



Artículo de investigación científica y tecnológica

Potencia reactiva según perfiles de actividad deportiva en jóvenes universitarios

Reactive power according to sports activity profiles in young university students

Luis-Miguel Delgado-Arias¹ * Isabel Cristina Espinosa-Betancur² * Gloria Milena Betancur-Zuleta³ *

Para citar este artículo: Delgado-Arias LM, Espinosa-Betancur IC, Betancur-Zuleta GM. Potencia reactiva según perfiles de actividad deportiva en una población de jóvenes universitarios. Duazary. 2025;22:e6832. <https://doi.org/10.21676/2389783X.6832>

Recibido en agosto 26 de 2025

Aceptado en octubre 25 de 2025

Publicado en línea en noviembre 11 de 2025

RESUMEN

Introducción: la potencia reactiva del tren inferior es fundamental para el rendimiento deportivo y la salud. El ciclo de estiramiento–acortamiento y el uso de los brazos incrementan la altura del salto, con diferencias por sexo y posibles variaciones según la práctica deportiva. **Objetivo:** determinar la asociación entre el perfil de actividad física y la potencia reactiva en jóvenes universitarios. **Método:** se diseñó un estudio transversal que incluyó estudiantes universitarios. Se evaluaron el salto en cuclillas, el salto con contramovimiento y el salto Abalakov mediante la alfombra Axon Jump. Se aplicaron pruebas de Kruskal–Wallis, análisis de covarianza y análisis multivariado de covarianza, con la edad como covariable y sexo y deporte como factores ($\alpha = 0,05$). **Resultados:** participaron 244 estudiantes. Se observó que los mayores valores de capacidad reactiva y aprovechamiento del braceo se asocian a un desempeño explosivo superior, relevante para deportes de salto, fuerza y velocidad. **Conclusiones:** la capacidad reactiva vertical depende principalmente del sexo y, en menor medida, del deporte, mientras que la contribución del braceo se relaciona con la técnica individual.

Palabras clave: ejercicio físico; aptitud física; fuerza muscular; biomecánica; rendimiento atlético.

ABSTRACT

Introduction: Lower-body reactive power is fundamental for athletic performance and health. The stretch-shortening cycle and arm use increase jump height, with differences by sex and possible variations depending on the sport. **Objective:** To determine the association between physical activity profile and reactive power in university students. **Method:** A cross-sectional study was designed that included university students. The squat jump, countermovement jump, and Abalakov jump were evaluated using the Axon Jump mat. Kruskal-Wallis tests, analysis of covariance, and multivariate analysis of covariance were applied, with age as a covariate and sex and sport as factors ($\alpha = 0.05$). **Results:** two-hundred forty-four students participated. It was observed that higher values of reactive power and arm swing utilization are associated with superior explosive performance, which is relevant for jumping, strength, and speed sports. **Conclusions:** Vertical reactive power depends mainly on sex and, to a lesser extent, on the sport, while the contribution of arm swing is related to individual technique.

Keywords: Exercise physique; Physical fitness; Muscle strength; Biomechanics; Athletic performance.

¹Universidad de Manizales. Manizales, Colombia. Correo: ldelgado@umanizales.edu.co - <https://orcid.org/0000-0001-5978-2017>

²Revive entrenamiento médico integral, Manizales, Colombia. Correo: isabele1220@gmail.com - <https://orcid.org/0009-0008-9169-2749>

³Hospital General San Isidro, Manizales, Colombia. Correo: mile_0331@hotmail.com - <https://orcid.org/0009-0004-8640-6286>

INTRODUCCIÓN

La actividad física regular mejora la salud y el rendimiento físico, incluidos el desarrollo de la fuerza y la potencia del tren inferior, elementos fundamentales para la funcionalidad y el desempeño deportivo.¹ Las recomendaciones internacionales señalan que las personas adultas deben acumular entre 150 y 300 minutos de actividad aeróbica moderada a vigorosa por semana, complementados con ejercicios de fortalecimiento muscular en varios días, lo que subraya la relevancia de la fuerza y la potencia para el mantenimiento de la autonomía y la prevención de caídas.² Estas mismas cualidades, particularmente la potencia del tren inferior, resultan, igualmente, determinantes en el rendimiento de múltiples deportes individuales y colectivos, en los que el salto vertical se ha consolidado como un indicador válido tanto para la evaluación del estado de forma como para el seguimiento de adaptaciones al entrenamiento.³

En particular, el salto vertical es un indicador directo de la potencia del tren inferior, desde la fisiología del ejercicio, el salto vertical integra factores morfológicos —como la masa muscular y la proporción de fibras rápidas—, propiedades tendinosas relacionadas con el almacenamiento y liberación de energía elástica y mecanismos de control neural, entre ellos el reclutamiento y la frecuencia de disparo de las unidades motoras.⁴ Un componente biomecánico esencial es el ciclo de estiramiento–acortamiento (CEA), en el que una fase excéntrica breve, seguida de una fase concéntrica inmediata, permite generar mayor trabajo positivo que al iniciar desde reposo. Esta ventaja se observa al comparar el salto con contramovimiento (CMJ) con el salto desde sentadilla (SJ), en el que el primero ofrece alturas superiores gracias al uso de energía elástica y a una mayor activación muscular al inicio de la fase concéntrica.^{5,6} En términos prácticos, el grado de aprovechamiento del CEA se refleja en la capacidad reactiva (CMJ–SJ), indicador central en programas pliométricos orientados a la eficiencia neuromuscular.⁷

De forma complementaria al CEA, otro modulador determinante del rendimiento es el braceo, cuya ejecución coordinada eleva de manera significativa la altura alcanzada, al desplazar el centro de masas y aportar impulso adicional transferido al tronco antes del despegue.⁸ Se ha mostrado que su contribución oscila entre un 10 y un 20% según el nivel de especialización y la técnica, resultado de la suma del trabajo segmentario de los miembros superiores y de una secuencia proximal–distal más eficiente.⁹

Las diferencias por sexo en el salto vertical han sido ampliamente descritas en la literatura, con ventajas promedio para los hombres, atribuibles a una mayor masa y volumen muscular de los miembros inferiores y a una mayor capacidad de generar fuerza y velocidad.^{9,10} Sin embargo, la magnitud de estas diferencias varía según el nivel de entrenamiento y la disciplina. En poblaciones latinoamericanas, y particularmente en adultos jóvenes colombianos, los estudios son escasos y fragmentados, sin análisis integrados que consideren al mismo tiempo la eficiencia del ciclo de estiramiento–acortamiento y el aporte del braceo al rendimiento; estas diferencias justifican la inclusión del sexo como factor analítico en estudios de salto vertical.

La potencia reactiva del tren inferior reduce riesgos de enfermedades crónicas y caídas, preserva la funcionalidad y autonomía musculoesqueléticas vitales necesarias² y en deportes de salto, fuerza y resistencia impulsa adaptaciones neuromusculares fundamentales que mejoran el rendimiento deportivo competitivo.⁴

Este vacío de conocimiento limita la posibilidad de diseñar intervenciones contextualizadas que fortalezcan la capacidad reactiva y el uso coordinado de los brazos en jóvenes universitarios colombianos, tanto en programas de entrenamiento deportivo como en estrategias de salud pública orientadas a mantener la funcionalidad y la reserva neuromuscular en distintos grupos de población.

El objetivo de este artículo fue analizar las diferencias por sexo y por disciplina deportiva en dos indicadores del salto vertical: la capacidad reactiva (CMJ–SJ) y la influencia de los brazos (CMJ–ABK).

MÉTODO

Diseño del estudio

Se llevó a cabo un estudio observacional, transversal y analítico en Manizales, Colombia, con evaluación única por participante. Todas las mediciones se realizaron en un mismo espacio, en condiciones controladas y en horario matutino, a fin de reducir la variabilidad circadiana y ambiental.

Participantes

Se incluyeron adultos entre 18 y 35 años, sin ser deportistas de alto rendimiento, se interrogó sobre sus preferencias deportivas, se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia. Se invitó a estudiantes de medicina de una universidad privada en Manizales, Colombia, durante el semestre I del año 2022. Los criterios de inclusión fuer ser mayor de edad, sin lesiones musculoesqueléticas, y condiciones médicas que impidieran el salto. Este enfoque priorizó factibilidad y acceso y se acepta que los resultados no son directamente generalizables a toda la población estudiantil. Se excluyeron personas con lesión musculoesquelética reciente, dolor actual, cirugías recientes, patologías neurológicas, embarazo o consumo de ayudas ergogénicas; tampoco se admitieron menores de edad.

Mediciones y variables

La altura de salto se midió con una alfombra de contactos *Axon Jump*, con resolución temporal de 1 ms, presión mínima de activación de 100 g/cm² y frecuencia de muestreo de 500 Hz. Este sistema permitió cuantificar el tiempo de vuelo, el tiempo de contacto y la altura alcanzada, derivada mediante el modelo balístico $h = (g \times Tv^2)/8$. Todas las pruebas correspondieron a la batería de Bosco (SJ, CMJ, ABK).¹¹

Las variables primarias fueron la capacidad reactiva, definida como la diferencia CMJ – SJ, y la influencia de los brazos, definida como la diferencia ABK – CMJ, ambas expresadas en centímetros. Como covariables se registraron la edad (años, continua) y el sexo (femenino/masculino). Las disciplinas deportivas autorreportadas se recodificaron en seis categorías por similitud biomecánica: salto-potencia, balón-pie, fuerza/condicionamiento físico, resistencia cíclica sobre ruedas, acuáticos y misceláneos/otros.

Procedimiento

Cada participante realizó un calentamiento aeróbico ligero de un minuto, seguido de tres pruebas de salto aplicadas en un orden fijo: Squat Jump (SJ), Countermovement Jump (CMJ) y Abalakov (ABK). En SJ se partió de aproximadamente 90° de flexión de rodilla sin braceo; en CMJ se permitió un contramovimiento desde bipedestación hasta ~90° sin braceo; en ABK se realizó un contramovimiento con braceo libre. Cada prueba se repitió tres veces y se registró la mejor marca, con descansos de un minuto entre intentos. Los ensayos que no cumplían el protocolo (por ejemplo, braceo involuntario en SJ/CMJ o pérdida del equilibrio) fueron invalidados y repetidos.

Análisis de datos

El procesamiento siguió una estrategia secuencial. Se verificó la completitud de la base de datos, se controlaron valores extremos y se comprobó la plausibilidad fisiológica de los registros. Posteriormente, se calcularon estadísticos descriptivos (media \pm DE, mediana y rangos) para las variables continuas y frecuencias absolutas para las categóricas. Las comparaciones entre grupos deportivos se realizaron con la prueba de Kruskal-Wallis; cuando fue necesario, se estimaron tamaños de efecto con ϵ^2 .

Para controlar covariables, se aplicaron modelos ANCOVA y MANCOVA, ajustaron por edad y sexo, con verificación de la homogeneidad de pendientes. Los tamaños de efecto se reportaron como η^2_p e interpretaron según los criterios de Cohen. Los análisis se realizaron en Jamovi 2.6 (R 4.3.1) con el módulo *Effect Size*.^{12,13} El nivel de significación se fijó en $\alpha = 0,05$ bilateral, y los contrastes post-hoc se ajustaron con la corrección de Holm-Bonferroni. Estos análisis permiten identificar el peso relativo del sexo y del deporte en la variabilidad del rendimiento, más allá de las diferencias grupales.

Declaración sobre aspectos éticos

El protocolo fue aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad de Manizales (Acta CBE02/2021). Todos los participantes firmaron consentimiento informado escrito, de acuerdo con la Declaración de Helsinki.¹⁴

RESULTADOS

Participaron 244 estudiantes, 145 hombres y 99 mujeres. Para la caracterización de la muestra se calcularon estadísticas descriptivas (media, DE, rango) de edad (años), peso (kg), talla (m) e IMC (kg/m^2). Hubo 244 observaciones válidas y 1 valor perdido por variable. Ver tabla 1.

Tabla 1. Estadístico para la edad, el peso, la talla y el IMC.

Estadístico	Edad	Peso (kg)	Talla (m)	IMC
Media	20,60	67,70	1.68	23,80
Desviación estándar	2,63	12,50	0,08	3,48
Mínimo	18	38	1,46	16,70
Máximo	33	126	1,90	36,10

En la Tabla 2 Se presentan los datos descriptivos por sexo de dos índices del salto: influencia de los brazos (CMJ-ABK) y capacidad reactiva (CMJ-SJ).

Tabla 2. influencia de los brazos (CMJ-ABK) y capacidad reactiva (CMJ-SJ).

	Sexo	CMJ - ABK Influencia de los brazos	CMJ - SJ Capacidad reactiva
Media	Femenino	3,17	4,82
	Masculino	5,74	7,96
Mediana	Femenino	2,70	4,50
	Masculino	5,50	7,50

Tabla 2. influencia de los brazos (CMJ–ABK) y capacidad reactiva (CMJ–SJ).

	Sexo	CMJ - ABK Influencia de los brazos	CMJ - SJ Capacidad reactiva
Desviación estándar	Femenino	1,88	2,09
	Masculino	2,45	3,59
Mínimo	Femenino	0	0
	Masculino	0,90	0,90
Máximo	Femenino	9,20	10,30
	Masculino	12,60	18,9

Tabla 3. Recodificación planteada.

Grupo propuesto	Disciplinas incluidas	Fundamentos biomecánico dominante
Deportes de salto-potencia	Baloncesto, vóleibol, atletismo (velocidad-saltos), deporte de disco volador (modalidad ultimate)	Ciclo estiramiento-acortamiento (SSC) explosivo y uso frecuente del salto vertical.
Deportes de balón-pie	Fútbol, microfútbol	Aceleraciones repetidas, paradas y saltos moderados; énfasis en tren inferior, pero con demandas aeróbicas mixtas.
Fuerza/ Condicionamiento físico	Gimnasio, entrenamiento funcional, calistenia	Sobrecargas externas o autocarga con énfasis en potencia y fuerza general.
resistencia cíclica sobre ruedas	Ciclismo, patinaje (todas sus variantes), triatlón	Patrón cíclico predominante, poca frecuencia de salto, alta demanda cardiorrespiratoria continua.
Acuáticos	Natación	Propulsión en medio acuático; prácticamente sin saltos ni SSC.
Misceláneos (otros)	Artes marciales (Karate, Judo), danza/yoga (Baile, Ballet, Pole), deportes de raqueta y precisión (Tenis, Squash, Golf, Tejo), equitación, escalada/cuerda, 'Ninguno'	Disciplinas con n muy bajo e imposible agruparlas sin perder sentido biomecánico; se fusionan para conservar potencia.

Para optimizar la potencia estadística y asegurar comparaciones significativas, las 33 disciplinas originales se reagruparon en seis categorías basadas en similitud biomecánica del gesto motor y la demanda neuromuscular: (1) salto-potencia, (2) balón-pie, (3) fuerza/ condicionamiento físico, (4) resistencia cíclica sobre ruedas, (5) acuáticos y (6) misceláneos (Tabla 3). Esta reclasificación reduce la dispersión de tamaños muestrales, concentra participantes con patrones de movimiento comparables y minimiza la inflación del error tipo II, y permite aplicar con mayor robustez las pruebas no paramétricas (Kruskal-Wallis) y multivariadas (MANCOVA) para detectar diferencias reales en capacidad reactiva e influencia de brazos entre grupos.

En la muestra recategorizada, continuó la dominación de los deportes de salto-potencia ($n = 77$) y los deportes de balón-pie ($n = 51$). Les siguen los grupos de *resistencia cíclica* ($n = 40$) y fuerza/ condicionamiento físico ($n = 34$); los acuáticos ($n = 17$), los misceláneos ($n = 16$) y quienes declararon ninguna práctica deportiva ($n = 9$) completan la distribución. Este reagrupamiento concentra tamaños muestrales más homogéneos en torno a patrones biomecánicos comparables, lo que favorecía la validez de los análisis posteriores al reducir la disparidad entre categorías y permitir contrastes más equilibrados. La media, mediana, desviación estándar y rango para cada categoría de deporte de la influencia de los brazos y la capacidad reactiva según disciplina deportiva se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Datos descriptivos por disciplina.

Estadístico	Deporte	Influencia de los brazos	Capacidad Reactiva
Frecuencia	Salto-potencia	77	77
	Ninguno	9	9
	Resistencia-cíclico	40	40
	Fuerza	34	34
	Misceláneos	16	16
	Balón-pie	51	51
	Acuáticos	17	17
Media	Salto-potencia	5,23	6,83
	Ninguno	3,49	3,64
	Resistencia-cíclico	4,17	6,74
	Fuerza	4,51	6,49
	Misceláneos	4,66	5,61
	Balón-pie	4,90	7,81
	Acuáticos	3,94	5,56
Mediana	Salto-potencia	4,80	6,10
	Ninguno	3,20	3,30
	Resistencia-cíclico	3,50	6,15
	Fuerza	3,80	5,20
	Misceláneos	4,45	5,90
	Balón-pie	4,60	7,50
	Acuáticos	4,20	4,90
Desviación estándar	Salto-potencia	2,65	3,59
	Ninguno	2,02	1,71
	Resistencia-cíclico	2,66	3,33
	Fuerza	2,65	3,71
	Misceláneos	2,69	2,37

Estadístico	Deporte	Influencia de los brazos	Capacidad Reactiva
	Balón-pie	2,45	3,45
	Acuáticos	1,95	2,47
Mínimo	Salto-potencia	0,00	0,800
	Ninguno	1,40	2,10
	Resistencia-cíclico	0,00	2,20
	Fuerza	1,50	1,40
	Misceláneos	0,90	2,30
	Balón-pie	0,80	0
	Acuáticos	0,90	2,40
Máximo	Salto-potencia	12,60	17
	Ninguno	7,30	7,60
	Resistencia-cíclico	9,20	18,90
	Fuerza	11,90	17
	Misceláneos	8,90	10,60
	Balón-pie	10,60	18,60
	Acuáticos	8,10	10,70

El contraste de Kruskal-Wallis evidenció un efecto global del tipo de deporte sobre la capacidad reactiva (CMJ – SJ): $\chi^2(6) = 20,96$; $p = 0,02$. El tamaño del efecto, estimado mediante $\epsilon^2 \approx 0,06$, reflejaba una magnitud pequeña: alrededor del 6 % de la variabilidad interindividual en el aprovechamiento del ciclo de estiramiento-acortamiento se asociaba al grupo biomecánico practicado. Por el contrario, para la influencia de los brazos (ABK – CMJ) el resultado no alcanzó significación estadística ($\chi^2(6) = 9,15$; $p = 0,17$; $\epsilon^2 \approx 0,01$), lo que sugiere una ganancia por balanceo de brazos homogénea entre las distintas categorías deportivas cuando se consideran en conjunto.

Los efectos estimados indican diferencias con impacto práctico en el rendimiento explosivo del tren inferior. La ANCOVA con capacidad reactiva como variable dependiente —controlado por edad, sexo y grupo biomecánico— mostró:

Edad: efecto significativo, $F(1, 229) = 6,65$; $p = 0,01$; $\eta^2_p \approx 0,03$. Cada año de incremento se asociaba a un cambio pequeño pero sistemático en la capacidad reactiva, lo que confirma la influencia de la maduración (o el declive) neuromuscular.

Sexo: efecto robusto, $F(1, 229) = 23,92$; $p < 0,01$; $\eta^2_p \approx 0,09$. Tras ajustar por edad y deporte, los hombres mantienen valores claramente mayores de CMJ – SJ que las mujeres, explicaba alrededor del 9 % de la varianza residual.

Grupo deportivo recategorizado: el efecto no alcanzó el umbral convencional de significación ($F(6, 229) = 2,06$; $p = 0,05$; $\eta^2_p \approx 0,05$). Aunque el tamaño del efecto sugiere que un ~5 % de la variabilidad podría

atribuirse a la especificidad biomecánica del deporte, la evidencia estadística es insuficiente para afirmarlo con confianza al nivel $\alpha = 0,05$.

Interacción Sexo × Deporte: no significativa, $F(6, 229) = 1,11$; $p = 0,36$; $\eta^2_p \approx 0,03$, lo que indica que el patrón de variación entre deportes es esencialmente paralelo en hombres y mujeres.

En conjunto, la edad ejerce un efecto pequeño, el sexo un efecto de magnitud moderada y el tipo de deporte muestra solo una tendencia (pequeña) sin llegar a la significación convencional. La combinación sexo × deporte no altera sustancialmente estos patrones.

Contrastes multivariados

Los contrastes multivariados muestran que el tipo de deporte recategorizado ejerce un efecto global significativo sobre el perfil combinado de salto:

Traza de Pillai = 0,09; Λ de Wilks = 0,91; traza de Hotelling = 0,10; raíz mayor de Roy = 0,08; $p \approx 0,03$ para los tres primeros y $p = 0,01$ para Roy. El valor de Pillai indica un tamaño de efecto pequeño: alrededor del 9 % de la varianza conjunta entre la capacidad reactiva (CMJ – SJ) y la influencia de los brazos (ABK – CMJ) se asocia al grupo biomecánico practicado.

Pruebas univariadas

Las pruebas univariadas precisaban qué variable impulsa ese efecto global: capacidad reactiva (CMJ – SJ): $F(6, 237) = 2,83$; $p = 0,01$. El deporte fue determinante para este componente explosivo de tren inferior (Figura 1).

Influencia de los brazos (ABK – CMJ): $F(6, 237) = 1,52$; $p = 0,17$. Las diferencias no alcanzaron significación estadística, lo que sugiere que el aporte de brazos se mantenían relativamente uniforme entre disciplinas cuando se consideraban en conjunto (Figura 2).

En conjunto, estos hallazgos corroboran que la especificidad biomecánica del entrenamiento modula principalmente el rendimiento explosivo de las extremidades inferiores, mientras que el impulso de brazos presenta una variabilidad menos dependiente del deporte practicado.

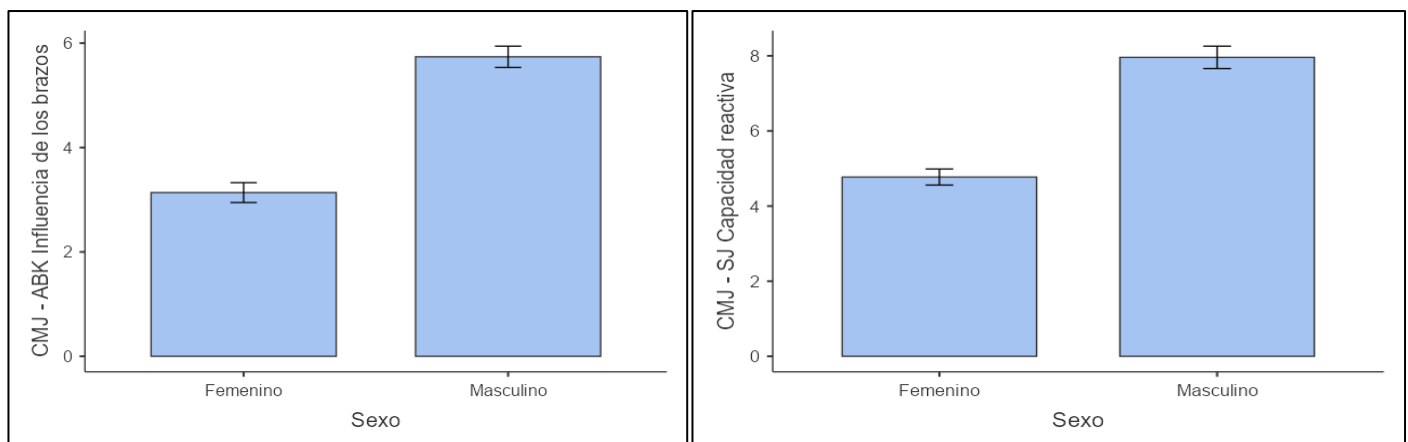


Figura 1. Capacidad reactiva (CMJ – SJ). **Figura 2.** Influencia de los brazos (ABK – CMJ).

DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que los hombres presentaron valores superiores de capacidad reactiva y mayor aprovechamiento del braceo que las mujeres, lo que evidencia un efecto moderado del sexo y uno pequeño

de la edad. Asimismo, el tipo de deporte explicó una proporción limitada de la variabilidad, lo que sugiere que el rendimiento reactivo está determinado principalmente por factores neuromusculares y técnicos individuales más que por la disciplina practicada.

Los resultados evidencian diferencias en la potencia de salto vertical a favor del sexo masculino y confirman tendencias internacionales. Los hombres presentaron capacidad reactiva (CMJ–SJ) e influencia de brazos (CMJ–ABK) superiores a las de las mujeres, y el efecto persistió tras ajustar por edad y deporte, lo que sugiere un componente biológico y de entrenamiento sostenido.³ Esta ventaja concuerda con estudios que atribuyen a los varones mayor masa/volumen muscular del miembro inferior y mayor capacidad de producción de fuerza–potencia, junto con menor adiposidad, como determinantes del rendimiento en salto.¹⁵ No obstante, la magnitud de la brecha depende del indicador y del nivel de especialización: en atletas jóvenes bien entrenados, la diferencia específica en el aprovechamiento del ciclo estiramiento–acortamiento (SSC) (CMJ–SJ) puede ser pequeña, mientras que en poblaciones menos especializadas tiende a ampliarse.¹⁶

Las estrategias neuromusculares también difieren entre sexos y modulan el uso del CEA. En deportistas adolescentes se han descrito relaciones distintas entre los parámetros biomecánicos del salto y el equilibrio isquiotibiales/cuádriceps, lo que sugiere patrones de contribución articular distintos en hombres y mujeres.¹⁷ Esto respalda intervenciones focalizadas para optimizar la mecánica del grupo con menor rendimiento relativo. De hecho, el entrenamiento orientado a la potencia puede atenuar la brecha: mujeres deportistas entrenadas superan a varones inactivos en pruebas de salto, y el mantenimiento de la potencia con la edad es claramente superior en practicantes veteranos frente a pares sedentarios.¹⁸

Respecto a la influencia del braceo, se observaron ganancias absolutas en todos los subgrupos, mayores en varones que en mujeres. Este patrón sugiere una integración más eficaz del trabajo de tren superior y de la zona media del cuerpo con el impulso del tren inferior en los hombres, potencialmente debido a una mayor fuerza segmentaria y/o a una secuencia proximal–distal más afinada. En deportes con demandas de salto, las diferencias antropométricas y la cinética del despegue se traducen en mayores alturas de CMJ y en curvas fuerza–tiempo diferenciadas.^{19,20}

Aunque no detectó diferencias significativas entre disciplinas en CMJ–ABK, la homogeneidad relativa del aporte de brazos sugiere que el “techo” de mejora depende más de la calidad técnica individual que de la especialización per se. En términos aplicados, conviene: (I) en disciplinas con menor énfasis elástico (acuáticos, resistencia), incluir bloques pliométricos progresivos y tareas de preactivación/reactividad para elevar CMJ–SJ; (II) en salto-potencia y balón-pie, priorizar la optimización técnica (profundidad/velocidad del contramovimiento, rigidez y acoplamiento excéntrico–concéntrico) y el trabajo integrado de braceo y zona media; y (III) en mujeres o grupos con menor aporte de brazos, incorporar lanzamientos balísticos y saltos con braceo estandarizado para mejorar la coordinación intersegmentaria.^{19,20}

A nivel de salud pública, programas que combinen fuerza y potencia —con la inclusión de saltos y movimientos de alta velocidad controlada— favorecen la funcionalidad y la reserva neuromuscular a lo largo del ciclo vital y atenúan diferencias por sexo y envejecimiento.¹⁸

Entre las fortalezas del presente estudio destaca el tamaño muestral relativamente amplio y la representación de ambos sexos, lo que permitió realizar comparaciones por edad y por disciplina deportiva y explorar la contribución relativa de cada factor. La utilización de protocolos estandarizados en las pruebas de salto, con control de orden, descansos e invalidez, así como la aplicación de instrumentos validados de alta resolución temporal, refuerzan la solidez metodológica y la confiabilidad de los registros.²¹ La inclusión

de participantes de múltiples disciplinas deportivas aporta heterogeneidad y aumenta la aplicabilidad de los hallazgos en diferentes contextos de práctica.¹⁸

Frente a las limitaciones, el diseño transversal limitó la posibilidad de establecer relaciones causales y circunscribe la interpretación a asociaciones observadas en un momento específico. Variables potencialmente influyentes, como la composición corporal, la maduración biológica o la carga acumulada de entrenamiento, no se controlaron de manera sistemática, lo que limita la explicación integral de las diferencias observadas. Asimismo, aunque se emplearon modelos multivariados robustos, no se incorporaron interacciones complejas que podrían aportar matices adicionales en la interpretación de los efectos por sexo y disciplina.²²

CONCLUSIONES

La potencia reactiva vertical depende principalmente del sexo y, en menor medida, de la práctica deportiva. La contribución del braceo está más relacionada con la técnica individual que con la especialización deportiva. Los hombres presentaron mayor capacidad reactiva y mayor aporte del braceo que las mujeres, aun después de ajustar por edad y deporte. Por tanto, se recomienda que futuras investigaciones incluyan diseños longitudinales y el control de variables como composición corporal y carga de entrenamiento, con el fin de profundizar en los mecanismos que explican las diferencias observadas entre sexos y disciplinas.

DECLARACIÓN SOBRE CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

LDMA efectuó la conceptualización y diseño del estudio, recolección de datos, análisis estadístico, revisión bibliográfica, redacción y aprobación final del manuscrito.

ICEM diseñó el estudio y el análisis estadístico y participó en la revisión, la redacción y aprobación final del manuscrito.

GMBZ efectuó el diseño del estudio, análisis estadístico, revisión, redacción y aprobación final del manuscrito.

REFERENCIAS

1. World Health Organization. Guidelines on physical activity and sedentary behaviour. Geneva: WHO; 2020.
2. U.S. Department of Health and Human Services. Physical activity guidelines for Americans. 2nd ed. Washington: HHS; 2018.
3. Yin M, Li Y, Wang D, Fan H, Wang P. A comparative study of vertical jump parameters in men's college basketball and volleyball players. *J Mens Health*. 2023;19:78-87. <http://dx.doi.org/10.22514/jomh.2023.101>
4. Gillen ZM, Shoemaker ME, McKay BD, Bohannon NA, Gibson SM, Cramer JT. Influences of the stretch-shortening cycle and arm swing on vertical jump performance in children and adolescents. *J Strength Cond Res*. 2022;36:1245-56. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0000000000003647>
5. Bobbert MF, Gerritsen KG, Litjens MC, van Soest AJ. Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Med Sci Sports Exerc*. 1996;28:1402-9. <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-199611000-00009>

6. Wilson JM, Flanagan EP. The role of elastic energy in activities with high force and power requirements: A brief review. *J Strength Cond Res.* 2008;22:1705-11. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e31817ae4a7>
7. Gutiérrez-Dávila M, Girela A. Efecto de la intensidad del contramovimiento sobre el rendimiento del salto vertical [Effect of countermovement intensity on vertical jump performance]. *Apunts Educ Fis Deport.* 2015;(1):87-96.
8. Lees A, Vanrenterghem J, De Clercq D. Understanding how an arm swing enhances performance in the vertical jump. *J Biomech.* 2004;37:1929-40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2004.02.021>
9. Yamashita D, Henderson FJ, Ishida Y. Assessing the contribution of arm swing to countermovement jump height using three different measurement methods in physically active men. *Biomechanics.* 2025;5(3):45. <http://dx.doi.org/10.3390/biomechanics5030045>
10. Bchini S, Hammami N, Selmi T, Zalleg D, Bouassida A. Influence of muscle volume on jumping performance in healthy male and female youth and young adults. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2023;15:26. <http://dx.doi.org/10.1186/s13102-023-00639-x>
11. Bosco C, Luhtanen P, Komi PV. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol.* 1983;50:273-82.
12. The jamovi project. jamovi [computer program]. Version 2.6. Sydney: The jamovi project; 2024.
13. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing [computer program]. Version 4.4. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2024.
14. World Medical Association. Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. Ferney-Voltaire: WMA. Available from: <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects>
15. Nikolaidis PT, Son'kin VD, Rosemann T. Sports physiology in adolescent track-and-field athletes: A narrative review. *Open Access J Sports Med.* 2023;14:59-68. <http://dx.doi.org/10.2147/OAJSM.S417612>
16. Kozinc Ž, Žitnik J, Smajla D, Šarabon N. The difference between squat jump and countermovement jump in 770 male and female participants from different sports. *Eur J Sport Sci.* 2022;22:985-93. <http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2021.1936654>
17. Kozinc Z, Smajla D, Šarabon N. Is larger eccentric utilization ratio associated with poorer rate of force development in squat jump? *Int Biomech.* 2024;11:1-5. <http://dx.doi.org/10.1080/23335432.2024.2341634>
18. Fernández-Peña E, Formiglio E, Gervasi M, Benelli P, Bertuccioli A, Russo G, et al. The impact of track and field training on dynapenia: Gender differences in age-related decline of vertical jump performance among older adults. *Front Aging.* 2024;5:1504789. <http://dx.doi.org/10.3389/fragi.2024.1504789>
19. Cabarkapa D, Cabarkapa DV, Nagy D, Szabo K, Balogh L, Safar S, et al. Differences in anthropometric and vertical jump force-time characteristics between U16 and U18 female basketball players. *Front Sports Act Living.* 2024;6:1425475. <http://dx.doi.org/10.3389/fspor.2024.1425475>
20. McInnis AK, Rush M, Littlefield T, Calci C, Donahue PT. Comparison of vertical jump performance between female collegiate basketball and volleyball athletes. *Int J Exerc Sci Conf Proc.* 2023;16:303.

21. Merrigan JJ, Strang A, Eckerle J, Mackowski N, Hierholzer K, Ray NT, et al. Countermovement jump force-time curve analyses: Reliability and comparability across force plate systems. *J Strength Cond Res.* 2024;38:30-7. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0000000000004586>
22. Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: Guidelines for reporting observational studies. *Int J Surg.* 2014;12:1495-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijsu.2014.07.013>