

## 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

\*Pablo Luna-Villouta, \*\*Marcelo Paredes-Arias, \*\*\*Cesar Faúndez-Casanova, \*\*\*\*Carol Flores-Rivera, \*\*\*\*\*Carlos Matus-Castillo, \*Claudio Hernández-Mosqueira, \*\*\*Rodrigo Vargas Vitoria

\*Universidad de Concepción (Chile), \*\* Instituto Profesional Duoc UC (Chile), \*\*\* Universidad Católica del Maule (Chile), \*\*\*\*Universidad Andres Bello (Chile), \*\*\*\*\*Universidad Católica de la Santísima Concepción (Chile)

**Resumen.** Esta investigación tuvo como objetivo analizar la relación entre el sprint de 5 m con la composición corporal, maduración biológica e indicadores antropométricos en hombres jóvenes tenistas. El estudio fue correlacional y de corte transversal con la participación de 35 jóvenes tenistas hombres ( $15 \pm 0.5$  años) de nacionalidad chilena, seleccionados de manera no probabilística por accesibilidad. Se midió el sprint de 5 m en las canchas de tenis y se registraron variables antropométricas como masa corporal, talla, perímetros corporales (brazo, muslo y pierna) y pliegues cutáneos (tríceps, muslo anterior y pierna medial). Se calcularon el pico de aceleración de la velocidad de crecimiento (APVC), el porcentaje de grasa corporal (GC) y la masa muscular esquelética (MME). Los resultados evidenciaron que el sprint de 5 m se asoció principalmente con el pliegue de la pierna medial ( $R^2=24\%$ ;  $p<0.01$ ) y el GC ( $R^2=13\%$ ;  $p<0.05$ ). Además, se encontró que un incremento en estos indicadores de adiposidad se relaciona con un mayor tiempo en el sprint de 5 m ( $\beta=0.02$ ;  $0.04$  s, respectivamente). Sin embargo, la masa corporal, la talla, el APVC y la MME mostraron una relación baja con el sprint 5 m ( $p>0.05$ ). En conclusión, el sprint de 5 m muestra mayor asociación con indicadores de adiposidad, principalmente con el pliegue de la pierna medial y el GC. Adicionalmente, mejores niveles en estos indicadores se asocian con un menor tiempo en el sprint de 5 m.

**Palabras clave:** composición corporal; antropometría; rendimiento físico; maduración; adolescentes; tenis.

**Abstract.** The research aimed to analyze the relationship between the 5m sprint with body composition, biological maturation, and anthropometric indicators in young male tennis players. The study utilized a correlational cross-sectional design with the participation of 35 male young tennis players ( $15 \pm 0.5$  years old) of Chilean nationality, selected through non-probabilistic convenience sampling. The 5m sprint was measured on tennis courts, and anthropometric variables such as weight, height, body circumferences (arm, thigh, and leg), and skinfolds (triceps, anterior thigh, and medial leg) were recorded. Peak height velocity (APVC), body fat percentage (GC), and skeletal muscle mass (MME) were calculated. The results showed that the 5m sprint was primarily associated with the medial leg skinfold ( $R^2=24\%$ ;  $p<0.01$ ) and GC ( $R^2=13\%$ ;  $p<0.05$ ). Furthermore, an increase in these indicators was correlated with a worse performance in 5m sprint test ( $\beta=0.02$ ;  $0.04$  s, respectively). However, body weight, height, APVC, and MME demonstrated a weak association with the 5m sprint ( $p>0.05$ ). In conclusion, the 5m sprint shows greater association with adiposity indicators, mainly with the medial leg crease and GC. Additionally, better levels in these indicators are associated with a shorter time in the 5m sprint.

**Key words:** body composition; anthropometry; physical performance; maturation; young boys; tennis.

Fecha recepción: 19-07-23. Fecha de aceptación: 26-09-23

Pablo Luna-Villouta  
pabloluna@udec.cl

## Introducción

El tenis es un deporte de raqueta complejo que requiere habilidades técnicas específicas y un alto nivel de rendimiento en numerosos componentes físicos (Fernández-Fernández et al., 2009; Li & Wang, 2023). En la actualidad, la condición física se ha vuelto un factor determinante del rendimiento deportivo, sumándose a los requerimientos técnicos y tácticos tradicionales (Fernández-Galván et al., 2022; Villouta et al., 2019). En este contexto, tanto en el tenis profesional como en el juvenil, cada partido es considerado como un ejercicio de alta intensidad (Kovalchik & Reid, 2017; Luna-Villouta et al., 2023). Esto se debe a que durante la disputa de cada punto, los jugadores deben desplegar una amplia variedad de movimientos a máxima velocidad, como golpes, saques, aceleraciones, desaceleraciones y cambios de dirección, entre otros (Durán et al., 2022; Fernández-Galván et al., 2022; Kovacs, 2007a). Estos partidos tienen un carácter intermitente, lo que significa que alternan fases de alta intensidad con fases de descanso y me-

nor intensidad (Suárez & Valle, 2018).

Durante las fases de alta intensidad, el metabolismo anaeróbico suministra la energía necesaria al deportista, mientras que durante las fases de descanso y menor intensidad, el metabolismo aeróbico permite la recuperación energética (Rodríguez-Cayetano et al., 2022).

En relación al rendimiento físico, tanto la velocidad, agilidad, potencia de las extremidades superiores e inferiores, salto y coordinación motora se han reportado como factores determinantes del rendimiento deportivo en tenistas jóvenes, tanto masculinos como femeninos (Chapelle et al., 2022; Kovacs, 2007b; Kramer et al., 2017; Myburgh, Cumming, Silva, et al., 2016). Estos factores relacionados con el rendimiento físico han sido identificados como cruciales para diferenciar a los jugadores juveniles exitosos (Lambrich & Muehlbauer, 2023). Específicamente, el rendimiento de sprint en distancias inferiores a 10 metros se ha destacado como un indicador clave para el éxito en el tenis (Kovacs, 2006; Salonikidis & Zafeiridis, 2008).

El sprint o velocidad es la capacidad de alcanzar una alta

velocidad lineal muy rápidamente, por lo que es una manifestación de fuerza, especialmente de fuerza explosiva, aplicada a un movimiento o técnica específica (Dawson, 2012). En este sentido, un mejor rendimiento en sprint y aceleración permite al jugador llegar más rápido a la pelota y tener más tiempo para prepararse para un golpe, lo que podría ser una ventaja significativa para mejorar la movilidad en la cancha y el nivel de juego (Kramer et al., 2021; Munivrana et al., 2015). En el tenis, los jugadores deben reaccionar lo más rápido posible a las acciones de juego realizadas por el oponente, y en este punto, la aceleración inicial y los sprints cortos de hasta los 10 m son acciones explosivas cruciales para un juego rápido y efectivo (Fernández-Fernández et al., 2015). Por lo tanto, el rendimiento en sprint parece ser fundamental para alcanzar el nivel de élite en el tenis (Kramer et al., 2021).

Complementando lo señalado, en deportes de alta intensidad como el tenis, se ha observado que tener una cantidad mínima de masa grasa corporal es importante para permitir que los deportistas se muevan a ritmos, velocidades y aceleraciones altas (Gale-Watts & Nevill, 2016). En este aspecto, durante el inicio de la pubertad, alrededor del pico de aceleración máxima de la tasa de crecimiento (APVC), se ha observado que los jóvenes tenistas masculinos se vuelven más rápidos (Kramer, Valente-Dos-Santos, et al., 2016; Ulbricht et al., 2015), alcanzando su máxima velocidad de sprint cerca de los 18 años (Munivrana et al., 2015). Esto podría deberse al aumento de la masa muscular, el crecimiento en altura y masa corporal, junto con la disminución del tejido graso (Kramer et al., 2021; Malina et al., 2004). Sin embargo, los estudios acerca de los cambios en el rendimiento físico y la composición corporal asociados a la maduración biológica y el crecimiento físico en tenistas jóvenes aún son limitados, por lo que se requiere desarrollar más estudios en esta temática (Gale-Watts & Nevill, 2016; Karnia et al., 2010; Luna-Villouta et al., 2023; Myburgh, Cumming, Silva, et al., 2016). Por este motivo, es relevante monitorear y controlar periódicamente el rendimiento físico, la maduración, el crecimiento y la composición corporal, para así detectar oportunamente alteraciones que puedan afectar el rendimiento y la salud de los jóvenes deportistas (Lloyd et al., 2014; Malina et al., 2004; Martin, 2004).

En un estudio realizado por Kramer et al. (2016) en tenistas juveniles, se encontró que los jóvenes tenistas masculinos de élite eran más rápidos en el sprint de 5 m que los tenistas masculinos sub-élite hasta los 14 años. Además, concluyeron que las diferencias en el rendimiento de sprint entre los jugadores de élite y sub-élite se relacionaron con cambios longitudinales en el tamaño corporal y la fuerza de las extremidades inferiores hasta los 13 años. Asimismo, Munivrana et al. (2015) evidenciaron que las pruebas de velocidad, como el sprint de 5 m, influyen significativamente en el rendimiento de tenis de jugadores adolescentes masculinos ( $R^2 = 46\%$ ). Por otra parte, Girard & Millet (2009) examinaron las relaciones entre la velocidad y el desempeño en torneos de un grupo de tenistas adolescentes masculinos

de nivel competitivo, señalando que existe una alta correlación entre el sprint de 5, 10 y 20 m con el rendimiento en torneos de tenis ( $r = 0.69; 0.63$  y  $0.74$ ; respectivamente). Al analizar las diferencias en el sprint de 10 y 20 m entre jugadores juveniles masculinos de entre 11 y 16 años de nivel competitivo nacional y regional, se encontraron diferencias significativas para la categoría menores de 12 años ( $p < 0.05$ ) a favor del grupo que compite a nivel nacional, por su parte, no hubo diferencia en los grupos de menores de 14 y 16 años ( $p > 0.05$ ) (Ulbricht et al., 2016). En cuanto a las correlaciones entre las pruebas de agilidad y sprint, Hernández-Davó et al. (2021) encontraron asociaciones positivas y significativas ( $p < 0.05$ ), aunque de magnitud pequeña para el sprint 5 m ( $r = 0.40$ ), pero moderada para el sprint de 10 m ( $r = 0.57$ ) y 20 m ( $r = 0.60$ ). Sin embargo, señalaron que la magnitud de estas relaciones no permite reemplazar las evaluaciones tanto de agilidad como de sprint.

En relación con la maduración biológica, Fernández-Fernández et al. (2023) detectaron que los tenistas juveniles masculinos en etapas avanzadas de maduración (post-APVC) mostraron rendimientos significativamente superiores ( $p < 0.01$ ) en todos los sprint lineales en comparación con el grupo en etapa temprana de maduración (pre-APVC). Por otro lado, un estudio realizado por Myburgh et al. (2016) encontró diferencias significativas en el sprint de 10 y 20 metros entre diferentes niveles de madurez en jóvenes tenistas masculinos ( $p < 0.05$ ), pero no en el sprint de 5 m ( $p > 0.05$ ).

A pesar de los antecedentes mencionados, es importante destacar que existe una escasez de estudios que aborden la relación entre el rendimiento físico y las modificaciones corporales durante la pubertad y adolescencia, especialmente considerando la influencia que estos parámetros pueden tener en el rendimiento deportivo de jóvenes tenistas (Gale-Watts & Nevill, 2016; Karnia et al., 2010; Luna-Villouta et al., 2021; Ulbricht et al., 2016). De acuerdo con las altas exigencias físicas y funcionales del tenis, es probable que estos indicadores desempeñen un papel significativo en la selección y el rendimiento de los jugadores jóvenes (Myburgh, Cumming, Coelho E Silva, et al., 2016). Por lo tanto, comprender estos procesos puede resultar relevante para los entrenadores, quienes podrían adaptar y priorizar determinados ejercicios según las necesidades individuales de cada deportista (Kramer, Huijgen, et al., 2016).

En consideración a los antecedentes expuestos, el objetivo de este estudio fue analizar la relación entre el sprint 5 m con la composición corporal, maduración biológica e indicadores antropométricos en jóvenes tenistas masculinos.

## Material y Método

Se realizó un estudio de diseño observacional de corte transversal con características descriptivas y correlacionales. Participaron 35 jóvenes tenistas de sexo masculino y de nacionalidad chilena, con una edad de  $15 \pm 0.5$  años. Los

participantes fueron seleccionados de manera no probabilística por accesibilidad y pertenecían a clubes de tenis de la ciudad de Santiago de Chile. Los criterios de inclusión fueron los siguientes: 1) tener entre 13 y 15 años y 11 meses de edad; 2) haber competido en torneos internacionales en los últimos 6 meses; 3) estar clasificado entre el número uno y 60 en el ranking nacional de la Federación de Tenis de Chile (FETECH). Por otro lado, los criterios de exclusión fueron los siguientes: 1) no completar todas las evaluaciones requeridas; 2) presentar algún tipo de lesión que pudiera afectar los resultados de la prueba de rendimiento físico, ya sea el día de las mediciones o en los 7 días previos, según lo informado por el evaluado o su equipo técnico.

### Procedimientos

En primera instancia, se obtuvo autorización formal de los directivos de los clubes deportivos mediante una carta de invitación que indicaba los objetivos del estudio y los procedimientos que se realizarían. Una vez que los clubes confirmaron su participación, se procedió a obtener el consentimiento informado de los/as apoderados/as de los tenistas. Después de obtener la firma de los/as apoderados/as en el consentimiento informado, los tenistas también proporcionaron su asentimiento mediante la firma de un documento escrito, de acuerdo con los principios establecidos en la Declaración de Helsinki (World Medical Association, 2013). Igualmente, el estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad San Sebastián, Chile (USS 51-2018-20, 2019).

La recolección de datos se llevó a cabo por la mañana, antes de cualquier tipo de actividad de entrenamiento, durante la temporada de verano, con una temperatura ambiente de entre 15° y 20° Celsius. Las evaluaciones se realizaron en los clubes deportivos, durante el horario habitual de entrenamiento, y estuvieron a cargo de dos evaluadores experimentados que contaban con Maestría en Ciencias del Deporte, MSc. Estos evaluadores recibieron capacitación previa, tanto teórica como práctica, en tres sesiones, para garantizar la aplicación uniforme de los protocolos de las pruebas. Además, se realizó una prueba piloto con 30 tenistas menores de 12 años para asegurar la consistencia de los criterios y detectar potenciales errores en la administración de las pruebas. Para el sprint 5 m, se probó la fiabilidad por medio del coeficiente de correlación intraclase aleatorizado ( $ICC_{2,1}$ ) y del intervalo de confianza del 95% (IC 95%). El coeficiente de correlación intraclase (ICC) test-retest fue de 0.98 (IC 95%=0.96-1.00).

Las evaluaciones antropométricas se realizaron de manera individual en una habitación privada, siguiendo los procedimientos descritos por Marfell-Jones et al. (2012). La masa corporal se verificó utilizando una balanza mecánica con una precisión de medida de 50 gramos y un rango de 0 a 220 kg (Seca 700, Hamburgo, Alemania). La talla (cm) se midió con el sujeto descalzo en el plano de Frankfurt, utilizando un estadiómetro de aluminio graduado en milímetros (Seca 220, Hamburgo, Alemania). Los pliegues cutáneos se midieron en el lado derecho del deportista, específicamente

en el tríceps braquial, el muslo anterior y la pierna medial, utilizando una pinza antropométrica (Harpندن®, Baty International Ltd, West Sussex, Reino Unido). Los perímetros del brazo, muslo y pierna se midieron con una cinta antropométrica Lufkin® Metallic (Medina, OH, Estados Unidos). Todas las variables antropométricas se midieron tres veces, con un error técnico que varió entre 0.20% y 0.60%.

La maduración biológica se calculó utilizando la ecuación propuesta por Moore et al. (2015) para determinar los niveles de aceleración máxima de la tasa de crecimiento (APVC):  $APVC(\text{nivel}) = -7.999994 + [0.0036124 \times (\text{edad} \times \text{talla})]$ . Los valores obtenidos se interpretaron en -3APVC, -2APVC, -1APVC, 0APVC, 1APVC, 2APVC, 3APVC. Los valores negativos indican que se encuentran antes del APVC, el valor cero ("0") representa el momento exacto del APVC, y los valores positivos indican que se sitúan después del APVC. El porcentaje de grasa corporal (GP) se determinó con la ecuación de Slaughter et al. (1988):  $GP(\%) = 0.735 \times (\text{pliegue del tríceps} + \text{pliegue pierna medial}) + 1.0$ . La masa muscular esquelética (MME) se obtuvo utilizando la ecuación propuesta por Poortmans et al. (2005):  $MME(\text{kg}) = \text{altura} \times (0.0064 \times \text{circunferencia corregida del brazo}^2) + (0.0032 \times \text{circunferencia corregida del muslo}^2) + (0.0015 \times \text{circunferencia corregida de la pierna}^2) + (2.56 \times \text{sexo}) + (0.136 \times \text{edad})$ .

Para la prueba de sprint 5 m, el jugador debía posicionarse detrás de la línea de salida, adelantando un pie, y, al recibir la señal, debía correr la distancia indicada lo más rápido posible. Cada jugador realizó la prueba dos veces, registrándose el mejor tiempo obtenido. Se empleó un sistema de células fotoeléctricas (Witty, Microgate®, Bolzano, Italia) para medir el tiempo de la prueba. El coeficiente de correlación intraclase (ICC) para la confiabilidad test-retest fue de 0.98 (IC 95%=0.97-0.99).

### Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó utilizando el software estadístico SPSS IBM Corp. versión 17.0 (IBM®, Somers, NY, Estados Unidos). Se emplearon estadísticos descriptivos como la media, desviación estándar (DE), mediana, mínimo, máximo, primer y tercer cuartil para describir las variables. Se verificó la distribución normal de las variables mediante la prueba de Shapiro-Wilk. La relación entre las variables se estableció con el coeficiente de correlación de Pearson ( $p < 0.05$ ). Además, se realizó un análisis de regresión lineal simple, donde el  $R$ ,  $R^2$ , el error estándar de estimación (EEE) y el coeficiente no estandarizado beta ( $\beta$ ) se emplearon para el sprint 5 m como variable dependiente, junto con la talla, masa corporal, APVC, pliegues del tríceps, muslo anterior y pierna medial, MME y GC, como variables independientes. Para todos los casos, el nivel de significación fue  $p < 0.05$ .

### Resultados

La tabla 1 muestra la descripción de las variables del es-

tudio, expresadas en media, desviación estándar (DE), mediana, valor mínimo (Mín), valor máximo (Máx), primer (C25) y tercer cuartil (C75). Los participantes tenían una masa corporal medio de  $70.2 \pm 3.4$  kg. La talla promedio fue de  $171 \pm 2.7$  cm. El APVC tuvo un valor de  $1.3 \pm 0.3$ , lo que indica que la aceleración máxima del crecimiento ha ocurrido. En cuanto a las medidas antropométricas, se observaron valores medios de  $26.2 \pm 2$  cm para el perímetro del brazo,  $30.9 \pm 1.7$  cm para el perímetro del muslo y

$24.6 \pm 2.4$  cm para el perímetro de la pierna. Los pliegues cutáneos mostraron valores medios de  $10.6 \pm 1.8$  mm para el tríceps,  $13.7 \pm 1.8$  mm para el muslo anterior y  $9.5 \pm 1.6$  mm para la pierna medial. El porcentaje de grasa corporal fue de  $15.8 \pm 2.3\%$ , mientras que la masa muscular esquelética fue de  $17.8 \pm 1.7$  kg. En la prueba de sprint de 5 m, se registró un tiempo medio de  $1.3 \pm 0.2$  segundos. El entrenamiento semanal tuvo una duración media de  $25.6 \pm 4.8$  horas

Tabla 1.  
Caracterización descriptiva de la muestra

| Variables<br>(n=35)                   | Media | DE  | Mín  | C25  | Mediana | C75  | Máx. |
|---------------------------------------|-------|-----|------|------|---------|------|------|
| Edad (años)                           | 15    | 0.5 | 14.1 | 14.6 | 15.2    | 15.5 | 15.8 |
| Masa Corporal (kg)                    | 70.2  | 3.4 | 64   | 68   | 70      | 73   | 76   |
| Talla (cm)                            | 171   | 2.7 | 166  | 169  | 171     | 173  | 177  |
| APVC                                  | 1.3   | 0.3 | 0.8  | 1    | 1.3     | 1.5  | 1.8  |
| Perímetro Brazo (cm)                  | 26.2  | 2   | 20.1 | 24.6 | 26.4    | 27.6 | 28.9 |
| Perímetro Muslo (cm)                  | 30.9  | 1.7 | 27.9 | 29.6 | 30.6    | 32.6 | 34.8 |
| Perímetro Pierna (cm)                 | 24.6  | 2.4 | 20.8 | 22.9 | 24.6    | 26.2 | 30.2 |
| Pliegue tríceps (mm)                  | 10.6  | 1.8 | 6.5  | 9    | 10.5    | 12.4 | 13.2 |
| Pliegue muslo anterior (mm)           | 13.7  | 1.8 | 10   | 12.6 | 13.9    | 15.5 | 16.5 |
| Pliegue pierna medial (mm)            | 9.5   | 1.6 | 6.6  | 8.5  | 9       | 11   | 12.6 |
| ∑ pliegues tríceps-pierna medial (mm) | 33.8  | 4.5 | 24.5 | 30.5 | 33.8    | 38   | 40.2 |
| GC (%)                                | 15.8  | 2.3 | 11.7 | 13.9 | 15.3    | 18   | 19.3 |
| MME (kg)                              | 17.8  | 1.7 | 13.8 | 16.7 | 17.5    | 19   | 20.8 |
| Sprint 5 m (s)                        | 1.3   | 0.2 | 1.0  | 1.1  | 1.2     | 1.5  | 1.9  |
| Entrenamiento semanal (h)             | 25.6  | 4.8 | 15.0 | 20   | 25      | 30   | 30   |

Nota: APVC- Pico de aceleración de velocidad de crecimiento; MME - Masa muscular esquelética; GC - Porcentaje de grasa corporal.

Tabla 2.  
Relación entre el Sprint 5 m con indicadores antropométricos, pliegues cutáneos, composición corporal (GC y MME) y APVC.

| Variables<br>(n=35)                   | Sprint 5 m (s) |      |
|---------------------------------------|----------------|------|
|                                       | r              | p    |
| Masa Corporal (kg)                    | -0.07          | 0.69 |
| Talla (cm)                            | -0.08          | 0.66 |
| APVC                                  | -0.12          | 0.48 |
| MME (kg)                              | -0.14          | 0.41 |
| Pliegue tríceps (mm)                  | 0.19           | 0.28 |
| Pliegue muslo anterior (mm)           | 0.07           | 0.70 |
| Pliegue pierna medial (mm)            | 0.49**         | 0.02 |
| ∑ pliegues tríceps-pierna medial (mm) | 0.28           | 0.11 |
| GC (%)                                | 0.36*          | 0.04 |

\* la correlación es significativa en el nivel  $<0.05$  \*\* La correlación es significativa en el nivel  $<0.01$ . Nota: APVC- Pico de aceleración de velocidad de crecimiento; MME-Masa muscular esquelética; GC-Porcentaje de grasa corporal.

En la tabla 2 se muestran los resultados para la relación entre el Sprint 5 m y los indicadores antropométricos, composición corporal (GC y MME) y APVC. Se aprecia relación directa y positiva entre el Sprint 5 m con el pliegue pierna medial ( $r=0.49$ ;  $p<0.01$ ) y GC ( $r=0.36$ ;  $p<0.05$ ). Sin embargo, no se encontró una relación estadísticamente significativa entre el Sprint de 5 m con la masa corporal, talla,

APVC, MME, ∑ pliegues tríceps-pierna medial, pliegues del tríceps y muslo anterior ( $p>0.05$ ).

En la tabla 3 se exponen los resultados de la regresión lineal del Sprint 5 m con indicadores antropométricos, pliegues cutáneos, composición corporal (GC y MME) y APVC. Se observa que el Sprint 5 m se asocia con el pliegue pierna medial ( $R^2=24\%$ ). Un incremento en el pliegue de la pierna medial se traduce en un mayor tiempo en el Sprint de 5 m ( $\beta= 0.02$  s). De manera similar, se encontró una asociación entre el Sprint de 5 m y el GC ( $R^2 = 13\%$ ), donde un aumento en el GC resulta en un mayor tiempo en el Sprint 5 m ( $\beta = 0.04$  s). En cuanto a la masa corporal, talla, APVC, MME, ∑ pliegues tríceps-pierna medial, pliegues del tríceps y muslo anterior, se aprecia un poder explicativo bajo ( $R^2 = 1\%$  a  $8\%$ ). Estos hallazgos indican que el pliegue pierna medial y el GC son factores importantes por considerar en el rendimiento del Sprint 5 m, mientras que las demás variables estudiadas tienen una influencia limitada en esta prueba de velocidad.

Tabla 3.  
Regresión lineal de Sprint 5 m con indicadores antropométricos, pliegues cutáneos, composición corporal (GC y MME) y APVC.

| Variables<br>(n=35)                   | Sprint 5 m (s) |                |      |      | Coeficientes no estandarizados |        |
|---------------------------------------|----------------|----------------|------|------|--------------------------------|--------|
|                                       | R              | R <sup>2</sup> | EEE  | p    | Constante                      | β      |
| Masa Corporal (kg)                    | 0.07           | 0.01           | 0.24 | 0.68 | 1.61                           | -0.005 |
| Talla (cm)                            | 0.08           | 0.01           | 0.24 | 0.66 | 2.39                           | -0.007 |
| APVC                                  | 0.12           | 0.02           | 0.48 | 0.48 | 1.39                           | -0.1   |
| MME (kg)                              | 0.15           | 0.02           | 0.24 | 0.41 | 1.64                           | -0.02  |
| Pliegue tríceps (mm)                  | 0.19           | 0.04           | 0.23 | 0.28 | 1.01                           | 0.02   |
| Pliegue muslo anterior (mm)           | 0.07           | 0.01           | 0.24 | 0.70 | 1.14                           | 0.01   |
| Pliegue pierna medial (mm)            | 0.49           | 0.24           | 0.12 | 0.01 | 0.55                           | 0.08   |
| ∑ pliegues tríceps-pierna medial (mm) | 0.28           | 0.08           | 0.23 | 0.11 | 0.77                           | 0.02   |
| GC (%)                                | 0.36           | 0.13           | 0.09 | 0.03 | 0.67                           | 0.04   |

Nota: APVC- Pico de aceleración de velocidad de crecimiento; MME-Masa muscular esquelética; GC-Porcentaje de grasa corporal.

## Discusión

El objetivo del estudio fue analizar la relación entre el sprint 5 m con la composición corporal, maduración biológica e indicadores antropométricos en hombres jóvenes tenistas. Los resultados revelaron que el sprint 5 m se encuentra principalmente asociado con los indicadores de adiposidad, pliegue pierna medial y GC ( $R^2=24\%$  y  $13\%$ , respectivamente). Por otro lado, la masa corporal, talla, APVC, MME evidenciaron bajo poder explicativo y relación con el sprint 5 m ( $p>0.05$ ).

La capacidad de aceleración rápida en la prueba de sprint 5 m presentó una mejor relación con el pliegue pierna medial y GC. Además, estos indicadores proporcionaron un porcentaje mayor de explicación en relación con el sprint 5 m, adicionalmente se observó que niveles más altos en estos dos indicadores (pliegue pierna medial y GC), empeoran el tiempo en el sprint 5 m. Los resultados señalados son consistentes con estudios previos que han reportado que niveles altos de masa grasa afectan el desempeño en diferentes pruebas de rendimiento físico en jóvenes deportistas, debido a la sobrecarga que supone la grasa corporal (Kovacs, 2007a; Reilly et al., 2000; Unnithan et al., 2012). En este punto, se ha señalado que valores adecuados de adiposidad corporal se relacionan con un mejor desempeño deportivo, mayor rendimiento físico y prevención de lesiones en deportistas adolescentes (Malina & Geithner, 2011; Quiterio et al., 2009). El tejido graso se considera un peso adicional a transportar en los movimientos explosivos en distancias reducidas, lo anterior resulta particularmente importante, considerando que el sprint en distancias cortas, como el de 5 a 20 m ha sido señalado como un indicador importante en el rendimiento de jóvenes tenistas (Girard & Millet, 2009; Kramer et al., 2017; Munivrana et al., 2015), ya que les permite moverse rápidamente y posicionarse de manera efectiva en la cancha para golpear la pelota y dirigir el juego (Kramer et al., 2021).

Por su parte, la MME, tanto la masa corporal y la talla presentaron una baja relación y asociación con el sprint 5 m. Estos resultados coinciden con estudios previos (Luna-Villouta et al., 2023; Turner et al., 2022; Villouta et al., 2019) que han reportado una relación débil entre los indicadores antropométricos y de composición corporal con parámetros de rendimiento físico en jóvenes tenistas. Sin embargo, es importante mencionar que otras investigaciones han encontrado relaciones significativas entre estos indicadores antropométricos y el rendimiento en tenistas jóvenes (Baiget et al., 2023; Cruz et al., 2023; Parpa et al., 2023). Estas discrepancias, pueden atribuirse al estado de maduración, crecimiento físico, nivel de entrenamiento, herencia genética, hábitos nutricionales, entre otros factores (Lloyd et al., 2014; Malina et al., 2004). Las señaladas discordancias, resaltan la necesidad de continuar profundizando en el estudio de las variables que influyen el rendimiento físico en jóvenes deportistas, ya que los resultados entre diferentes

estudios son aún contradictorios, requiriéndose mayores evidencias al respecto.

Por otro lado, se encontró que el nivel de maduración biológica (APVC) tuvo un bajo poder explicativo en relación al sprint 5 m, lo que concuerda con otros estudios en tenistas masculinos de entre 14 y 16 años, donde no se encontró asociación ni relación significativa entre la madurez biológica e indicadores de rendimiento físico (Luna-Villouta et al., 2021; Ullbricht et al., 2015). No obstante, investigaciones recientes (Fernández-Fernández et al., 2023; Myburgh, Cumming, Silva, et al., 2016) han identificado asociaciones y relaciones directas entre la madurez biológica y el sprint de 5 a 20 m en hombres jóvenes tenistas, destacando mejores resultados en aquellos con madurez avanzada en comparación con los de maduración lenta o tardía. En este ámbito, se ha observado que la maduración somática parece influir con mayor intensidad en el rendimiento físico alrededor del APVC, es decir, entre los 13 y 14 años, con un efecto que comienza a disminuir a partir de los 15 a 16 años (Kramer, Huijgen, et al., 2016; Ullbricht et al., 2015). Complementariamente, se ha indicado que la maduración biológica está influenciada por una variedad de factores internos y externos, que pueden influir en el ritmo, velocidad e intensidad de su progreso, lo que también parece estar relacionado con la magnitud de sus efectos en la modificación de la composición corporal y el rendimiento físico de jóvenes deportistas (Georgopoulos et al., 2010; Lloyd et al., 2014; Malina et al., 2004). Estos hallazgos, junto con los resultados obtenidos en este estudio, resaltan la dificultad de extender los resultados de la población general de adolescentes hacia jóvenes deportistas de élite en un deporte específico, así como la limitación de extrapolar los resultados de una modalidad deportiva a diferentes deportes (Myburgh, Cumming, Silva, et al., 2016).

Sobre las implicancias prácticas del estudio, los resultados respaldan la implementación de controles periódicos de la masa grasa en jóvenes tenistas como un método beneficioso para mejorar el rendimiento deportivo, específicamente, por la relación entre menores niveles de adiposidad con un mejor desempeño en el sprint 5 m, y por el potencial efecto de lo anterior, en una mayor velocidad de movimiento en la cancha, otorgando así, una ventaja competitiva al tener más tiempo para preparar y seleccionar diferentes golpes (Kramer et al., 2021). De esta manera, se sugiere considerar a la adiposidad como un factor que puede entorpecer los desplazamientos veloces por la cancha, haciéndolos más lentos, por lo que, ante bajos rendimientos en este tipo de movimientos, su eventual reducción, por medio de ejercitaciones o ajustes nutricionales específicas, puede ayudar a mejorar el rendimiento.

El estudio presenta como limitaciones, su diseño transversal, que restringe los análisis efectuados tanto en la observación de las variables estudiadas como en el control de otros factores no incluidos en la investigación, como aspectos antropométricos (Índice de Masa corporal, Índice

cintura-cadera), de rendimiento físico y de composición corporal adicionales, ni el perfil de entrenamiento y rendimiento entre ellos. Además, el tamaño y selección no probabilística de la muestra evaluada, además de que todos eran hombres, puede limitar la generalización de los resultados a otros jóvenes tenistas o deportistas. Sin embargo, la investigación destaca por abordar un área poco explorada en jóvenes tenistas, junto con el uso de procedimientos y pruebas rápidas y fiables, permitiendo su sencilla reproducción y aplicación práctica.

## Conclusiones

Los hallazgos de este estudio indican que existe asociación entre el sprint 5 m y los indicadores de adiposidad, principalmente con el pliegue pierna medial y GC. Por el contrario, la talla, masa corporal, el APVC y la MME evidenciaron una baja asociación con el sprint 5 m. Estos resultados sugieren que los jóvenes tenistas que mantienen adecuados niveles de masa grasa pueden experimentar una mejora en su capacidad de aceleración rápida, lo cual puede beneficiar su rendimiento deportivo, ya que reducen sus tiempos en el sprint 5 m. En consecuencia, se destaca la importancia de controlar y mantener niveles apropiados de adiposidad en estos deportistas. No obstante, es necesario realizar más investigaciones para confirmar y ampliar estos hallazgos. Se recomienda que futuros estudios incluyan muestras más diversas y consideren otros factores que puedan influir en el rendimiento físico de los jóvenes tenistas.

## 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). <https://doi.org/10.5114/biolsport.2023.112095>
- Chapelle, L., Pion, J., Clarys, P., Rommers, N., & D'Hondt, E. (2022). Anthropometric and physical performance determinants of young tennis players progressing through a talent identification and development programme. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 174795412211158. <https://doi.org/10.1177/17479541221115855>
- Cruz, W. R., Parra, J. E., Samudio, L. V., Trujillo, D. R., & Celis-Moreno, M. (2023). Rendimiento neuromuscular en niños tenistas de diferentes niveles de práctica: recreativos vs competitivos. *Retos*, 49, 9–16. <https://doi.org/10.47197/retos.v49.97594>
- Dawson, B. (2012). Repeated-sprint ability: Where are we? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7(3), 285–289. <https://doi.org/10.1123/ijspp.7.3.285>
- Durán, Á., Martínez-Gallego, R., & Gimeno, M. (2022). Diferencias de género en la aproximación al cambio de dirección en tenistas profesionales. *Retos*, 43, 938–943. <https://doi.org/10.47197/retos.v43i0.88803>
- Fernández-Fernández, J., Canós-Portalés, J., Martínez-Gallego, R., Corbi, F., & Baiget, E. (2023). Effects of Maturation on Lower-Body Neuromuscular Performance in Youth Tennis Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 37(1), 167. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004187>
- Fernández-Fernández, J., Sanz-Rivas, D., Kovacs, M. S., & Moya, M. (2015). In-season effect of a combined repeated sprint and explosive strength training program on elite junior tennis players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(2), 351–357. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000759>
- Fernández-Fernández, 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). <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181ada1cb>
- Fernández-Galván, L. M., Prieto-González, P., Sánchez-Infante, J., Jiménez-Reyes, P., & Casado, A. (2022). The Post-Activation Potentiation Effects on Sprinting Abilities in Junior Tennis Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(4), 2080. <https://doi.org/10.3390/ijerph19042080>
- 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), 948–954. <https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1192690>
- Georgopoulos, N. A., Roupas, N. D., Theodoropoulou, A., Tsekouras, A., Vagenakis, A. G., & Markou, K. B. (2010). The influence of intensive physical training on growth and pubertal development in athletes. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1205, 39–44. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05677.x>
- Girard, O., & Millet, G. P. (2009). Physical Determinants of Tennis Performance in Competitive Teenage Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6). <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b3df89>
- Hernández-Davó, J. L., Loturco, I., Pereira, L. A., Cesari, R., Pratdesaba, J., Madruga-Parera, M., Sanz-Rivas, D., & Fernández-Fernández, J. (2021). Relationship between Sprint, Change of Direction, Jump, and Hexagon Test Performance in Young Tennis Players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 20(2). <https://doi.org/10.52082/jssm.2021.197>
- Karnia, M., Garsztko, T., Rynkiewicz, M., Rynkiewicz, T., Zurek, P., Łuszczuk, M., Śledziewska, 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). <https://doi.org/10.2478/v10131-0011-z>
- Kovacs, M. S. (2006). Applied physiology of tennis performance. *British Journal of Sports Medicine*, 40(5). <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.023309>
- Kovacs, M. S. (2007a). Tennis Physiology: Training the Competitive Athlete. *Sports Medicine*, 37(3).

- <https://doi.org/10.2165/00007256-200737030-00001>
- Kovacs, M. S. (2007b). Tennis physiology: Training the competitive athlete. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 37(3). <https://doi.org/10.2165/00007256-200737030-00001>
- Kovalchik, S. A., & Reid, M. (2017). Comparing Match-play Characteristics and Physical Demands of Junior and Professional Tennis Athletes in the Era of Big Data. *Journal of Sports Science & Medicine*, 16(4). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29238248/>
- Kramer, T., Huijgen, B. C. H., Elferink-Gemser, M. T., & Visscher, C. (2016). A Longitudinal Study of Physical Fitness in Elite Junior Tennis Players. *Pediatric Exercise Science*, 28(4). <https://doi.org/10.1123/pes.2016-0022>
- Kramer, T., Huijgen, B. C. H., Elferink-Gemser, M. T., & Visscher, C. (2017). Prediction of Tennis Performance in Junior Elite Tennis Players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 16(1). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5358024/>
- Kramer, T., Valente-Dos-Santos, J., Coelho-E-Silva, M. J., Malina, R. M., Huijgen, B. C. H., Smith, J., Elferink-Gemser, M. T., & Visscher, C. (2016). Modeling Longitudinal Changes in 5 m Sprinting Performance Among Young Male Tennis Players <sup>/>. *Perceptual and Motor Skills*, 122(1). <https://doi.org/10.1177/0031512516628367>
- Kramer, T., Valente-Dos-Santos, J., Visscher, C., Coelho-e-Silva, M., Huijgen, B. C. H., & Elferink-Gemser, M. T. (2021). Longitudinal development of 5m sprint performance in young female tennis players. *Journal of Sports Sciences*, 39(3). <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1816313>
- 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>
- Li, Y. & Wang, J. (2023). Measurement index system of specific physical training for tennis athletes. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 29, e2022\_0668. [https://doi.org/10.1590/1517-8692202329012022\\_0668](https://doi.org/10.1590/1517-8692202329012022_0668)
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Faigenbaum, A. D., Myer, G. D., & De Ste Croix, M. B. A. (2014). Chronological age vs. biological maturation: Implications for exercise programming in youth. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(5). <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000391>
- Luna-Villouta, P., Flores-Rivera, C., Paredes-Arias, M., Gómez, J. V., Matus-Castillo, C., Hernández-Mosqueira, C., Herмосilla, 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. *Retos*, 49, 70-77. <https://doi.org/10.47197/retos.v49.98081>
- 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). <https://doi.org/10.3390/ijerph182010893>
- Luna-Villouta, P., Paredes-Arias, M., Flores-Rivera, C., Hernández-Mosqueira, C., Vásquez-Gómez, J., Matus-Castillo, C., Zapata-Lamana, R., Faúndez-Casanova, C., Jofré Herмосilla, N., Villar-Cavieres, N., & Vargas-Vitoria, R. (2023). Effects of a Six-Week International Tour on the Physical Performance and Body Composition of Young Chilean Tennis Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2). <https://doi.org/10.3390/ijerph20021455>
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity* (2nd ed). Human Kinetics.
- Malina, R. M., & Geithner, C. A. (2011). Body Composition of Young Athletes. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 5(3). <https://doi.org/10.1177/1559827610392493>
- Marfell-Jones, M. J., Stewart, A. D., & de Ridder, J. H. (2012). *International standards for anthropometric assessment*. <https://repository.openpolytechnic.ac.nz/handle/11072/1510>
- Martin, D. (2004). *Metodología general del entrenamiento infantil y juvenil*. Paidotribo.
- 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), 1755-1764. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000588>
- Munivrana, G., Filipčić, A., & Filipčić, T. (2015). Relationship of Speed, Agility, Neuromuscular Power, and Selected Anthropometrical Variables and Performance Results of Male and Female Junior Tennis Players. *Collegium Antropologicum*, 39 Suppl 1, 109-116. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26434018/>
- Myburgh, G. K., Cumming, S. P., Coelho E Silva, M., Cooke, K., & Malina, R. M. (2016). Growth and maturity status of elite British junior tennis players. *Journal of Sports Sciences*, 34(20), 1957-1964. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1149213>
- 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>
- Parpa, K., Michaelides, M., Petrov, D., Kyrillou, C., & Paludo, A. C. (2023). Relationship between Physical Performance, Anthropometric Measurements and

- Stroke Velocity in Youth Tennis Players. *Sports*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/sports11010007>
- Poortmans, J., Boisseau, N., Moraine, J.-J., Moreno-Reyes, R., & Goldman, S. (2005). Estimation of Total-Body Skeletal Muscle Mass in Children and Adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(2), 2. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000152804.93039.CE>
- 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). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19188896/>
- Reilly, T., Williams, A. M., Nevill, A., & Franks, A. (2000). A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9). <https://doi.org/10.1080/02640410050120078>
- 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. *Retos*, 44, 534-541. <https://doi.org/10.47197/retos.v44i0.90583>
- Salonikidis, K., & Zafeiridis, A. (2008). The effects of plyometric, tennis-drills, and combined training on reaction, lateral and linear speed, power, and strength in novice tennis players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(1), 182-191. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31815f57ad>
- 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), 5. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3224965/>
- Suárez Rodríguez, D., & Valle Soto, M. del. (2018). El entrenamiento intermitente específico de alta intensidad en la preparación del jugador de tenis. *Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, 35(6), 402-408. <http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulo/es/129/2001/1613/>
- Turner, M., Russell, A., Turner, K., Beranek, P., Joyce, C., McIntyre, F., & Cruickshank, T. (2022). The association between junior tennis players' physical and cognitive attributes and groundstroke performance. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 17479541221106824. <https://doi.org/10.1177/17479541221106824>
- Ulbricht, A., Fernandez-Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., & Ferrauti, A. (2015). The Relative Age Effect and Physical Fitness Characteristics in German Male Tennis Players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 14(3). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26336351/>
- 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). <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001267>
- Unnithan, V., White, J., Georgiou, A., Iga, J., & Drust, B. (2012). Talent identification in youth soccer. *Journal of Sports Sciences*, 30(15). <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.731515>
- Villouta, P. L., Sánchez, C. M., Gallardo, M. R., Salazar, C. M., & Vitoria, R. V. (2019). Relación entre la Agilidad respecto de Variables Antropométricas en niños pertenecientes a una Escuela de tenis privada de la provincia de Concepción. *Retos*, 36, 278-282. <https://doi.org/10.47197/retos.v36i36.68292>
- World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *JAMA*, 310(20), 2191-2194. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>