



Velocidad de golpes según indicadores antropométricos, tejido graso y fuerza muscular en mujeres jóvenes tenistas

Stroke speed according to anthropometric indicators, fat tissue and muscle strength in young female tennis players

Autores

Pablo Luna-Villouta ¹
 Carlos Matus-Castillo ²
 Cesar Faúndez-Casanova ³
 Claudio Hernández-Mosqueira ⁴
 Carol Flores-Rivera ⁵
 Miguel Alarcón-Rivera ⁶
 Cristian Martínez Salazar ⁷
 Marcelo Paredes-Arias ⁸
 Rodrigo Vargas Vitoria ³

¹ Universidad de Concepción (Chile)

² Universidad Católica de la Santísima Concepción (Chile)

³ Universidad Católica del Maule (Chile)

⁴ Universidad del Bio-Bio (Chile)

⁵ Universidad Andres Bello (Chile)

⁶ Universidad Santo Tomás (Chile)

⁷ Universidad de la Frontera (Chile)

⁸ Instituto Profesional Duoc UC (Chile)

Autor de correspondencia:
 Pablo Luna-Villouta
 pabloluna@udec.cl

Cómo citar en APA

Luna-Villouta, P. F., Matus-Castillo, C., Faúndez-Casanova, C., Hernández-Mosqueira, C., Flores-Rivera, C., Alarcón-Rivera, M., Martínez Salazar, C., Paredes-Arias, M., & Vargas Vitoria, R. (2025). Velocidad de golpes según indicadores antropométricos, tejido graso y fuerza muscular en mujeres jóvenes tenistas. *Retos*, 67, 851-861. <https://doi.org/10.47197/retos.v67.112>

984

Resumen

Introducción: En tenis, la velocidad de los golpes es un factor característico del juego, por lo que estudiar determinantes específicos es muy valioso.

Objetivo: Analizar la asociación entre la velocidad de golpes con indicadores antropométricos, tejido graso y de fuerza muscular explosiva en mujeres jóvenes tenistas.

Metodología: Estudio transversal y de tipo correlacional-descriptivo. Se evaluó a veintinueve mujeres tenistas (16.3±0.7 años). Se registraron la talla, peso corporal y pliegues cutáneos. Se calculó el porcentaje de grasa corporal (GC). Además, se midió la velocidad del servicio, golpe de derecho y revés mediante un radar de velocidad (Pocket Radar®). La fuerza explosiva se determinó con pruebas de lanzamiento de balón medicinal (LBM), salto horizontal (SH) y salto con contramovimiento (CMJ). El estudio fue aprobado por un comité de ética competente en el área perteneciente a una universidad chilena.

Resultados: El LBM mostró una asociación positiva con la velocidad del servicio ($R^2=23\%$), golpe de derecho ($R^2=17\%$) y revés ($R^2=15\%$). Un incremento en la distancia del LBM se relacionó positivamente con el aumento en la velocidad de los golpes ($\beta= 0.07; 0.07; 0.06$ km/h, respectivamente). Igualmente, la velocidad del servicio presentó una asociación negativa con la $\sum 2$ pliegues cutáneos ($R^2=29\%$), el GC ($R^2=28\%$) y el peso corporal ($R^2=29\%$).

Discusión: Los resultados coinciden parcialmente con estudios previos que destacan a la fuerza explosiva de la parte superior del cuerpo, el tejido graso y el peso corporal como componentes que pueden favorecer la velocidad de los golpes en el tenis.

Conclusiones: La velocidad de los golpes se asocia mayormente al LBM. Por otro lado, la velocidad del servicio se relaciona negativamente con indicadores de adiposidad y peso corporal.

Palabras clave

Tenis; mujeres; golpes de fondo; velocidad del servicio; tejido graso; fuerza muscular.

Abstract

Introduction: In tennis, stroke speed is a characteristic factor of the game, so studying specific determinants is very valuable.

Objective: To analyze the association between stroke velocity and anthropometric indicators, fat tissue and explosive muscle strength in young female tennis players.

Methodology: Cross-sectional and correlational-descriptive study. Twenty-nine female tennis players (16.3±0.7 years) were evaluated. Height, body weight and skin folds were recorded. Body fat percentage (GC) was calculated. In addition, service, forehand and backhand velocity were measured with a speed radar (Pocket Radar®). Explosive muscle strength was determined by medicine ball toss (MBT), horizontal jump (SH) and countermovement jump (CMJ) tests. The study was approved by a competent ethics committee in the area of a Chilean university.

Results: The LBM showed a positive association with serve velocity ($R^2=23\%$), forehand ($R^2=17\%$) and backhand ($R^2=15\%$). An increase in LBM distance was positively related to an increase in stroke velocity ($\beta= 0.07; 0.07; 0.06$ km/h, respectively). Likewise, service velocity was negatively associated with $\sum 2$ skinfolds ($R^2=29\%$), GC ($R^2=28\%$) and body weight ($R^2=29\%$).

Discussion: These results partially coincide with other studies where it has been reported that upper body explosive muscle strength, fat tissue and body weight are components of physical performance that can increase stroke speed.

Conclusions: The stroke speed is mostly associated with LBM. On the other hand, the service velocity is negatively related to indicators of adiposity and body weight.

Keywords

Tennis; women; groundstrokes; speed serve; fat tissue; explosive muscle strength.

Introducción

El tenis se caracteriza por tener una alta dinámica, complejidad e incertidumbre como deporte (Fernandez-Fernandez et al., 2012; Luna-Villouta et al., 2023; Rodríguez-Cayetano et al., 2022). En los últimos años, ha evolucionado notoriamente, transformándose en un deporte intenso, potente y veloz (Fernandez-Fernandez et al., 2009; Kovalchik & Reid, 2017; Luna-Villouta, Contreras, et al., 2024; Ulbricht et al., 2016). Durante cada punto, las jugadoras despliegan una amplia variedad de movimientos a máxima velocidad, como saques, golpes de derecha y revés, cambios de dirección y aceleraciones (Durán et al., 2022; M. S. Kovacs, 2007). En promedio cada punto tiene una duración de entre 8 a 10 s, seguidos de un período de recuperación de 20 s. Sin embargo, en un partido completo, que puede durar entre 1 a 5 h, solo el 20-30% del tiempo corresponde a juego efectivo (Carboch et al., 2021; Fernandez-Fernandez et al., 2009; Torres-Luque et al., 2011).

En el contexto descrito, el nivel de juego de una tenista puede entenderse como un constructo multifacético que abarca habilidades físicas, mentales y técnicas (Crespo et al., 2024). Dentro de estas habilidades, aspectos técnicos como los desplazamientos por el campo, el servicio y los diferentes golpes (derecho, revés, volea, entre otros), junto con altos niveles de fuerza, potencia, agilidad y velocidad, son determinantes para diferenciar a jugadores(as) exitosos(as) (Fernandez-Fernandez et al., 2012; Lambrich & Muehlbauer, 2023; Meckel et al., 2015; Ulbricht et al., 2016). De este modo, está ampliamente aceptado en el tenis profesional y juvenil que el rendimiento físico es importante para lograr un alto desempeño deportivo y su valoración debe ser desarrollada (Girard et al., 2006; Luna-Villouta et al., 2021), siendo una de las principales razones por la que durante los últimos años ha aumentado el interés por evaluar parámetros fisiológicos y técnicos en jugadoras de tenis (Baiget et al., 2016).

En el tenis moderno, lograr una mayor velocidad en los golpes se ha identificado como un factor importante del que las jugadoras pueden beneficiarse para mejorar el rendimiento y alcanzar niveles competitivos más altos (Colomar et al., 2020). La alta velocidad con que se golpea la bola durante la competencia, se ha indicado como un elemento característico de los y las tenistas de elite (Bilić et al., 2024; Landlinger et al., 2012). Junto con ello, su manifestación en óptimas condiciones, eleva las posibilidades de obtener mejores resultados (Ulbricht et al., 2016). En este sentido, la velocidad del servicio es considerada un elemento determinante del juego tanto en el tenis masculino como en el femenino, así como en los competidores de nivel junior (Bilić et al., 2024; Colomar et al., 2020; Fett et al., 2020; Gillet et al., 2009). Lo mencionado, se debe a las ventajas estratégicas de un servicio potente para dominar el juego o ganar el punto directamente mediante un ace (Kovacs & Ellenbecker, 2011; Mecheri et al., 2016). Investigaciones previas en tenistas han señalado que características antropométricas, como la talla, la longitud de los brazos y la masa corporal, presentan una relación directa y positiva con la velocidad del servicio (Baiget et al., 2023; Bonato et al., 2015; Colomar et al., 2022; Fernandez-Fernandez et al., 2019; Fett et al., 2020; Santisteban et al., 2024; Söğüt, 2016; Vaverka & Cernosek, 2013). En específico, la talla y el peso corporal han evidenciado una estrecha relación con la velocidad del servicio tanto en hombres como en mujeres, aunque la masa corporal se ha presentado con una mayor influencia (Baiget et al., 2023; Fett et al., 2020). Además, mediciones de la fuerza explosiva en miembros superiores e inferiores, como el CMJ, saltos unipodales y el lanzamiento de balón medicinal con una y dos manos, también han sido identificados como contribuyentes importantes de la velocidad de los golpes en tenistas adultos y jóvenes (Baiget et al., 2023; Dossena et al., 2018; Fernandez-Fernandez et al., 2019; Fett et al., 2020; Hayes et al., 2021; Palmer et al., 2018; Sánchez-Pay et al., 2021).

Como consecuencia de lo descrito anteriormente, se evidencia que existe una limitada investigación sobre la interacción entre habilidades específicas del tenis, como los tipos de golpes, con el rendimiento físico y las características corporales durante la adolescencia, especialmente en mujeres (Gale-Watts & Nevill, 2016; Karnia et al., 2010; Luna-Villouta et al., 2021). Esto destaca la necesidad de diversificar los estudios que aborden esta temática, incluyendo a jugadoras de categoría junior de entre 12 y 17 años (Brito et al., 2024). Monitorear estos indicadores ha mostrado ser fundamental en la selección y el rendimiento de las jugadoras talentosas más jóvenes (Myburgh et al., 2016).

Por lo anterior, se plantea la hipótesis de que existe una asociación directa y positiva entre la velocidad de los golpes (servicio, derecho y revés) con las características antropométricas y pruebas de fuerza muscular explosiva, así como una asociación inversa y negativa entre la velocidad de los golpes y el

tejido graso en mujeres tenistas de categoría junior. Por lo tanto, el objetivo principal de esta investigación fue analizar la asociación entre la velocidad de golpes (servicio, derecho y revés) con indicadores antropométricos, tejido graso y de fuerza muscular explosiva en mujeres jóvenes tenistas.

Método

El diseño del estudio fue observacional, de corte transversal y de tipo correlacional-descriptivo. Se analizó la relación entre la velocidad de golpes del tenis (servicio, derecho y revés) e indicadores antropométricos, tejido graso y pruebas de fuerza muscular explosiva en mujeres jóvenes tenistas.

Participantes

La muestra estuvo compuesta por 29 jóvenes tenistas chilenas (edad=16.3±0.7 años). La selección se realizó de manera no probabilista por conveniencia. Se invitó a las jugadoras mejor clasificadas en el Ranking Nacional de Tenis Femenino Junior de la Federación de Tenis de Chile (FETECH), lo que incluyó a 50 jugadoras, varias declinaron participar por motivos como viajes, lesiones y competiciones.

Todas las participantes pertenecían a clubes de tenis de Santiago de Chile. Los criterios de inclusión fueron: (1) declarar género femenino; (2) tener entre 15 y 17 años; (3) haber competido en torneos internacionales en los últimos 12 meses; (4) estar clasificadas entre el puesto 1 y 50 del ranking junior femenino de la FETECH. Los criterios de exclusión fueron: (1) no completar todas las evaluaciones y (2) presentar una lesión o dolor que afectara el máximo rendimiento durante las pruebas, según información proporcionada por la jugadora o su cuerpo técnico.

Procedimiento

En primer término, se obtuvo autorización formal de la dirección de los clubes de tenis mediante una carta que detallaba los objetivos y procedimientos del estudio. Luego, que los clubes aceptaron participar de la investigación, se obtuvo el consentimiento informado de los/as apoderados/as de las tenistas. Finalmente, las jugadoras proporcionaron su asentimiento mediante la firma de un consentimiento informado, de acuerdo con los principios de la Declaración de Helsinki de 1964 y posteriores enmiendas (World Medical Association [WMA], 2024). El estudio fue aprobado por un comité académico científico y de ética competente en el área perteneciente a una universidad chilena (Resolución: 51-2018-20, 2019, USS).

Todos los procedimientos de recolección de datos se realizaron en los clubes de las tenistas, durante el horario matutino de entrenamiento, antes de cualquier actividad de deportiva, durante la primavera del año 2024, con temperaturas ambientales entre 16° a 21° Celsius. Las evaluaciones antropométricas (talla, peso corporal y pliegues cutáneos) fueron aplicadas por una evaluadora experimentada, aplicando los protocolos de Marfell-Jones et al. (2012). Posteriormente, en canchas de tierra batida, las jugadoras participaron de las mediciones de velocidad de golpes y fuerza muscular explosiva. Las jugadoras vistieron ropa deportiva de entrenamiento (pantalón corto o falda, camiseta y zapatillas de tenis). Las evaluaciones de campo fueron controladas por dos evaluadores experimentados, que fueron capacitados en los protocolos utilizados en cada una de ellas. En las pruebas de fuerza muscular explosiva se permitieron dos intentos por cada prueba, y solo el mejor resultado fue utilizado para el análisis estadístico. La semana previa a la aplicación de las pruebas, todas las deportistas participaron de una sesión de familiarización, cuyo objetivo fue que practicasen las pruebas con que se los evaluaría posteriormente. Para la velocidad de los golpes, cada jugadora realizó 10 intentos, utilizando el promedio de los tres mejores intentos para el análisis de resultados. Las pruebas comenzaron después de un calentamiento de 20 minutos, que incluyó la ejecución de ejercitaciones de movilidad articular, multisaltos, desplazamientos en diversas direcciones, aceleraciones y estiramientos dinámicos. Además, durante 10 minutos aproximadamente, realizaron golpes de servicio, derecho y revés, finalizando, este calentamiento, con golpes de máxima velocidad. Las mediciones se registraron en el siguiente orden: primero las pruebas de fuerza muscular explosiva: salto horizontal, lanzamiento del balón medicinal (LBM) y CMJ, posteriormente, se midió la velocidad del servicio, luego del derecho y, finalmente, del revés.

Instrumentos

Mediciones antropométricas



La talla (cm) se midió en el plano de Frankfurt utilizando un estadiómetro de aluminio graduado en milímetros (Seca 220, Hamburgo, Alemania), con la deportista descalza. El peso corporal se cuantificó con una balanza digital con precisión de 100 grs (Seca Clara 803, Hamburgo, Alemania). Los pliegues cutáneos se midieron utilizando una pinza antropométrica (Harpندن®, Baty International Ltd, West Sussex, Reino Unido), en el lado derecho de cada deportista, específicamente en el tríceps braquial y la pierna medial. Las mediciones antropométricas se realizaron dos o tres veces cuando la diferencia entre el primer y el segundo valor superaba los 0.5 cm en altura, 0.05 kg en peso corporal y 5% en los pliegues cutáneos. Para el análisis de datos, se utilizó la media de las mediciones. El error técnico de las mediciones varió de 0.25% a 0.60%. El porcentaje de grasa corporal se calculó con la ecuación de Slaughter et al. (1988), Grasa Corporal (%) = 0.610 (tríceps + pantorrilla) + 5.1. La maduración biológica se obtuvo por medio del pico de aceleración de velocidad de crecimiento (APVC) utilizando la ecuación de Moore et al. (2015), APVC (nivel) = -7.709133 + [0.0042232 x (edad x talla)].

Pruebas de fuerza muscular explosiva

Lanzamiento de Balón Medicinal (LBM)

Las jugadoras debían lanzar un balón medicinal de 2 kg. con su mano dominante. Al inicio, se ubicaron, detrás de una línea demarcada en el suelo, con sus pies paralelos y ligeramente separados. Posteriormente, llevaron el balón por el costado y detrás de su cabeza con la mano, flexionando sus rodillas, lanzándolo hacia delante lo más lejos posible, sin sobrepasar la línea ni levantar del suelo sus pies. La distancia fue medida con cinta milimetrada Stanley Power Lock® (EE. UU.). La prueba se ejecutó siguiendo las instrucciones de Sánchez-Pay et al. (2021).

Salto horizontal (SH)

Las jugadoras debían saltar hacia delante para lograr la mayor distancia desde el punto de despegue. Se ubicaban detrás de una línea marcada en el suelo, con los pies paralelos y ligeramente separados. Luego de un balanceo de brazos y flexión de rodillas, debían impulsarse hacia delante, y al aterrizar mantenerse erguidas. La distancia se midió entre la línea de despegue y los talones en el aterrizaje utilizando una cinta milimetrada Stanley Power Lock® (EE. UU.). Esta prueba se realizó según el protocolo descrito por Vanhelst et al. (2016).

Salto con contramovimiento (CMJ)

Se ejecutó siguiendo las recomendaciones de Bosco y Padulles (1994). Las jugadoras debían saltar buscando la máxima altura, impulsándose con ambas piernas. Al inicio, se dispusieron de pie con sus manos en las caderas. Posteriormente, y, tras una flexión autoseleccionada de las rodillas, realizaban un salto vertical buscando la máxima altura. La altura fue medida con una plataforma Globus Ergo Jump® (Bosco System).

Velocidad de servicio

Las jugadoras realizaron 10 servicios a velocidad máxima utilizando bolas nuevas (Dunlop® ATP Championship, UK). Las diestras debían sacar desde el campo del igual o deuce y las zurdas desde el lado de la ventaja, en dirección a línea central, con 10 s de descanso entre cada servicio. Para ser válidos, los saques tenían que aterrizar en la casilla del servicio. La velocidad se midió utilizando un radar estándar (Pocket Radar®, California, EE. UU.), ubicado a 4 m. detrás de la jugadora al servicio, en el centro de la línea de fondo, alineado a la altura de caída del servicio y apuntando hacia el centro de la cancha. Este procedimiento se midió con el protocolo descrito por Sánchez-Pay et al. (2021).

Velocidad de derecho y de revés

Las jugadoras debían golpear bolas lanzadas por un entrenador con más de 10 años de experiencia, ubicado en el centro de la cancha en el lado opuesto de la jugadora. Las bolas enviadas debían caer a una distancia aproximada de 0,5 m de la línea lateral y de fondo. Las jugadoras ejecutaron primero 10 golpes de derecho y luego 10 de revés. Solo se consideraron válidos para el análisis de los datos los golpes que impactaron en una zona objetivo de 2 m de diámetro ubicada en línea recta, en el suelo del otro lado de la cancha. Las jugadoras utilizaron bolas nuevas (Dunlop® ATP Championship, UK). La velocidad de los golpes se registró con un radar estándar (Pocket Radar®, California, EE. UU.), ubicado a 4 m. detrás de la jugadora, en la línea de fondo y alineado a la zona objetivo según el tipo de golpe. Las mediciones se realizaron según el protocolo de Hernández-Belmonte & Sánchez-Pay (2021).

Análisis de datos



El análisis estadístico se realizó utilizando el software estadístico SPSS IBM Corp. versión 17.0 (IBM®, Somers, NY, Estados Unidos). La prueba de Shapiro-Wilk estableció la distribución normal de las variables. Los datos obtenidos se exponen con estadísticos descriptivos de media, desviación estándar (DE), mediana, mínimo (Mín), máximo (Máx) e Intervalo de Confianza 95% (IC 95%). La relación entre las variables fue analizada utilizando el coeficiente de correlación de Pearson. Además, se realizó un análisis de regresión lineal simple, donde el R, R², el error estándar de estimación (EEE) y el coeficiente no estandarizado beta (β) se emplearon para la velocidad del servicio, derecho y revés como variables dependientes, y el peso corporal, Σ 2 pliegues, GC, LBM, CMJ y salto horizontal como variables independientes. Para todos los análisis se utilizó un nivel de significación estadística de $p < 0.05$.

Resultados

La Tabla 1 muestra los estadísticos descriptivos de media, desviación estándar (DE), mediana, mínimo (Mín), máximo (Máx) e IC 95% para la muestra de 29 jóvenes jugadoras de tenis, con una edad promedio de 16.3 años, mostró características físicas y de rendimiento consistentes con adolescentes entrenadas: peso de 52.2 kg, en promedio, las jugadoras presentaron un porcentaje de grasa corporal (%GC) de 17.4% ($\pm 1.6\%$), con valor mínimo de 14.6% y máximo de 17.2%. La media de la sumatoria de pliegues cutáneos fue de 19.8 mm con DE ± 2.5 mm. En las pruebas de rendimiento físico, la velocidad promedio del servicio alcanzó 82.8 km/h (± 11.1 km/h), destacando un rango de 61.7 km/h a 106.7 km/h. En cuanto a los golpes de derecha y revés, se registraron velocidades promedio de 48.9 km/h (± 11.1 km/h) y 38.7 km/h (± 10.9 km/h), respectivamente, siendo el golpe de derecho más rápido que el revés, lo que es consistente con patrones técnicos del tenis. En el lanzamiento de balón medicinal (LBM), las tenistas alcanzaron una distancia promedio de 561.1 cm (± 70.1 cm), con un rango amplio de 400 cm a 700 cm, lo que subraya diferencias importantes en la capacidad de generar fuerza en el tren superior. El salto con contramovimiento (CMJ) tuvo una altura promedio de 27.4 cm (± 1.7 cm), mientras que el salto horizontal alcanzó un promedio de 158.3 cm (± 9.8 cm). Adicionalmente, se informa que las horas semanales de entrenamiento promediaron 25.1 (± 3.5), con un ranking nacional promedio de 22.4, reflejando un alto nivel competitivo.

Tabla 1. Caracterización descriptiva de la muestra

Variables (n=29)	Media	DE	Mín	Máx.	IC 95%	
					LI	LS
Edad (años)	16.3	0.7	14.8	17.1	15.9	16.6
Peso Corporal (kg)	52.2	2.8	47.6	56	51.2	53.2
Talla (cm)	158.1	3.9	152	164.5	156.7	159.5
APVC (niveles)	3.2	0.6	2	3.9	2.9	3.5
Σ 2 pliegues (mm)	19.8	2.5	15.5	24.5	18.9	20.7
GC (%)	17.4	1.6	14.6	20.7	16.8	17.9
Servicio (km/h)	82.8	11.1	61.7	106.7	78.9	86.8
Golpe de derecho (km/h)	48.9	11.1	32.3	74.7	44.8	52.9
Golpe de revés (km/h)	38.7	10.9	21.7	64.7	34.6	42.7
LBM (cm)	561.1	70.1	400	700	535.4	587.1
CMJ (cm)	27.4	1.7	23.3	29.5	26.8	28
Salto Horizontal (cm)	158.3	9.8	140	175	154.7	161.9
Ranking Nacional (número)	22.4	14.9	1	49	16.8	27.9
Entrenamiento (horas/semana)	25.1	3.5	20	30	23.6	26.4

Nota: APVC- Pico de aceleración de velocidad de crecimiento; GC - Porcentaje de grasa corporal; LBM- Lanzamiento de balón medicinal; CMJ- Salto con contramovimiento; IC 95% calculado para la media.

Fuente: elaboración propia

La tabla 2 contiene los resultados de la relación entre la velocidad de los golpes con variables antropométricas (peso corporal y talla), tejido graso y pruebas de fuerza muscular explosiva. Se observa una relación inversa, negativa y significativa entre la velocidad del servicio con el peso corporal ($r = -0.54$; $p < 0.01$), $\Sigma 2$ pliegues ($r = -0.54$; $p < 0.01$), y GC ($r = -0.53$; $p < 0.01$). Esto indicaría que mayores niveles de tejido graso y peso corporal están asociados con velocidades más bajas en el servicio. En contraste, se registra una relación directa, positiva y significativa entre LBM con la velocidad del servicio ($r = -0.48$; $p < 0.01$), golpe de derecho ($r = -0.41$; $p < 0.05$) y revés ($r = 0.39$; $p < 0.05$). En cambio, la talla, no muestra relación estadísticamente significativa con la velocidad de ningún golpe ($p > 0.05$).

Tabla 2. Relación entre la velocidad de los golpes con variables antropométricas (peso corporal y talla), tejido graso y pruebas de fuerza muscular explosiva

Variables (n=29)	Servicio		Golpe de derecho		Golpe de revés	
	r	p	r	p	r	p
Peso Corporal (kg)	-0.54**	0.01	-0.31	0.10	-0.36	0.06
Talla (cm)	-0.19	0.32	-0.13	0.49	-0.25	0.18
Σ2 pliegues (mm)	-0.54**	0.01	-0.13	0.49	-0.08	0.69
GC (%)	-0.53**	0.01	-0.13	0.49	-0.07	0.70
LBM (cm)	0.48**	0.01	0.41*	0.02	0.39*	0.04
CMJ (cm)	-0.11	0.56	-0.20	0.28	-0.20	0.28
Salto Horizontal (cm)	0.04	0.85	-0.32	0.09	-0.31	0.10

* la correlación es significativa en el nivel <0.05; ** La correlación es significativa en el nivel <0.01

Nota: GC- Porcentaje de grasa corporal; LBM- Lanzamiento de balón medicinal; CMJ- Salto con contramovimiento

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 3 muestra los resultados de la regresión lineal para la velocidad de los golpes (servicio, derecho y revés) con variables antropométricas (peso corporal y talla), tejido graso y pruebas de fuerza muscular explosiva. Se registra que el rendimiento del LBM se explica mejor por la velocidad del servicio ($R^2=23\%$), seguido del golpe de derecho ($R^2=17\%$) y golpe de revés ($R^2=15\%$), donde un aumento en la distancia del LBM resulta en una mayor velocidad de los tres golpes ($\beta= 0.07$ km/h; 0.07 km/h; 0.06 km/h; respectivamente). Además, se observa una interacción negativa entre la velocidad del servicio por parte del peso corporal ($R^2=29\%$), $\Sigma 2$ pliegues ($R^2=29\%$) y GC ($R^2=28\%$), tal es así que un incremento en estos valores corporales resulta en una menor velocidad del servicio ($\beta= -2.22$ km/h; -2.32 km/h; -3.74 km/h; respectivamente). Por otro lado, el salto con contramovimiento (CMJ) y el salto horizontal (SH) no mostraron asociaciones significativas con la velocidad de los golpes ($p>0.05$)

Tabla 3. Análisis de regresión lineal entre la velocidad de los golpes con variables antropométricas (talla y peso corporal), tejido graso y fuerza muscular explosiva

Variables (n=29)	Servicio					Golpe de derecho					Golpe de revés							
	R	R ²	EEE	p	Coeficientes no estandarizados		R	R ²	EEE	p	Coeficientes no estandarizados		R	R ²	EEE	p	Coeficientes no estandarizados	
					Constante	b					Constante	b					Constante	b
Peso Corporal (kg)	0.54	0.29	0.91	0.01	198.45	-2.22	0.30	0.09	0.12	0.10	115.61	-1.29	0.36	0.13	0.21	0.06	114.29	-1.46
Σ2 pliegues (mm)	0.54	0.29	0.93	0.01	128.76	-2.32	0.13	0.01	0.49	0.12	60.11	-0.57	0.07	0.01	0.28	0.69	44.94	-0.32
GC (%)	0.53	0.28	0.93	0.01	147.23	-3.74	0.13	0.02	0.23	0.49	65.11	-0.95	0.07	0.01	0.32	0.70	47.43	-0.52
LBM (cm)	0.48	0.23	0.98	0.01	40.82	0.07	0.41	0.17	0.10	0.02	11.88	0.07	0.39	0.15	0.10	0.04	4.70	0.06
CMJ (cm)	0.11	0.01	0.10	0.56	102.71	-0.74	0.20	0.04	0.11	0.28	86.07	-1.37	0.20	0.04	0.12	0.28	75.28	-1.35
Salto Horizontal (cm)	0.04	0.01	0.11	0.85	76.34	0.04	0.32	0.10	0.08	0.09	105.67	-0.36	0.30	0.09	0.10	0.10	92.24	-0.34

Nota: GC- Porcentaje de grasa corporal; LBM- Lanzamiento de balón medicinal; CMJ- Salto con contramovimiento; EEE- Error estándar de estimación.

Fuente: Elaboración propia

Discusión

El objetivo principal de esta investigación fue analizar la asociación entre la velocidad de golpes (servicio, derecho y revés) con indicadores antropométricos, tejido graso y pruebas de fuerza muscular explosiva en mujeres jóvenes tenistas. Los resultados destacan que la fuerza explosiva del tren superior, medida a través del LBM, fue el principal factor asociado con la velocidad de los golpes: servicio ($R^2=23\%$), golpe de derecha ($R^2=17\%$) y revés ($R^2=15\%$). Por otro lado, los indicadores de tejido graso ($\Sigma 2$ pliegues y %GC) y el peso corporal mostraron una relación negativa significativa con la velocidad del servicio. En contraste, variables como la talla, el salto horizontal y el CMJ no mostraron relaciones estadísticamente significativas con la velocidad de los golpes ($p>0.05$).

El LBM presentó un mayor poder explicativo y relación significativa con la velocidad de los golpes (servicio, derecho y revés), paralelamente, se observa que mayores distancias del LBM se relacionan positivamente con la velocidad de los golpes. En cambio, las dos pruebas de fuerza explosiva de los miembros inferiores, salto horizontal y CMJ, mostraron una baja relación con la velocidad obtenida en los tres tipos



de golpes. Estos resultados coinciden parcialmente con otros estudios donde se ha reportado que la fuerza explosiva de la parte superior del cuerpo, medida a través de diferentes tipos de lanzamientos de balones medicinales, parecen ser los componentes del rendimiento físico más importantes para favorecer la velocidad de los golpes en tenistas, por su parte la parte inferior del cuerpo (por ejemplo, CMJ y salto horizontal) parecían ser predictores débiles, aunque a diferencia de este estudio demostraron tener una relación positiva, cercana a $r=0.30$ (Dossena et al., 2018; Fernandez-Fernandez et al., 2019; Fett et al., 2020; Hayes et al., 2021; Sánchez-Pay et al., 2021). En contraste, los hallazgos de Colomar et al. (2020) reportaron la ausencia de correlaciones significativas entre la fuerza y potencia del tren superior e inferior y las velocidades de golpeo. Estos hallazgos sugieren que, en mujeres tenistas, la generación de velocidad en los golpes depende más de la combinación de múltiples factores relacionados a la fuerza que de un indicador predominante de ella (Colomar et al., 2024). Particularmente, tanto el servicio como los golpes desde el fondo de la cancha son movimientos complejos que involucran la cadena cinética de todo el cuerpo. En el caso del servicio, el impacto de la bola es en el punto más alto del lanzamiento, por lo que las y los entrenadores que busquen mejorar la velocidad de los golpes, deberían centrarse tanto en las habilidades de coordinación y técnica, como en el rango de movimiento del hombro y en la fuerza que son capaces de producir las tenistas (Fernandez-Fernandez et al., 2019; Fett et al., 2020; Palmer et al., 2018; Sánchez-Pay et al., 2021).

Los indicadores de tejido graso ($\Sigma 2$ pliegues y GC) evidenciaron una interacción negativa entre la adiposidad corporal y la velocidad del servicio en las tenistas evaluadas. Este hallazgo contrasta con el estudio de Söğüt (2016) realizado en tenistas turcas de categoría junior, donde no se detectó relación entre las mediciones y sumatoria de pliegues cutáneos con la velocidad del servicio. De similar forma, Bonato et al. (2015) tampoco encontraron relación entre el tejido graso y la máxima velocidad del servicio en tenistas adultos varones. Estas diferencias pueden deberse a que en el caso de Söğüt et al. (2019), se evaluaron entre 3 a 8 pliegues cutáneos, y el porcentaje de grasa fue mayor a las tenistas chilenas evaluadas en este estudio ($27\pm 3.6\%$ vs $19.8\pm 2.5\%$). En el estudio de Bonato et al. (2015), los participantes eran hombres, y las mediciones incluyeron pliegues cutáneos del área pectoral y abdominal, a diferencia de este estudio donde usamos los pliegues del tríceps braquial y pierna medial. En este aspecto, se ha reportado que niveles adecuados de masa grasa en deportistas se asocian con un mayor rendimiento físico (Kovacs et al., 2007; Luna-Villouta, Paredes-Arias, et al., 2024; Luna-Villouta et al., 2023; Malina & Geithner, 2011; Quiterio et al., 2009), por lo que mantener adecuados niveles de GC pueden favorecer el desempeño deportivo.

El peso corporal mostró una asociación significativa y negativa con la velocidad del servicio, observándose que el aumento de peso corporal afecta directamente la potencia del saque, este hallazgo es contrario a otros estudios que han reportado correlaciones directas y positivas entre ambas variables (Baiget et al., 2023; Colomar et al., 2024; Fernandez-Fernandez et al., 2019; Fett et al., 2020; Hayes et al., 2021; Söğüt, 2016; Söğüt & Altunsoy, 2019). Estas diferencias pueden explicarse por la influencia que detectamos previamente del tejido graso, ya que los estudios anteriores a excepción de Söğüt et al. (2019), no reportaron específicamente la adiposidad de las tenistas evaluadas, sino que el Índice de Masa Corporal (IMC), lo que creemos ha influido en los análisis efectuados y conclusiones obtenidas. En este aspecto, se ha señalado que un mayor IMC en deportistas es un indicador presuntivo de mayor tejido muscular o masa magra que de tejido adiposo (Gale-Watts & Nevill, 2016).

Por otro lado, la talla presentó una baja asociación y relación con la velocidad de los golpes, lo que coincide con algunos estudios (Söğüt et al., 2019; Colomar et al., 2024), quienes tampoco reportaron relación significativa entre la talla y la velocidad del servicio, pero difiere de otras donde se ha obtenido una relación directa y positiva entre la talla y la velocidad del servicio. (Fett et al., 2020; Hayes et al., 2021; Santisteban et al., 2024; Söğüt, 2016), Estos resultados pueden tener relación a la menor estatura reportada en las tenistas chilenas de este estudio con respecto a las evaluadas en las otras investigaciones, considerando que la talla junto a la altura del impacto de la bola son determinantes en la velocidad y colocación del servicio (Brito et al., 2024; Sánchez-Pay et al., 2021).

Con relación a la aplicación práctica de los resultados de este estudio, se destaca la necesidad de enfocar el entrenamiento y monitoreo de la fuerza muscular del tren superior y el control del tejido graso y peso corporal para favorecer la mayor velocidad de los golpes en mujeres jóvenes tenistas. Paralelamente, es necesario considerar que el tejido muscular, junto con la capacidad de moverse rápido por la cancha y

golpear la bola fuerte, han sido descrito como elementos diferenciadores de las tenistas más exitosas (Bilić et al., 2024; Colomar et al., 2020; Gale-Watts & Nevill, 2016; Landlinger et al., 2012).

Esta investigación posee algunas limitaciones. La primera es la selección y tamaño de la muestra, que limita la utilización de resultados en otros grupos poblacionales. La segunda, es el diseño transversal y el carácter correlacional-descriptivo de la investigación, que restringe el análisis causal y la influencia de variables no controladas, especialmente en jugadoras jóvenes con experiencia inicial en el tenis. A pesar de estas limitaciones, el estudio posee importantes fortalezas, ya que se estudia a una población deportiva femenina, un grupo históricamente subrepresentado en la literatura científica del área. Asimismo, la utilización de procedimientos simples, rápidos y económicos incrementa la viabilidad de monitorear regularmente las variables analizadas en contextos prácticos y deportivos.

Conclusiones

Los resultados de este estudio permiten concluir que la velocidad de los golpes, tanto del servicio, como del derecho y del revés, se asocian en mayor medida al LBM. También, se identificó una asociación negativa entre la velocidad del servicio con indicadores de adiposidad ($\sum 2$ pliegues y GC) y con el peso corporal. Los hallazgos de esta investigación abren caminos para mejorar el rendimiento en el tenis, inicialmente, resulta necesario integrar ejercitaciones y evaluaciones para la fuerza explosiva de los miembros superiores, considerando el beneficio que puede entregar para una mayor velocidad de los golpes. Igualmente, alcanzar bajos niveles de tejido graso puede tener un impacto positivo en la velocidad del servicio, elevando la potencia con la que golpean la bola en este importante gesto deportivo. No obstante, es importante considerar que la velocidad de los golpes y el nivel de juego son un constructo multifacético que también está influenciado por otros factores técnicos, perceptivos y cognitivos.

Agradecimientos

Agradecemos a todas las jugadoras y clubes participantes del estudio, así como a sus entrenadores, por facilitarnos su tiempo y espacio para el desarrollo de esta investigación.

Referencias

- Baiget, E., Corbi, F., & López, J. (2023). Influence of anthropometric, ball impact and landing location parameters on serve velocity in elite tennis competition. *Biology of Sport*, 40(1), Article 1. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2023.112095>
- Bilić, Z., Martić, P., Barbaros, P., Sinković, F., & Novak, D. (2024). Neuromuscular Fitness Is Associated with Serve Speed in Young Female Tennis Players. *Sports*, 12(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/sports12040097>
- Bonato, M., Maggioni, M. A., Rossi, C., Rampichini, S., La Torre, A., & Merati, G. (2015). Relationship between anthropometric or functional characteristics and maximal serve velocity in professional tennis players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(10), Article 10. <https://www.minervamedica.it/en/journals/sports-med-physical-fitness/article.php?cod=R40Y2015N10A1157>
- Bosco, C., & Padules, J. (1994). *La Valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Paidotribo.
- Brito, A. V., Afonso, J., Silva, G., Fernandez-Fernandez, J., & Fernandes, R. J. (2024). Biophysical characterization of the tennis serve: A systematic scoping review with evidence gap map. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 27(2), 125-140. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2023.10.018>
- Carboch, J., Sklenářik, M., Kočib, T., & Zháněl, J. (2021). Game Characteristics in Professional Tennis at Different Levels of International Tournaments. *International Journal of Applied Exercise Physiology*, 10(1), 129-137. <https://www.proquest.com/docview/2501932962?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true&sourcetype=Scholarly%20Journals>
- Colomar, J., Baiget, E., & Corbi, F. (2020). Influence of Strength, Power, and Muscular Stiffness on Stroke Velocity in Junior Tennis Players. *Frontiers in Physiology*, 11, 196. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00196>

- Colomar, J., Corbi, F., & Baiget Vidal, E. (2024). Diferencias por razón de sexo en los determinantes físicos de la velocidad de servicio de tenistas jóvenes de alto rendimiento. *Apunts Educación Física y Deportes*, 157, 58-67. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2024/3\).157.07](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2024/3).157.07)
- Colomar, J., Corbi, F., Brich, Q., & Baiget, E. (2022). *Determinant Physical Factors of Tennis Serve Velocity: A Brief Review*. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2022-0091>
- Crespo, M., Martínez-Gallego, R., & Filipcic, A. (2024). Determining the tactical and technical level of competitive tennis players using a competency model: A systematic review. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1406846>
- Dossena, F., Rossi, C., LA Torre, A., & Bonato, M. (2018). The role of lower limbs during tennis serve. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(3), Article 3. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06685-8>
- Durán, Á., Martínez-Gallego, R., & Gimeno, M. (2022). Diferencias de género en la aproximación al cambio de dirección en tenistas profesionales (Gender differences in the approach to change of direction in professional tennis players). *Retos*, 43, 938-943. <https://doi.org/10.47197/retos.v43i0.88803>
- Fernandez-Fernandez, J., Nakamura, F. Y., Moreno-Perez, V., Lopez-Valenciano, A., Del Coso, J., Gallo-Salazar, C., Barbado, D., Ruiz-Perez, I., & Sanz-Rivas, D. (2019). Age and sex-related upper body performance differences in competitive young tennis players. *PloS one*, 14(9), Article 9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221761>
- Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., & Mendez-Villanueva, A. (2009). A Review of the Activity Profile and Physiological Demands of Tennis Match Play. *Strength & Conditioning Journal*, 31(4), Article 4. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181ada1cb>
- Fernandez-Fernandez, J., Zimek, R., Wiewelhove, T., & Ferrauti, A. (2012). High-Intensity Interval Training vs. Repeated-Sprint Training in Tennis: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1), Article 1. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318220b4ff>
- Fett, J., Ulbricht, A., & Ferrauti, A. (2020). Impact of Physical Performance and Anthropometric Characteristics on Serve Velocity in Elite Junior Tennis Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(1), Article 1. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002641>
- Gale-Watts, A. S., & Nevill, A. M. (2016). From endurance to power athletes: The changing shape of successful male professional tennis players. *European Journal of Sport Science*, 16(8), Article 8. <https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1192690>
- Gillet, E., Leroy, D., Thouvenecq, R., & Stein, J.-F. (2009). A Notational Analysis of Elite Tennis Serve and Serve-Return Strategies on Slow Surface. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(2), 532. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31818efe29>
- Girard, O., Chevalier, R., Leveque, F., Micallef, J. P., & Millet, G. P. (2006). Specific incremental field test for aerobic fitness in tennis. *British Journal of Sports Medicine*, 40(9), Article 9. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.027680>
- Hayes, M. J., Spits, D. R., Watts, D. G., & Kelly, V. G. (2021). Relationship Between Tennis Serve Velocity and Select Performance Measures. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(1), 190. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002440>
- Hernández-Belmonte, A., & Sánchez-Pay, A. (2021). *Concurrent validity, inter-unit reliability and biological variability of a low-cost pocket radar for ball velocity measurement in soccer and tennis*. *Journal of Sports Sciences*, 39(12), Article 12. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1868090>
- Karnia, M., Garsztka, T., Rynkiewicz, M., Rynkiewicz, T., Zurek, P., Łuszczczyk, M., Śledziwska, E., & Ziemann, E. (2010). Physical Performance, Body Composition and Body Balance in Relation to National Ranking Positions in Young Polish Tennis Players. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.2478/v10131-0011-z>
- Kovacs, M., & Ellenbecker, T. (2011). An 8-Stage Model for Evaluating the Tennis Serve: Implications for Performance Enhancement and Injury Prevention. *Sports Health*, 3(6), 504-513. <https://doi.org/10.1177/1941738111414175>
- Kovacs, M. S. (2007). Tennis Physiology: Training the Competitive Athlete. *Sports Medicine*, 37(3), Article 3. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737030-00001>
- Kovacs, M. S., Pritchett, R., Wickwire, P. J., Green, J. M., & Bishop, P. (2007). Physical performance changes after unsupervised training during the autumn/spring semester break in competitive tennis players. *British Journal of Sports Medicine*, 41(11), Article 11. <https://doi.org/10.1136/bjism.2007.035436>

- Kovalchik, S. A., & Reid, M. (2017). Comparing Matchplay Characteristics and Physical Demands of Junior and Professional Tennis Athletes in the Era of Big Data. *Journal of Sports Science & Medicine*, 16(4), Article 4. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5721178/>
- Lambrich, J., & Muehlbauer, T. (2023). Effects of athletic training on physical fitness and stroke velocity in healthy youth and adult tennis players: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fspor.2022.1061087>
- Landlinger, J., Stöggel, T., Lindinger, S., Wagner, H., & Müller, E. (2012). Differences in ball speed and accuracy of tennis groundstrokes between elite and high-performance players. *European Journal of Sport Science*, 12(4), Article 4. <https://doi.org/10.1080/17461391.2011.566363>
- Luna-Villouta, P., Contreras, L. V., Salazar, C. M., Valderrama, J. F., Matus-Castillo, C., Flores-Rivera, C., Paredes-Arias, M., & Vargas-Vitoria, R. (2024). Changes in Body Composition and Physical Performance after a Six-Week International Tour in Young Chilean Female Tennis Players. *Sports*, 12(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/sports12030078>
- Luna-Villouta, P. F., Flores-Rivera, C., Paredes-Arias, M., Gómez, J. V., Matus-Castillo, C., Hernández-Mosqueira, C., Hermosilla, N. J., & Vitoria, R. V. (2023). Asociación de la agilidad con la composición corporal y fuerza muscular explosiva de los miembros inferiores en mujeres jóvenes tenistas (Association of agility with body composition and lower-extremity explosive muscle strength in young female tennis players). *Retos*, 49, 70-77. <https://doi.org/10.47197/retos.v49.98081>
- Luna-Villouta, P., Paredes-Arias, M., Casanova, C. F., Flores-Rivera, C., Matus-Castillo, C., Hernández-Mosqueira, C., & Vitoria, R. V. (2024). Análisis de la relación entre el sprint de 5 m con la composición corporal, maduración biológica e indicadores antropométricos en hombres jóvenes tenistas (Analysis of the relationship between the 5m sprint with body composition, biological maturation and anthropometric indicators in young male tennis players). *Retos*, 51, 480-487. <https://doi.org/10.47197/retos.v51.101029>
- Luna-Villouta, P., Paredes-Arias, M., Flores-Rivera, C., Hernández-Mosqueira, C., Souza de Carvalho, R., Faúndez-Casanova, C., Vásquez-Gómez, J., & Vargas-Vitoria, R. (2021). Anthropometric Characterization and Physical Performance by Age and Biological Maturation in Young Tennis Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(20), Article 20. <https://doi.org/10.3390/ijerph182010893>
- Malina, R. M., & Geithner, C. A. (2011). Body Composition of Young Athletes. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 5(3), Article 3. <https://doi.org/10.1177/1559827610392493>
- Marfell-Jones, M. J., Stewart, A. D., & de Ridder, J. H. (2012). *International standards for anthropometric assessment*. *International Society for the Advancement of Kinanthropometry*. <http://hdl.handle.net/11072/1510>
- Mecheri, S., Rioult, F., Mantel, B., Kauffmann, F., & Benguigui, N. (2016). The serve impact in tennis: First large-scale study of big Hawk-Eye data. *Statistical Analysis and Data Mining: The ASA Data Science Journal*, 9(5), 310-325. <https://doi.org/10.1002/sam.11316>
- Meckel, Y., Hophy, A., Dunsky, A., & Eliakim, A. (2015). Relationships between physical characteristics and ranking of young tennis players. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, 2(10), Article 10. <https://wnus.usz.edu.pl/cejssm/en/issue/20/article/108/>
- Moore, S. A., McKay, H. A., Macdonald, H., Nettlefold, L., Baxter-Jones, A. D. G., Cameron, N., & Brasher, P. M. A. (2015). *Enhancing a Somatic Maturity Prediction Model*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(8), Article 8. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000588>
- Myburgh, G. K., Cumming, S. P., Silva, M. C. E., Cooke, K., & Malina, R. M. (2016). Maturity-Associated Variation in Functional Characteristics of Elite Youth Tennis Players. *Pediatric Exercise Science*, 30. <https://doi.org/10.1123/pes.2016-0035>
- Palmer, K., Jones, D., Morgan, C., & Zeppieri, G. (2018). Relationship Between Range of Motion, Strength, Motor Control, Power, and the Tennis Serve in Competitive-Level Tennis Players: A Pilot Study. *Sports Health*, 10(5), 462-467. <https://doi.org/10.1177/1941738118785348>
- Quiterio, A. L., Carnero, E. A., Silva, A. M., Baptista, F., & Sardinha, L. B. (2009). Weekly training hours are associated with molecular and cellular body composition levels in adolescent athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 49(1), Article 1. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19188896/>
- Rodríguez-Cayetano, A. R., Martín, Ó. M., Merchán, F. H., & Muñoz, S. P. (2022). Carga interna y externa en el tenis de competición: Comparación de tres tipos de entrenamiento (Internal and external



- load in competitive tennis: comparison of three types of training). *Retos*, 44, 534-541. <https://doi.org/10.47197/retos.v44i0.90583>
- Sánchez-Pay, A., Ramón-Llin, J., Martínez-Gallego, R., Sanz-Rivas, D., Sánchez-Alcaraz, B. J., & Frutos, S. (2021). Fitness testing in tennis: Influence of anthropometric characteristics, physical performance, and functional test on serve velocity in professional players. *PLoS ONE*, 16(11), e0259497. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259497>
- Santisteban, D., Viru-Flores, H., Roque Quezada, H., Guerra Valencia, J., Vega-Vega, R., & Roque-Quezada, J. C. E. (2024). Perfil antropométrico y velocidad máxima de servicio en tenistas varones de un centro deportivo medico peruano. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 24(3), 78-84. <https://doi.org/10.25176/rfmh.v24i3.6677>
- Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, R. A., Horswill, C. A., Stillman, R. J., Loan, M. D. V., & Bembien, D. A. (1988). *Skinfold equations for estimations of body fatness in children and youth*. *Human Biology*, 60(5), Article 5. <https://www.jstor.org/stable/41464064>
- Söğüt, M. (2016). Ball Speed during the Tennis Serve in Relation to Skill Level and Body Height. *Pamukkale Journal of Sport Sciences*, 7(2), Article 2. <https://dergipark.org.tr/en/pub/psbd/issue/20590/219435>
- Söğüt, M., & Altunsoy, K. (2019). Physical and Morphological Characteristics of Turkish National Adolescent Tennis Players and Their Association with Serve Speed. *Spor Hekimliği Dergisi*, 54(1), 064-070. <https://doi.org/10.5152/tjism.2019.117>
- Torres-Luque, G., Sánchez Pay, A., Bazaco Belmonte, M. J., & Moya Ramón, M. (2011). *Functional aspects of competitive tennis*. <https://doi.org/10.4100/jhse.2011.63.07>
- Ulbricht, A., Fernandez-Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., & Ferrauti, A. (2016). Impact of Fitness Characteristics on Tennis Performance in Elite Junior Tennis Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(4), Article 4. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001267>
- Vanhelst, J., Béghin, L., Fardy, P. S., Ulmer, Z., & Czaplicki, G. (2016). *Reliability of health-related physical fitness tests in adolescents: The MOVE Program*. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 36(2), Article 2. <https://doi.org/10.1111/cpf.12202>
- Vaverka, F., & Cernosek, M. (2013). Association between body height and serve speed in elite tennis players. *Sports Biomechanics*, 12(1), 30-37. <https://doi.org/10.1080/14763141.2012.670664>
- World Medical Association. (2024). WMA Declaration of Helsinki – Ethical principles for medical research involving human subjects. Retrieved January 7, 2025, from <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki/>

Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Pablo Luna-Villouta	pabloluna@udec.cl	Autor de correspondencia
Carlos Matus-Castillo	cmatus@ucsc.cl	Autor/a
Cesar Faúndez-Casanova	cfaundez@ucm.cl	Autor/a
Claudio Hernández-Mosqueira	chernandez@ubiobio.cl	Autor/a
Carol Flores-Rivera	carol.flores@unab.cl	Autor/a
Miguel Alarcón-Rivera	mrivera3@santotomas.cl	Autor/a
Cristian Martínez Salazar	cristian.martinez.s@ufrontera.cl	Autor/a
Marcelo Paredes-Arias	marcelo041192@gmail.com	Autor/a
Rodrigo Vargas Vitoria	rvargas@ucm.cl	Autor/a
Pablo Luna-Villouta	pabloluna@udec.cl	Traductor/a

