. A população foi composta por 11 adolescentes não atletas pertencentes a uma oficina esportiva social de futebol na cidade de Chillán. A AB foi obtida por meio do cálculo do índice de assimetria (IA), enquanto o DBL foi quantificado através do Índice Bilateral (%IB). O HFVP foi avaliado por meio de gravações em vídeo, e as análises foram realizadas com o uso do aplicativo MySprint. Como os dados apresentaram distribuição normal, foi aplicado o teste de correlação de Pearson para examinar as relações entre DBL, AB e o HFVP. A análise estatística foi conduzida utilizando o software JASP versão 0.19.1.0 para Windows.

**Palavras-chave:** Perfil força-velocidade horizontal, assimetria bilateral, déficit bilateral, adolescentes.

## Introducción

En la adolescencia se recomienda realizar actividad física de 3 a 5 veces por semana con intensidad de moderada a vigorosa para lograr efectos beneficiosos para la salud (1). Estudios han reportado el efecto del ejercicio físico en adolescentes con síndrome metabólico, donde el ejercicio reduce los niveles de triglicéridos, colesterol y adiposidad (2). Sin embargo, existen variables como la asimetría bilateral (AB) que pueden generar reducción en el desempeño físico y aumento de lesión (3).

La AB se define como la diferencia en función o rendimiento entre una extremidad o miembro con respecto a otro (4). En las últimas décadas la valoración de la AB del tren o miembros inferiores posee diferente clasificación según la literatura académica, como pierna dominante y no dominante, pierna derecha y pierna izquierda o pierna fuerte y pierna débil (5). La AB se puede deber a diferencias morfológicas (tamaño y formas de órganos) y dinámica (diferencia entre el lado derecho e izquierdo en fuerza y elasticidad muscular) (6). Por otra parte, la AB ha cobrado interés en el rendimiento deportivo (4) aplicado a test de fuerza muscular, como sentadilla profunda y saltos con contra movimientos (CMJ) y a la prevención de lesiones deportivas (<10%-15%) (7). Alex Ojeda y el resto de los investigadores en su estudio señalan que el índice bilateral se relaciona de manera inversa

en pruebas de cambios de direcciones y sprint 5 m en atletas cadetes de karate (8). Sin embargo, en una revisión narrativa realizada por José Alfonso (9) indica que los resultados encontrados entre la relación de la AB y el rendimiento no necesariamente son consistentes a lo largo de una temporada deportiva y tampoco lo es que asimetrías preexistentes aumenten la incidencia de lesiones.

Otro indicador utilizado a partir de evaluaciones unilaterales y bilateral del miembro inferior es el déficit bilateral (DBL) (10). Henry y Smith (11) fueron los primeros en establecer que la producción de fuerza durante una contracción voluntaria máxima de ambas extremidades es menor que la suma de la fuerza total producida por la pierna izquierda y derecha de forma separada (12) en contracciones musculares isométricas e isotónicas (13). Ascenzi (14) no encontró relación entre el DBL y pruebas de velocidad en futbolistas jóvenes. Nicholson y Masini (15) encontró que un menor DBL en el salto Squat jump (SJ) se asocia con mayor fuerza máxima ( $r= 0,73$ ) y potencia máxima ( $r= 0,75$ ) en el CMJ. Bobbert (16) explica la DBL desde una perspectiva neurológica que deriva de factores neuromecánicos como la relación fuerza-velocidad, la cual está relacionada con el rendimiento deportivo (17).

Durante las últimas décadas, se ha promovido el concepto de perfil de fuerza-velocidad horizontal (HFVP) con el objetivo de proporcionar una herramienta de evaluación para guiar y modificar individualmente el entrenamiento para movimientos explosivos (18). La evaluación de la relación fuerza-velocidad lineal se ha utilizado para identificar las capacidades mecánicas máximas de los músculos involucrados para generar un alto nivel de fuerza máxima ( $F_0$ ), fuerza a alta velocidad ( $V_0$ ) y potencia máxima ( $P_{\text{máx}}$ ) y valor de índice de Fuerza (RF peak) (19). Los métodos de campo propuestos para evaluar el FVP es el rendimiento en Sprint. Un estudio de Felipe Hermosilla evaluó los cambios en la propiedad mecánica del HFVP durante la prueba de sprint repetidos en jugadores de fútbol profesional (20). Por otra parte, Luis Miguel Fernández evaluó el HFVP en diferentes etapas de maduración biológica (21).

Si bien la AB se ha relacionado con diferentes pruebas de locomoción cíclica como pruebas de sprint lineal y con cambios de dirección que dependen de la fuerza neuromuscular, en esta investigación nos planteamos algunas preguntas: ¿qué índice de asimetría, DBL y HFVP presentan los adolescentes no deportistas? ¿existe relación entre el AB y DBL con el HFVP? Por tanto, este estudio tuvo como objetivo examinar el nivel de relación de la AB y BLD con el HFVP en adolescentes no deportistas que asisten a un taller deportivo social en la ciudad de Chillán. Hipotetizamos que la AB y el DBL se correlacionarían negativamente con el perfil de HFVP.

## Metodología

### Diseño

Se utilizó un estudio con enfoque cuantitativo, con diseño no experimental de alcance descriptivo y analítico correlacional con temporalidad transversal.

### Población

Se evaluaron a 11 adolescentes varones (edad  $12,81 \pm 0,98$  años, estatura  $1,58 \pm 0,08$  m, masa corporal  $59,59 \pm 14,73$  kg,) pertenecientes a un taller deportivo social de fútbol de la ciudad de Chillán, que se dicta dos veces a la semana con una duración de 90 minutos cada sesión.

Los criterios de inclusión en este estudio fueron: (i) ser parte del taller deportivo, (ii) presentar el consentimiento y asentimiento informado, donde se les explicó los riesgos y beneficios del estudio. Mientras que los criterios de exclusión fueron: (i) presentar lesión musculoesquelética o patologías cardiorrespiratoria, (ii) haber realizado actividad física de intensidad vigorosa 24 horas antes de la evaluación y/o (iii) haber consumido algún alimento o líquido que genere efectos potenciadores de la fuerza muscular.

Esta investigación fue aprobada por el comité de ética de la Universidad Adventista de Chile-Chillán (N°2023-70) siguiendo todas las recomendaciones del tratado de Helsinki.

### Procedimiento

Las evaluaciones se llevaron a cabo en dos días no consecutivos, donde el primer día se les realizó una evaluación antropométrica considerando peso, estatura y se familiarizó a los adolescentes con las pruebas físicas. El día de la evaluación física se les indicó que vinieran descansados, bien hidratados y que no consumieran alimentos que contengan cafeína.

### Preparación

Previo a las evaluaciones físicas se les aplicó un calentamiento de 15 minutos de baja intensidad compuesto por trabajos de movilidad articular y trabajos de flexibilidad, además de trote y carreras de velocidad de 10-15 m a cargo del profesor del taller de fútbol (22).

## Instrumentos

### Medidas antropométricas

La estatura (m) fue evaluada mediante un estadiómetro (SECA 217, fabricado en Alemania, precisión 0.1 centímetros) siguiendo los protocolos estándares (23). Brevemente las personas se ubicaron sin zapatos, con los talones unidos, espalda y glúteos tocando la superficie vertical del estadiómetro y la cabeza colocada en el plano de Frankfort (9). El peso se utilizó una balanza electrónica portátil (Seca 769, Alemania; precisión 0,1kg). Los estudiantes se pesaron con la menor cantidad de ropa posible, solo con pantalones cortos deportivos y a pies descalzo.

### Asimetría Bilateral (AB)

La AB se obtuvo mediante el cálculo del Índice de Asimetría (IA), este índice se obtuvo a partir de la fórmula propuesta por Impellizzeri (24).

$$\%IA = \frac{(\text{extremidad fuerte} - \text{extremidad débil})}{\text{extremidad fuerte}} \times 100$$

### Déficit Bilateral (DBL)

El DBL fue cuantificado mediante el Índice Bilateral (%IB) que es la relación entre los valores bilaterales y unilaterales del salto horizontal bilateral, a partir de los valores unilateral izquierdo, unilateral derecho y bilateral de la prueba salto horizontal. Para determinar el porcentaje de déficit bilateral se utilizó la fórmula propuesta por Howard & Enoka (1991) (25).

$$\%IB = \left[ 100 \times \left( \frac{\text{bilateral}}{\text{dominante} + \text{no dominante}} \right) \right] - 100$$

### Perfil fuerza horizontal (HFVP)

Se midió mediante grabaciones de video y los análisis se realizaron en la aplicación MySprint validada por Romero Franco y colaboradores (26). La aplicación MySprint fue diseñada específicamente para analizar los tiempos parciales de un video de alta velocidad de un sprint máximo de 40 m, registrando la marca de tiempo del inicio y de los diferentes

puntos en los que el atleta cruza los seis marcadores diferentes (5 m, 10m, 20 m, 30 m y 40 m). Para grabar el video de cada sprint, se montó sobre un trípode un iPad10,2 que contuviera la aplicación. Se hicieron evaluaciones individuales, donde cada sujeto se posicionó con tres apoyos (dos pies y una mano) en el punto de salida. A la señal del silbato, se realizó una carrera a máxima velocidad durante 20 metros. Se pidió a dos observadores independientes que seleccionaran el primer fotograma en el que el pulgar derecho de los atletas dejó el suelo (inicio del sprint) y posteriormente, el fotograma en el que la pelvis estaba alineada con cada uno de los 6 marcadores diferentes. Después de este procedimiento de detección, la aplicación MySprint calculó automáticamente cada tiempo parcial en milisegundos, para obtener los valores del perfil de fuerza horizontal F0 (N/Kg), V0 (m/s), P\_máx (W/kg), RF\_10m(%) RF\_peak (%) (27). Estas ecuaciones, entregadas por MySprint fueron desarrolladas por Samozino el 2015 (27).

## Análisis de datos

Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk y homogeneidad de varianzas para evaluar la normalidad de los datos. Se realizaron pruebas estadísticas descriptivas para la edad (años), peso (Kg), estatura (cm), IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), AB, DBL, F0, V0, P\_máx, RF\_10m(%) y RF\_peak(%). Dado que los datos seguían una distribución normal, se aplicó la prueba de correlación de Pearson para examinar las relaciones entre DBL, AB con respecto a HFVP. Un coeficiente de correlación de 0 a 0,4 se consideró débil, de 0,4 a 0,7 fue moderado y de 0,7 a 1,0 fue fuerte (28). El programa utilizado para llevar a cabo los análisis estadísticos fue JASP 0,19.1,0 para Windows. Con un nivel de significancia de  $p \leq 0,05$ .

## Resultados

En la tabla 1 se muestran valores antropométricos de la muestra donde la media o promedio del peso fue de  $59,591 \pm 14,732$  (kg), en cuanto a la media fue de  $1,579 \pm 0,081$  (m) mientras que en el IMC la media fue de  $23,800 \pm 5,246$  ( $\text{Kg}/\text{m}^2$ ). Finalmente, la media de la edad fue  $12,818 \pm 0,982$  (años), donde el mínimo de los participantes tenía 10 años y el mayor 14 años.

**Tabla 1.** Estadísticos descriptivos de variables antropométricas

<b>Variables</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Peso (Kg)	59,591	14,732	39,500	88,000
Estatura (m)	1,579	0,081	1,420	1,720
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	23,800	5,246	17,100	33,900
Edad (años)	12,818	0,982	10,000	14,000

DE=Desviación estándar, Kg=kilógramo, cm= centímetros, m= metros

En la tabla 2 se observan valores descriptivos de asimetría bilateral, déficit bilateral y valores del perfil de fuerza horizontal, donde la media de la AB fue de  $12,355 \pm 9,248$  (%IA); la media del DBL fue de  $-40,855 \pm 4,556$ ; el tiempo tuvo como media de  $5,673 \pm 0,599$  (s); donde el valor mínimo fue de 4,710 (s) y el máximo tiempo fue de 6,610 (s); en cuanto a la media en la fuerza máxima fue de  $6,665 \pm 1,424$  (N/Kg); donde el valor mínimo fue de 4,100 (N/kg) y el valor máximo fue de 8,180 (N/Kg). La mayor velocidad fue de  $6,690 \pm 0,800$  (m/s); donde el máximo desarrollo 8,500 (m/s), mientras que el mínimo valor fue de 5,490 (m/s); la potencia máxima tuvo una media de  $11,295 \pm 3,263$  (W/Kg), mientras que índice de fuerza de los primeros 10 metros y máximo índice de fuerza tuvieron como media  $0,256 \pm 0,030$  (%) y  $44,455 \pm 6,639$  (%) respectivamente.

**Tabla 2.** Estadísticos descriptivos de asimetría bilateral, déficit bilateral y perfil de fuerza horizontal

<b>Variables</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
AB (%IA)	12,355	9,428	2,000	34,000
DBL(%IB)	-40,855	4,556	-47,600	-33,100
Tiempo (s)	5,673	0,599	4,710	6,610
FO (N/kg)	6,665	1,424	4,100	8,180
VO (m/s)	6,690	0,800	5,490	8,500
P_máx (W/Kg)	11,295	3,263	6,190	15,790
RF_10m (%)	0,256	0,030	0,220	0,310
RF_peak (%)	44,455	6,639	32,000	51,000

(AB)= Asimetría bilateral, DBL= déficit bilateral, (%IB)= Índice bilateral F0= Fuerza máxima, VO= máxima velocidad, P\_máx= Potencia máxima, RF10m= índice de fuerza en los primeros 10 metros, RF peak (%)= Máximo índice de fuerza, DE= desviación estándar.

En la tabla 3 se observan correlaciones entre la AB y las variables de perfil de fuerza (F0, VO, P\_máx, RF\_10m, RF peak) donde no se encontraron correlaciones significativas entre estas variables  $p > 0,05$ . La correlación entre la AB y el tiempo fue ( $r = 0,575$ ;  $R^2 = 0,331$ ;  $p = 0,664$ ); AB y su relación con FO fue de ( $r = -0,250$ ;  $R^2 = -0,06$ ;  $P = 0,459$ ); AB y



su relación con VO ( $r = -0,579$ ;  $R^2 = -0,335$ ;  $P = 0,062$ ); AB y su relación con P\_máx ( $r = -0,430$ ;  $R^2 = -0,195$ ;  $P = 0,187$ ); la relación entre AB y RF\_10m ( $r = -0,536$ ;  $r^2 = -0,287$ ;  $p = 0,089$ ); Finalmente la relación entre AB y RF\_peak ( $r = -0,350$ ;  $R^2 = -0,123$ ;  $p = 0,292$ ).

**Tabla 3.** Correlación de los resultados analizados entre %AB y variables del perfil de fuerza horizontal (N=11).

Variables	AB (%IA)			
	r	R2	P	95% IC
Tiempo	0,575	0,331	0,664	-0,039 – 0,873
F0 (N/kg)	-0,250	-0,062	0,459	-0,739 – 0,032
VO (ms/s)	-0,579	-0,335	0,062	-0,875 – 0,032
P_máx (W/kg)	-0,430	-0,195	0,187	-0,919 – 0,229
RF_10m (%)	-0,536	-0,287	0,089	-0,860 – 0,094
RF_peak (%)	-0,350	-0,123	0,292	-0,785 – 0,317

(AB)= Asimetría bilateral, %IA= índice de asimetría, F0= Fuerza máxima, VO= Fuerza a alta velocidad, P\_máx= Potencia máxima, RF10m= índice de fuerza en los primeros 10 metros, RF peak (%)= Máximo índice de fuerza, DE= desviación estándar, 95% IC= índice de confianza 95%.

En la tabla 4 se observan correlaciones entre la DBL y las variables de perfil de fuerza (F0, VO, P\_máx, RF\_10m, RF peak) donde no se encontraron correlaciones significativas entre estas variables  $p > 0,05$ . La correlación entre la DBL y el tiempo fue ( $r = 0,104$ ;  $R^2 = 0,019$ ;  $p = 0,760$ ); DBL y su relación con FO fue de ( $r = 0,221$ ;  $R^2 = 0,489$ ;  $P = 0,514$ ); DBL y su relación con VO ( $r = -0,230$ ;  $R^2 = -0,059$ ;  $P = 0,496$ ); DBL y su relación con P\_máx ( $r = 0,060$ ;  $R^2 = -0,004$ ;  $P = 0,487$ ); la relación entre DBL y RF\_10m ( $r = -0,038$ ;  $r^2 = -0,001$ ;  $p = 0,913$ ); Finalmente la relación entre DBL y RF\_peak ( $r = 0,133$ ;  $R^2 = -0,018$ ;  $p = 0,697$ ).

**Tabla 4.** Correlación de los resultados analizados entre %IB y variables del perfil de fuerza horizontal (N=11).

Variables	DBL (%IB)			
	r	R2	P	95% IC
Tiempo	0,104	0,019	0,760	-0,529 – 0,663
F0 (N/kg)	0,221	0,489	0,514	-0,437 – 0,725
VO (ms/s)	-0,230	-0,059	0,496	-0,729 – 0,429
P_máx (W/kg)	0,060	-0,004	0,847	-0,556 – 0,641
RF_10m (%)	-0,038	-0,001	0,913	-0,623 – 0,575
RF_peak (%)	0,133	0,018	0,697	-0,507 – 0,679

DBL= Déficit bilateral, %IB= índice Bilateral, F0= Fuerza máxima, VO= Fuerza a alta velocidad, P\_máx= Potencia máxima, RF10m= índice de fuerza en los primeros 10 metros, RF peak (%)= Máximo índice de fuerza, DE= desviación estándar, 95% IC= índice de confianza 95%.

## Discusión

El objetivo de esta presente investigación fue examinar el nivel de relación de la AB y BLD con el HFVP en adolescentes no deportistas que asisten a un taller deportivo social en la ciudad de Chillán. Los resultados indican que no existe correlación significativa entre AB y DBL con los parámetros del perfil de fuerza horizontal.

Los resultados encontrados en este estudio no respaldan la hipótesis alterna planteada en esta investigación. Tampoco encontramos estudios de muestras similares para generar discusión, por lo que revisaremos nuestros resultados en cuanto a variables AB, DBL y HFVP en deportistas o personas altamente entrenadas.

Los hallazgos de este estudio concuerdan con los resultados encontrados en atletas cadetes de karate donde no hubo una correlación entre AB y velocidad del cambio de dirección (COD) ( $r = -0,38$ ;  $R^2 = 0,15$ ;  $p = 0,30$ ) y entre AB y pruebas de velocidad de 5 metros (5m) ( $r = -0,47$ ;  $r^2 = 0,22$ ;  $p = 0,19$ ); tampoco encontraron correlación entre el DBL y las pruebas físicas de COD y 5m ( $r = 0,20$ ;  $r^2 = 0,04$ ;  $p = 0,60$ ;  $r = 0,51$ ;  $r^2 = 0,26$ ;  $p = 0,16$ ) respectivamente. Las variables de velocidad (5m) y agilidad o cambio de dirección (CODS) se relacionan positivamente con las variables del perfil de fuerza horizontal (F0, VO, P\_máx, RF10m, RF peak) tanto en hombres como en mujeres (29). Tampoco se encontró relación en jugadores de balonmano entre la AB y la aptitud física de carácter explosivo como sprint y saltos (30). En cuanto al AB(%IA) tampoco parece tener relación positiva con las pruebas de corta duración. Estos resultados difieren de lo encontrado por Bishop, quien encontró correlaciones parciales entre el AB y DBL con pruebas explosivas de corta duración (31).

Los resultados dispares presentes en la literatura se pueden deber a que el AB y DBL a que ambos factores dependen de la edad, tipo de entrenamiento y tipo de ejercicio, en nuestro caso los adolescentes no son deportistas. Todos los estudios consultados son realizados en personas entrenadas o altamente entrenadas, por lo que también pudo haber influido aspectos técnicos propias del movimiento y la producción de fuerza de manera horizontal (32), al no ser personas entrenadas poseen un menor desarrollo de fuerza muscular (33). Por otra parte, al existir una mayor asimetría (DBL)  $\bar{X} = -40,855 \pm 4,56$  puntos podrían, aun cuando no se evaluó en este artículo, tener mayor incidencia de lesión. Otros estudios han mostrado en niños suecos entrenados poseen mayor fuerza en velocidades angulares de flexores de rodilla y 4 veces más en la musculatura extensora de rodilla, teniendo una curva de Hill (contacto entre los filamentos de actina y miosina) mayor que niños no entrenados (34).

Este estudio piloto permitió examinar la relación entre la AB y DBL con HFVP. Al no encontrarla, se puede delimitar el campo de investigación que, en adolescentes no

entrenados, no afectarían estas variables en la fuerza muscular al correr. Por otra parte, motivar a los investigadores a buscar otras variables que podrían estar influyendo en el HFVP como la coordinación neuromuscular y fatiga. Sin embargo, hay que tomar estos resultados con cautela ya que la muestra está compuesta por adolescentes no deportista por lo que podría a futuro replicar este estudio en adolescentes entrenados o de alto rendimiento.

## Limitaciones

Este estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, el análisis se basó en una muestra reducida, compuesta exclusivamente por hombres, lo que podría afectar la potencia estadística y la generalización de los hallazgos. Si bien se evaluó la totalidad de los casos disponibles, el tamaño muestral resulta insuficiente para extrapolar conclusiones a poblaciones más amplias.

Adicionalmente, el diseño empleó un muestreo intencional no aleatorizado, lo que introduce posibles sesgos de selección. La ausencia de participantes femeninos limita además la aplicabilidad de los resultados a otros grupos poblacionales. Futuras investigaciones deberían incorporar muestras más grandes y representativas, con distribución equilibrada por sexo y estrategias de reclutamiento aleatorizadas.

## Conclusión

La AB y el DBL no se correlacionan con los parámetros de HFVP en adolescentes no entrenados. Sin embargo, se requieren más estudios considerando un mayor tamaño muestral con el fin de señalar que los resultados obtenidos pueden ser extrapolables.

## Agradecimiento

Esta investigación se llevó a cabo gracias a fondos de un proyecto regular PI 199 de la Universidad Adventista de Chile, Chillán, Chile.

## Declaración de intereses

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de interés asociado con esta investigación.

## Declaración de contribución

El autor 1 fue el encargado de la toma de datos como autor principal en el diseño metodológico y en la redacción y edición del manuscrito. Por su parte, los autores 2 y 3 trabajaron en la redacción y edición del manuscrito, además del análisis de la información.

## Referencias bibliográficas

1. Pérez-Romero N, Sánchez-García C, Sabarit-Peñalosa A, Morillo-Baro JP, Vázquez-Diz JA, Ruiz-Junco A, et al. Revisión sistemática sobre la incidencia de los programas de actividad física en la mejora cognitiva en la infancia y adolescencia. *Apunt Psicol.* 2023;41(1):39–48. <https://doi.org/10.55414/ap.v41i1.1526>
2. Török K, Szelényi Z, Pórszász J, Molnár D. Low physical performance in obese adolescent boys with metabolic syndrome. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2001 Jul;25(7):966–70. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801646>
3. Lijewski M, Burdukiewicz A, Pietraszewska J, Andrzejewska J, Stachoń A. Asymmetry of muscle mass distribution and grip strength in professional handball players. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(4):1913. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph18041913>
4. Candia Luján R, Núñez Escudero BA, Carreón Santa Cruz KI, De León Fierro LG, Carrasco Legleu CE, Candia Sosa KE. Índice de asimetría bilateral similar de las manifestaciones de la fuerza muscular de extremidades inferiores en jóvenes universitarios. *Retos.* 2017;(33):34-36. <http://doi.org/10.47197/retos.v0i33.52934>
5. Bishop C, Turner A, Read P. Effects of inter-limb asymmetries on physical and sports performance: a systematic review. *J Sports Sci.* 2017;36(10):1135-1144. <http://doi.org/10.1080/02640414.2017.1361894>
6. Krzykała M. Dual energy X-ray absorptiometry in morphological asymmetry assessment among field hockey players. *J Hum Kinet.* 2010; 25:77-84. <http://doi.org/10.2478/v10078-010-0034-1>
7. França C, Martins F, Martinho D, Ihle A, Marques A, Sarmiento H, et al. Bilateral asymmetry and the relationship between unilateral isokinetic strength and balance performance in male adolescent football players. *Monten J Sports Sci Med.* 2023;12(2):33-39. <http://doi.org/10.26773/mjssm.230905>
8. Ojeda-Aravena A, Azócar-Gallardo J, Herrera-Valenzuela T, García-García JM. Relación de la asimetría bilateral y el déficit bilateral con la velocidad del cambio

- de dirección en atletas cadetes de karate: un estudio piloto. *Retos*. 2021; 42:100-108. <http://doi.org/10.47197/retos.v42i0.86397>
9. Alfonso J, Peña J, Sá M, Virgile A, García-de-Alcaraz A, Bishop C. Why sports should embrace bilateral asymmetry: a narrative review. *Symmetry (Basel)*. 2022;14(10):1993. <http://doi.org/10.3390/sym14101993>
  10. Sarabon N, Kozinc Ž, Bishop C, Maffiuletti NA. Factors influencing bilateral deficit and inter-limb asymmetry of maximal and explosive strength: motor task, outcome measure and muscle group. *Eur J Appl Physiol*. 2020;120(7):1681-1688. <http://doi.org/10.1007/s00421-020-04399-1>
  11. Henry FM, Smith LE. Simultaneous versus separate bilateral muscular contractions in relation to neural overflow theory and neuromotor specificity. *Res Q Am Assoc Health Phys Educ Recreat*. 1961;32(1):42-46. <http://doi.org/10.1080/10671188.1961.10762069>
  12. Železnik P, Slak V, Kozinc Ž, Šarabon N. The association between bilateral deficit and athletic performance: a brief review. *Sports (Basel)*. 2022;10(8):112. <http://doi.org/10.3390/sports10080112>
  13. Psycharakis SG, Eagle SR, Moir GL, Rawcliffe A, McKenzie C, Graham SM, et al. Effects of additional load on the occurrence of bilateral deficit in countermovement and squat jumps. *Res Q Exerc Sport*. 2019;90(4):461-469. <http://doi.org/10.1080/02701367.2019.1617394>
  14. Ascenzi G, Ruscello B, Filetti C, Bonanno D, Di Salvo V, Nuñez FJ, et al. Bilateral deficit and bilateral performance: relationship with sprint and change of direction in elite youth football players. *Sports (Basel)*. 2020;8(6):82. <http://doi.org/10.3390/sports8060082>
  15. Železnik P, Slak V, Kozinc Ž, Šarabon N. The Association between Bilateral Deficit and Athletic Performance: A Brief Review. *Sports*. 27 de julio de 2022;10(8):112. <https://doi.org/10.3390/sports10080112>
  16. Bobbert MF, de Graaf WW, Jonk JN, Casius LJ. Explanation of the bilateral deficit in human vertical squat jumping. *J Appl Physiol*. 2006;100(2):493-499. <http://doi.org/10.1152/japplphysiol.00637.2005>
  17. Pleša J, Kozinc Ž, Šarabon N. The association between force–velocity relationship in countermovement jump and sprint with approach jump, linear acceleration and change of direction ability in volleyball players. *Front Physiol*. 2021; 12:763711. <http://doi.org/10.3389/fphys.2021.763711>
  18. Ettema G. The force–velocity profiling concept for sprint running is a dead end. *Int J Sports Physiol Perform*. 2024;19(1):88-91. <http://doi.org/10.1123/ijsp.2023-0110>

19. Jiménez-Reyes P, Samozino P, García-Ramos A, Cuadrado-Peñafiel V, Brughelli M, Morin JB. Relationship between vertical and horizontal force–velocity–power profiles in various sports and levels of practice. *PeerJ*. 2018;6:e5937. <http://doi.org/10.7717/peerj.5937>
20. Hermosilla-Palma F, Loro-Ferrer JF, Merino-Muñoz P, Gómez-Álvarez N, Bustamante-Garrido A, Cerda-Kohler H, et al. Changes in the mechanical properties of the horizontal force-velocity profile during a repeated sprint test in professional soccer players. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;20(1):704. <http://doi.org/10.3390/ijerph20010704>
21. Fernández-Galván LM, Jiménez-Reyes P, Cuadrado-Peñafiel V, Casado A. Sprint performance and mechanical force-velocity profile among different maturational stages in young soccer players. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(3):1412. <http://doi.org/10.3390/ijerph19031412>
22. Hernández Martínez J, Ramirez-Campillo R, Vera-Assaoka T, Castillo Cerda MA, Carter-Thuillier B, Herrera-Valenzuela T, et al. Warm-up stretching exercises and physical performance of youth soccer players. *Front Physiol*. 2023;14:1191277. <http://doi.org/10.3389/fphys.2023.1191277>
23. Rivadeneira-Valenzuela J, Soto-Caro A, Bello-Escamilla N, Concha-Toro M, Díaz-Martínez X. Estilos parentales, sobrepeso y obesidad infantil: estudio transversal en población infantil chilena. *Rev Chil Nutr*. 2021;48(1):18-30. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182021000100018>
24. Impellizzeri FM, Rampinini E, Maffiuletti N, Marcora SM. A vertical jump force test for assessing bilateral strength asymmetry in athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(11):2044-2050. <http://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31814fb55c>
25. Howard JD, Enoka RM. Maximum bilateral contractions are modified by neurally mediated interlimb effects. *J Appl Physiol*. 1991;70(1):306-316. <http://doi.org/10.1152/jappl.1991.70.1.306>
26. Romero-Franco N, Jiménez-Reyes P, Castaño-Zambudio A, Capelo-Ramírez F, Rodríguez-Juan JJ, González-Hernández J, et al. Sprint performance and mechanical outputs computed with an iPhone app: comparison with existing reference methods. *Eur J Sport Sci*. 2017;17(4):386-392. <http://doi.org/10.1080/17461391.2016.1249031>
27. Samozino P, Rabita G, Dorel S, Slawinski J, Peyrot N, Saez de Villarreal E, et al. A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. *Scand J Med Sci Sports*. 2016;26(6):648-658. <https://doi.org/10.1111/sms.12490>

28. Mukaka MM. Statistics corner: a guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi Med J.* 2012;24(3):69-71.
29. Lin J, Shen J, Zhang J, Zhou A, Guo W. Correlations between horizontal jump and sprint acceleration and maximal speed performance: a systematic review and meta-analysis. *PeerJ.* 2023;11: e14650. <https://doi.org/10.7717/peerj.14650>
30. Madruga-Parera M, Bishop C, Beato M, Fort-Vanmeerhaeghe A, Gonzalo-Skok O, Romero-Rodríguez D. Relationship between interlimb asymmetries and speed and change of direction speed in youth handball players. *J Strength Cond Res.* 2021;35(12):3482-3490. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003328>
31. Bishop C, Berney J, Lake J, Loturco I, Blagrove R, Turner A, et al. Bilateral deficit during jumping tasks: relationship with speed and change of direction speed performance. *J Strength Cond Res.* 2021;35(7):1833-1840. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003075>
32. Gómez-Álvarez N, Moyano F, Huichaqueo E, Veruggio M, Urrutia V, Hermosilla F, et al. Efectos de la inclusión de ejercicios de salto con y sin sobrecarga externa en el calentamiento sobre parámetros de rendimiento físico en atletas jóvenes de balonmano. *MHSalud.* 2019;17(1):1-15 <https://doi.org/10.15359/mhs.17-1.4>
33. Andrade DC, Henriquez-Olguín C, Beltrán AR, Ramírez MA, Labarca C, Cornejo M, et al. Effects of general, specific and combined warm-up on explosive muscular performance. *Biol Sport.* 2015;32(2):123-128. <https://doi.org/10.5604/20831862.1140426>
34. Maly t, zahalka f, mala l, cech p. bilateral strength and power asymmetries in untrained boys. *open med (wars).* 2015;10(1):224-232. <https://doi.org/10.1515/med-2015-0034>