

Jump height inter-limb differences during unilateral cmj are not correlated to impulse inter-limb differences during bilateral cmj

Las asimetrías en la altura de salto durante el cmj unilateral no están relacionadas con las asimetrías de impulso durante el cmj bilateral

Laura García-Pérez^{1*}, Silvia Zamorano¹, Sergio Miras-Moreno¹, Iago Rojas-Cepero¹

¹ Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal; Universidad de Granada.

* Correspondence: Laura García-Pérez; lgperez@ugr.es

ABSTRACT

This study aims to explore the relationship between unilaterally produced countermovement jump height asymmetries (CMJ) and bilateral CMJ force production asymmetries, and to elucidate the rates of agreement between the self-selected leg and the dominant leg. Twenty-three senior basketball players performed eight unilateral CMJs (four with each leg) and four bilateral CMJs in a single session. Momentum during the bilateral CMJ and jump height during the unilateral CMJ were recorded. Small correlations were observed between differences in unilateral CMJ height and asymmetries between limbs in bilateral CMJ impulse ($r = -0.104$). The self-selected declared leg revealed higher performance in 7 out of 23 participants ($Kappa = -0.20$) for unilateral CMJ height, 7 out of 23 participants ($Kappa = -0.11$) for bilateral CMJ impulse, 6 out of 23 participants ($Kappa = -0.36$). These results show that the asymmetries detected during bilateral CMJs cannot be extrapolated to unilateral CMJs, and that the preferred leg generally contributes less to force production than the non-preferred leg.

KEYWORDS

Limb dominance; Limb preference; Asymmetries; Basketball.

RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo explorar la relación entre las asimetrías de la altura del salto en contramovimiento (CMJ) producidas unilateralmente y las asimetrías en la producción de fuerza en el CMJ bilateral, y dilucidar los índices de acuerdo entre la pierna autoseleccionada y la pierna dominante.

Veintitrés jugadores de baloncesto senior realizaron en una sola sesión ocho CMJs unilaterales (cuatro con cada pierna) y cuatro CMJs bilaterales. Se registró el impulso durante el CMJ bilateral y la altura del salto durante el CMJ unilateral. Se observaron pequeñas correlaciones entre las diferencias de la altura del CMJ unilateral y las asimetrías entre las extremidades en el impulso del CMJ bilateral ($r = -0.104$). La pierna declarada como autoseleccionada, reveló un mayor rendimiento en 7 de 23 participantes ($Kappa = -0,20$) para la altura CMJ unilateral, 7 de 23 participantes ($Kappa = -0,11$) para el impulso CMJ bilateral, 6 de 23 participantes ($Kappa = -0,36$). Estos resultados ponen de manifiesto que las asimetrías detectadas durante los CMJ bilaterales no pueden extrapolarse a los CMJ unilaterales, y que la pierna preferida generalmente contribuye menos a la producción de fuerza que la pierna no preferida.

PALABRAS CLAVE

Pierna dominante; Pierna autoseleccionada; Asimetrías; Baloncesto.

1. INTRODUCCIÓN

El concepto de asimetría, ha recibido una gran atención científica en los últimos años entre investigadores, fisioterapeutas y preparadores físicos (Bishop, Turner y Read, 2018). El concepto de asimetría se refiere a una diferencia de rendimiento mecánico de un miembro con respecto a otro. Esta diferencia provee de una información valiosa relativa a la función muscular y a la prevención de lesiones (Heishman et al., 2019).

Uno de los tests más utilizados para evaluar las asimetrías debido a su simplicidad y accesibilidad es el salto en contramovimiento, conocido por las siglas en inglés “CMJ” (Chavda et al., 2018). Este tipo de salto ha sido utilizado para evaluar las adaptaciones del entrenamiento (McMahon et al., 2017), la fatiga muscular (Miras-Moreno, 2019) y las asimetrías (Benjanuvattra, 2013). Los dos saltos en contramovimiento más comunes son los bilaterales y unilaterales. Estos últimos, proveen más información relativa a la capacidad de cada miembro para ejercer fuerza, mientras que en los saltos bilaterales influyen en estrategias compensatorias. Aunque en ambos saltos se pueden evaluar las asimetrías, es posible que se establezcan asociaciones entre las asimetrías producidas de manera bilateral y unilateral en la variable de impulso mecánico, ya que son saltos comúnmente realizados en atletas de baloncesto y en esta variable se encontraron ligeras asociaciones para mujeres activas ($r = 0.45$) (Benjanuvattra, 2013).

Uno de los aspectos metodológicos más importantes a tener en cuenta a la hora de evaluar las asimetrías, es el criterio de selección que se utiliza para comparar una pierna con respecto a la otra. Artículos anteriores como los de Virgile y Bishop (2021) han utilizado la pierna autoseleccionada (los propios sujetos son los que reportan la pierna con más rendimiento para realizar una determinada acción deportiva o habilidad motora) y la pierna dominante (pierna que objetivamente provee mayor fuerza mecánica). Recientemente, se ha demostrado poco nivel de acuerdo entre la pierna autoseleccionada y la pierna dominante para jugadores de fútbol. No obstante, es posible que en una población donde los saltos verticales son más comunes (por ejemplo, en jugadores de baloncesto), el nivel de acuerdo entre estos dos criterios sea mayor.

Para responder a estas cuestiones, el objetivo principal del presente estudio es elucidar si hay una relación entre las asimetrías producidas unilateralmente y las producidas bilateralmente durante el CMJ en la variable de impulso mecánico. Como objetivo secundario, también se indagó acerca de los índices de acuerdo entre la pierna dominante y la pierna autoseleccionada por el propio sujeto. Con respecto a estos objetivos las hipótesis del estudio son: (I) las asimetrías producidas unilateralmente y bilateralmente durante el salto en contramovimiento no tendrán una alta relación (Benjanuvattra et al., 2013) y (II) la pierna autoseleccionada contribuirá menos a la producción de fuerza que la pierna no autoseleccionada durante los saltos unilaterales y bilaterales (Virgile y Bishop et al., 2021).

2. MÉTODOS

2.1. Muestra

En este estudio participaron veintitrés jugadores de baloncesto senior. La muestra del estudio estaba formada por 11 hombres (edad = $19,2 \pm 1,5$ años [rango: 17-22 años]; masa corporal = $79,3 \pm 11,0$ kg; estatura = $1,87 \pm 0,08$ m) y 12 mujeres (edad = $21,1 \pm 4,2$ años [rango: 15-29 años]; masa corporal = $70,6 \pm 7,2$ kg; estatura = $1,75 \pm 0,06$ m) (datos presentados como media \pm desviación estándar [DE]). Todos los participantes tenían una experiencia en baloncesto de al menos cinco años y estaban acostumbrados a realizar los ejercicios CMJ bilaterales y unilaterales como parte de su rutina de entrenamiento de fuerza. Las mediciones se realizaron durante el periodo competitivo, tres días después de un partido de competición. No se informó de limitaciones físicas, problemas de salud o lesiones musculoesqueléticas que pudieran comprometer las pruebas. Antes de las pruebas, los participantes fueron informados sobre el propósito y los procedimientos de la investigación, y ellos o sus tutores legales (para los participantes menores de 18 años) dieron su consentimiento por escrito

para participar en el estudio. El protocolo del estudio se adhirió a los principios de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por la Junta de Revisión Institucional.

Se realizó un diseño de medidas repetidas para explorar la relación entre las asimetrías de las extremidades en la producción del impulso mecánico y el rendimiento de la altura del CMJ unilateral en jugadores de baloncesto senior. Los participantes realizaron en una sola sesión ocho CMJs unilaterales (cuatro intentos con cada pierna) y cuatro CMJs bilaterales. Los valores de impulso se registraron por separado para cada pierna, con una plataforma de fuerza dual durante los CMJ bilaterales, y la altura del salto fue la variable analizada durante los CMJ unilaterales. Para los análisis estadísticos se consideró el valor medio de los cuatro ensayos de cada ejercicio de CMJ. Todos los participantes se sometieron a las pruebas entre las 18:00 y las 20:00 horas, bajo la supervisión directa del mismo experimentador y en el mismo centro de entrenamiento. Se pidió a los participantes que se abstuvieran de cualquier actividad física al menos 24 horas antes del día de la prueba.

2.2. Procedimiento

Al comienzo de la sesión, se midió la estatura y la masa corporal utilizando un estadiómetro de pared (Seca 202 Stadiometer; Seca Ltd., Hamburgo, Alemania) y un sistema de ocho electrodos (Tanita BC-418 MA; Tanita Corp., Tokio, Japón), respectivamente. El calentamiento consistió en 5 minutos de trote, ejercicios de estiramiento dinámico de las extremidades inferiores y tres ensayos de práctica submáxima de cada ejercicio de CMJ. Tras el calentamiento, los participantes descansaron 3 minutos y luego realizaron cuatro ensayos de cada ejercicio CMJ. La secuencia de ejecución del ejercicio CMJ fue aleatoria. El descanso entre los ensayos del mismo y de los diferentes ejercicios CMJ se fijó en 1 y 2 minutos, respectivamente. Las características específicas de los ejercicios CMJ unilaterales y bilaterales fueron las siguientes:

CMJ UNILATERAL

Los participantes comenzaron en el centro de una plataforma de fuerza con la pierna a evaluar completamente extendida, la pierna alternativa flexionada a 90° en las articulaciones de la cadera y la rodilla, y las manos colocadas en las caderas (Gonzalo-Skok et al., 2015). Se instruyó a los participantes para que saltaran lo más alto posible, realizaran un contramovimiento a una profundidad seleccionada por ellos mismos, mantuvieran las manos en las caderas durante todo el movimiento y aterrizaran sobre la misma pierna probada en una extensión completa. El balanceo sobre la pierna contraria estaba prohibido (Bishop et al., 2018). Cuando los saltos no cumplían con estas pautas, según un examinador experimentado, se pedía a los participantes que repitieran la prueba después de 1 minuto de descanso.

CMJ BILATERAL

En esta prueba, los participantes debían colocarse en una posición bilateral relajada en el centro de las plataformas de fuerza con las manos en las caderas (Lake et al., 2020). La técnica de ejecución fue la misma que la del CMJ unilateral, pero se aconsejó a los participantes que saltaran y aterrizaran simultáneamente sobre ambas piernas.

2.4. Análisis estadístico

Todas las pruebas de CMJ se realizaron en dos plataformas de fuerza paralelas (tipo 9260AA6; Kistler, Winterthur, Suiza) incrustadas en un cajón de goma espuma. Los datos de la fuerza de reacción vertical al suelo (vGRF) de cada plataforma de fuerza se adquirieron de forma sincronizada mediante el software BioWare® (Kistler, Winterthur, Suiza) a una frecuencia de muestreo de 1.000 Hz. Las plataformas de fuerza se pusieron a cero antes de cada ensayo. Los datos vGRF se exportaron como archivos de texto y se analizaron mediante una hoja de cálculo Microsoft Excel® personalizada 2019 (versión 16.32, Microsoft Corporations, Redmond, Washington, Estados Unidos) (Chavda et al., 2018).

Los participantes se mantuvieron quietos sobre una (CMJs unilaterales) o dos (CMJs bilaterales) piernas durante unos 3 segundos durante la fase de pesaje. El peso corporal y la DE en la fase de pesaje se determinaron durante el último segundo anterior al inicio del movimiento (Chavda et al., 2018). La fase de contramovimiento se iniciaba 30 ms antes del instante en el que la vGRF era inferior al peso del sistema menos 5 DE de la fase de pesaje (Pérez-Castilla et al., 2019) y finalizaba cuando la velocidad del centro de masa era positiva (Chavda et al., 2018). La fase de propulsión se identificó desde este último punto hasta el instante justo de despegue. Además, la altura del CMJ unilateral se estimó a partir del tiempo de vuelo utilizando la siguiente ecuación, donde g representa la aceleración de la gravedad (-9,81 m-s⁻²): altura del salto = $g \cdot (\text{tiempo de vuelo})^2 / 8$.

Los datos descriptivos se presentan como medias. La distribución normal de los datos fue confirmada por la prueba de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$). Las únicas variables que no se distribuyeron normalmente fueron la altura de salto durante el CMJ unilateral realizado con la pierna izquierda. Para comparar entre las piernas derecha e izquierda la magnitud de la altura del CMJ unilateral y el impulso del CMJ bilateral se utilizaron “t-test” de muestras emparejadas para variables con distribución normal o “Wilcoxon signed-rank tests” para variables sin distribución normal, además de las diferencias medias estandarizadas (tamaño del efecto d de Cohen [ES]). Se utilizó el coeficiente de correlación de producto-momento de Pearson (r) para las variables de distribución normal o los coeficientes de correlación rho de Spearman (r_s) para las variables de distribución no normal para explorar la

asociación entre las diferencias entre extremidades en la altura CMJ unilateral y las diferencias entre extremidades en el impulso CMJ bilateral. Las asimetrías entre extremidades se calcularon utilizando las diferencias porcentuales estándar $(100/[\text{valor máximo de la pierna derecha e izquierda}] * [\text{valor mínimo de la pierna derecha e izquierda}] * [-1] + 100)$ durante el CMJ unilateral (Bishop et al., 2018). Para determinar la dirección de la asimetría durante el CMJ unilateral, se añadió una "función condicional SI" ($SI * [\text{pierna izquierda} < \text{pierna derecha}, 1, -1]$) se añadió al final de la ecuación de asimetría (Bishop et al., 2021). El índice de asimetría bilateral-1 ($[\text{pierna preferida} - \text{pierna no preferida}] / [\text{pierna preferida} + \text{pierna no preferida}] * 100$) se utilizó para evaluar las asimetrías entre extremidades durante el CMJ bilateral (Bishop et al., 2018).

Las asimetrías entre extremidades también se presentaron en valores absolutos con fines descriptivos. Los criterios para interpretar el efecto magnitud por medio de la *d* de Cohen fueron los siguientes: trivial ($< 0,20$), pequeño ($0,20-0,59$), moderado ($0,60-1,19$), grande ($1,20-2,00$) o muy grande ($> 2,00$) (Hopkins et al., 2009). La escala utilizada para interpretar la magnitud de los coeficientes *r* y *r_s* fue la siguiente: trivial ($0,00-0,09$), pequeño ($0,10-0,29$), moderado ($0,30-0,49$), grande ($0,50-0,69$), muy grande ($0,70-0,89$), casi perfecto ($0,90-0,99$) y perfecto ($1,00$) (Hopkins et al., 2009). Por último, se calcularon los coeficientes kappa para dilucidar si la pierna preferida autoseleccionada es la extremidad que más contribuye al rendimiento. Se pidió a los jugadores de baloncesto que respondieran a la pregunta "¿Qué extremidad utilizarías para saltar lo más alto posible?" para determinar la preferencia de pierna (Mulrey et al., 2018). Los criterios para interpretar los valores kappa fueron los siguientes: pobre ($\leq 0,00$), ligero ($0,01-0,20$), regular ($0,21-0,40$), moderado ($0,41-0,60$), sustancial ($0,61-0,80$) o casi perfecto ($0,81-0,99$) (Bishop, Weldon, et al., 2021). Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete de software SPSS (IBM SPSS versión 25.0, Chicago, IL). El valor de alfa se fijó en 0,05.

3. RESULTADOS

Los valores descriptivos de las variables de rendimiento y asimetría entre extremidades (Tabla 1). No se observaron diferencias significativas y correlaciones muy grandes a casi perfectas entre las piernas derecha e izquierda para la magnitud de la altura del salto durante el CMJ unilateral ($p = 0,181$, $ES = -0,11$, $r_s = 0,926$) y el impulso ($p = 0,580$, $ES = -0,06$, $r = 0,885$) (Figura 1). Además, no se detectaron correlaciones significativas y pequeñas entre las diferencias entre extremidades en la altura CMJ unilateral y las diferencias entre extremidades en el impulso CMJ bilateral ($p = 0,171$, $r_s = 0,104$) (Figura 2). En cuanto a la preferencia de piernas, 19 participantes eran diestros y 4 zurdos. La pierna

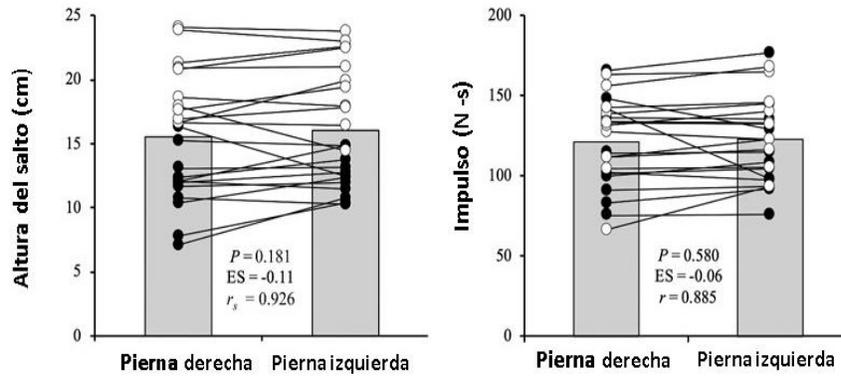
preferida autodeclarada sólo reveló un mayor rendimiento en 7 de 23 participantes para la altura CMJ unilateral (30,4%; Kappa = -0,20 [pobre]), 7 de 23 participantes para el impulso CMJ bilateral (26,1%; Kappa = -0,11 [pobre]).

Tabla 1. Datos descriptivos de las variables de rendimiento y asimetría entre extremidades obtenidas durante ejercicios de saltos unilaterales y bilaterales en contramovimiento (CMJ).

	Variable	Sexo	Pierna		Asimetría	Asimetría
			derecha Media ± SD	izquierda Media ± SD	Bruta (%)	absoluta (%)
CMJ Unilateral	Altura del salto (cm)	Hombres	19.6 ± 2.8	-19.9 ± 3.0	-1.3 ± 9.3	6.7 ± 6.3
		Mujeres	11.7 ± 2,6	11.7 ± 2.6	-6.4 ± 15.4	12.3 ± 10.9
CMJ Bilateral	Impulso (N-s)	Hombres	128 ± 27	134 ± 23	-2.1 ± 5.3	2.9 ± 4.8
		Mujeres	114 ± 28	113 ± 26	1.0 ± 6.4	4.0 ± 4.8

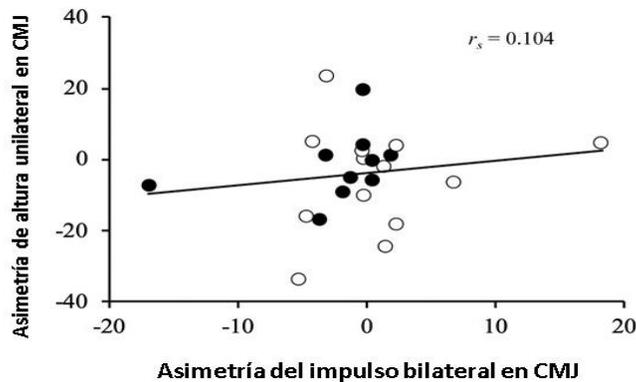
Los valores descriptivos de las variables de rendimiento y asimetría entre extremidades (Tabla 1). No se observaron diferencias significativas y correlaciones muy grandes a casi perfectas entre las piernas derecha e izquierda para la magnitud de la altura del salto durante el CMJ unilateral ($p = 0,181$, $ES = -0,11$, $rs = 0,926$) y el impulso ($p = 0,580$, $ES = -0,06$, $r = 0,885$) (Figura 1). Además, no se detectaron correlaciones significativas y pequeñas entre las diferencias entre extremidades en la altura CMJ unilateral y las diferencias entre extremidades en el impulso CMJ bilateral ($p = 0,171$, $rs = 0,104$) (Figura 2). En cuanto a la preferencia de piernas, 19 participantes eran diestros y 4 zurdos. La pierna preferida autodeclarada sólo reveló un mayor rendimiento en 7 de 23 participantes para la altura CMJ unilateral (30,4%; Kappa = -0,20 [pobre]), 7 de 23 participantes para el impulso CMJ bilateral (26,1%; Kappa = -0,11 [pobre]).

Figura 1. Comparaciones individuales entre la pierna derecha e izquierda para la altura de salto unilateral (panel izquierdo) e impulso bilateral (panel derecho).



Nota: Los hombres y las mujeres se diferencian mediante puntos blancos y negros, respectivamente. P - valor obtenido mediante “ t -test” de muestras emparejadas o mediante la prueba “Wilcoxon signed-rank tests”; ES = tamaño del efecto d de Cohen ($[$ pierna derecha-pierna izquierda $]/ DE$ ambos); r - coeficiente de correlación de Pearson; r_s , coeficiente de correlación de rango de Spearman.

Figura 2. Relación entre las diferencias entre extremidades en la altura del salto de contramovimiento unilateral (CMJ) y las asimetrías producidas en la altura en los CMJ unilaterales y en los CMJ.



Nota: Los hombres y las mujeres se diferencian mediante puntos blancos y negros, respectivamente. R - coeficiente de correlación de Pearson. r_s , coeficiente de correlación de rango de Spearman.

4. DISCUSIÓN

Este estudio fue diseñado para explorar la relación entre las asimetrías del CMJ bilateral en la producción de fuerza y las asimetrías producidas en la altura del CMJ unilateral en jugadores de baloncesto de nivel amateur. El principal hallazgo del estudio fue que las asimetrías reportadas durante el CMJ bilateral (impulso) no están relacionadas con las asimetrías de la altura del CMJ unilateral. Otro hallazgo es que, para la mayoría de los participantes, la pierna autoseleccionada generalmente reportaba menos niveles de fuerza que la pierna no autoseleccionada durante los CMJ bilaterales y unilaterales. Por lo tanto, estos resultados destacan que las asimetrías detectadas durante los CMJ bilaterales no pueden extrapolarse a los CMJ unilaterales y que la pierna autoseleccionada puede expresarse con menos niveles de fuerza que la pierna no autoseleccionada en los CMJ bilaterales y unilaterales.

Muchas de las acciones que se realizan en los entrenamientos y competiciones de baloncesto (como saltos o cambios de dirección) se realizan generalmente de forma unilateral (Fort-Vanmeerhaeghe et al., 2015). Por lo tanto, parece lógico esperar que las asimetrías en los jugadores de baloncesto, debido a las exigencias específicas de este deporte estén más relacionadas con las asimetrías unilaterales. Se ha sugerido que la medición de las asimetrías -que se suelen explorar en tareas basadas en saltos- podría proporcionar información útil para reducir el riesgo de lesiones y mejorar el rendimiento físico y deportivo (Sugiyama et al., 2014). Sin embargo, una cuestión de investigación abierta es si las asimetrías entre extremidades deben evaluarse preferentemente utilizando saltos bilaterales o unilaterales (Cohen et al., 2020). Hasta donde sabemos, este es el primer estudio que ha explorado la relación entre las asimetrías detectadas en los CMJ bilaterales y unilaterales en jugadores de baloncesto. Apoyando nuestra primera hipótesis, no se detectaron fuertes correlaciones entre las asimetrías en la altura del CMJ unilateral y las asimetrías entre el impulso del CMJ bilateral. Nuestros resultados están en consonancia con los hallazgos de Benjanuvatra et al. (2013), quienes indicaron que las asimetrías del impulso en los CMJ unilaterales no estaban fuertemente correlacionadas con las asimetrías del impulso detectadas durante los CMJ bilaterales en participantes físicamente activos. De forma similar, Bishop et al. (2020) informaron de un nivel de acuerdo pobre en jugadores de fútbol de academia entre los CMJs unilaterales y bilaterales para la dirección de la asimetría en el impulso excéntrico ($\kappa = -0,13$), impulso concéntrico ($\kappa = -0,07$). Además, hay que tener en cuenta que el CMJ unilateral proporciona una medida más robusta de la capacidad de cada extremidad, mientras que el CMJ bilateral puede proporcionar una visión más completa de las estrategias compensatorias entre extremidades (Cohen et al., 2020). Por lo tanto, el presente estudio

añade más evidencia sobre la naturaleza variable de las asimetrías entre extremidades, que no solo dependen de las métricas y las tareas (Bishop et al., 2018), sino también de la variante (unilateral o bilateral) de la tarea evaluada.

La pierna dominante suele estar vinculada a otras clasificaciones que se utilizan para evaluar las asimetrías (Bishop et al., 2018) para mejorar la eficiencia de salto y cambio de dirección de los jugadores de baloncesto (Bishop et al., 2018; Gonzalo-Skok et al., 2015). Apoyando nuestra hipótesis, la pierna autoseleccionada demostró, en general, un menor rendimiento que la pierna dominante a través de las diferentes variables (altura CMJ unilateral, e impulso CMJ bilateral). Estos resultados están de acuerdo con los hallazgos de Fort-Vanmeerhaeghe et al. (2015, 2016) que encontraron que menos de la mitad de los jugadores de voleibol o baloncesto ($\leq 48\%$) informaron de una mayor altura de CMJ unilateral con la pierna preferida, o Mulrey et al. (2018) que no encontraron una relación significativa entre la pierna autoseleccionada y el rendimiento para la altura de CMJ unilateral en jugadoras de baloncesto adolescentes. La discrepancia entre los resultados de los diferentes estudios se debe probablemente a (I) la heterogeneidad en los criterios de identificación de las preferencias de las extremidades, y (II) la no especificidad de los criterios de preferencia de las extremidades con respecto al desempeño de la tarea de interés (Virgile y Bishop, 2021).

Hay que reconocer una serie de limitaciones a la hora de interpretar los resultados del presente estudio. En primer lugar, nuestra muestra estaba formada por jugadores de baloncesto masculinos y femeninos, y es plausible que la agrupación de jugadores de baloncesto de ambos sexos haya podido influir en las correlaciones obtenidas en el presente estudio (Laffaye et al., 2014; McMahon et al., 2017). Sin embargo, es importante señalar que los datos individuales proporcionados en la Tabla 2 no sugieren tendencias diferentes para los jugadores de baloncesto masculinos y femeninos. Futuros estudios deberían explorar la influencia de las asimetrías en saltos más específicos para los jugadores de baloncesto, como el salto a una pierna en carrera o el CMJ con balanceo de brazos (Sugiyama et al., 2014). Hasta donde sabemos, aunque reconociendo estas limitaciones, esta es la primera investigación que ha comparado las asimetrías entre las extremidades entre los CMJ unilaterales y bilaterales en una población en la que los saltos verticales son esenciales para el éxito deportivo como los jugadores de baloncesto.

5. CONCLUSIONES

Las asimetrías entre extremidades en el impulso detectadas durante los CMJ bilaterales no pueden utilizarse para inferir las asimetrías de la altura del salto en CMJ unilateral en los jugadores de baloncesto. Estos resultados animan a los practicantes a evaluar las asimetrías en tareas que se asemejen lo más posible a las demandas específicas de su deporte. La pierna autoseleccionada no debe considerarse como la pierna con mayor capacidad de salto vertical. Por lo tanto, es necesario evaluar objetivamente la pierna que contribuye más al rendimiento del salto vertical.

6. REFERENCIAS

1. Benjanuvatna, N., Lay, B. S., Alderson, J. A. y Blanksby, B. A. (2013). Comparison of ground reaction force asymmetry in one- and two-legged countermovement jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(10), 2700–2707. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318280d28e>
2. Bishop, C., Brashill, C., Abbott, W., Read, P., Lake, J. y Turner, A. (2018). Jumping asymmetries are associated with speed, change of direction speed, and jump performance in elite academy soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(7), 1841–1847. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003058>
3. Bishop, C., Brashill, C., Abbott, W., Read, P., Lake, J. y Turner, A. (2018). Jumping asymmetries are associated with speed, change of direction speed, and jump performance in elite academy soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(7), 1841–1847. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003058>
4. Bishop, C., Lake, J., Loturco, I., Papadopoulos, K., Turner, A. y Read, P. (2021). Interlimb asymmetries: The need for an individual approach to data analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(3), 695–701. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002729>
5. Bishop, C., Turner, A. y Read, P. (2018). Effects of inter-limb asymmetries on physical and sports performance: A systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 36(10), 1135–1144. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1361894>
6. Bishop, C., Weldon, A., Hughes, J., Brazier, J., Loturco, I., Turner, A. y Read, P. (2021). Seasonal variation of physical performance and inter-limb asymmetry in professional cricket athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(4), 941–948. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003927>
7. Chavda, S., Bromley, T., Jarvis, P., Williams, S., Bishop, C., Turner, A. N., Lake, J. P. y Mundy, P. D. (2018). Force-time characteristics of the countermovement jump: Analyzing

- the curve in excel. *Strength and Conditioning Journal*, 40(2), 67–77. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000353>
8. Cohen, D., Burton, A. M., Wells, C., Taberner, M., Díaz, M. A. y Graham-Smith, P. (2020). Single VS double leg countermovement jump tests not half and apple! *Aspetar Sports Medicine Journal*, 9, 34–41.
 9. Fort- Vanmeerhaeghe, A., Gual, G., Romero-Rodriguez, D. y Unnitha, V. (2016). Lower limb neuromuscular asymmetry in volleyball and basketball players. *Journal of Human Kinetics*, 50(1), 135–143. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0150>
 10. Fort-Vanmeerhaeghe, A., Montalvo, A. M., Sitjà-Rabert, M., Kiefer, A. W. y Myer, G. D. (2015). Neuromuscular asymmetries in the lower limbs of elite female youth basketball players and the application of the skillful limb model of comparison. *Physical Therapy in Sport*, 16(4), 317–323. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2015.01.003>
 11. Gonzalo-Skok, O., Serna, J., Rhea, M. R. y Marín, P. J. (2015). Relationship between functional movement tests and performance tests in young elite male basketball players. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(5), 628–638.
 12. Heishman, A., Daub, B., Miller, R., Brown, B., Freitas, E. y Bembem, M. (2019). Countermovement jump inter-limb asymmetries in collegiate basketball players. *Sports*, 7(5), 103. <https://doi.org/10.3390/sports7050103>
 13. Laffaye, G., Wagner, P. P. y Tombleson, T. I. L. (2014). Countermovement jump height: Gender and sport-specific differences in the force-time variables. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(4), 1096–1105. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182a1db03>
 14. McMahon, J., Rej, S. y Comfort, P. (2017). Sex differences in countermovement jump phase characteristics. *Sports*, 5(1), 8. <https://doi.org/10.3390/sports5010008>
 15. Mulrey, C. R., Shultz, S. J., Ford, K. R., Nguyen, A.-D. y Taylor, J. B. (2018). Methods of identifying limb dominance in adolescent female basketball players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 30(3), 279–281. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000589>
 16. Sugiyama, T., Kameda, M., Kageyama, M., Kiba, K., Kanehisa, H. y Maeda, A. (2014). Asymmetry between the dominant and non-dominant legs in the kinematics of the lower extremities during a running single leg jump in collegiate basketball players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 13(4), 951–957. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245277>
 17. Virgile, A. y Bishop, C. (2021). A narrative review of limb dominance: Task specificity and the importance of fitness testing. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(3), 846–858. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003851>

AUTHOR CONTRIBUTIONS

All authors listed have made a substantial, direct and intellectual contribution to the work, and approved it for publication.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

FUNDING

This research received no external funding.

COPYRIGHT

© Copyright 2023: Publication Service of the University of Murcia, Murcia, Spain.