

Rendimiento neuromuscular en niños tenistas de diferentes niveles de práctica: recreativos vs competitivos

Neuromuscular performance in pre-pubertal tennis players of different levels of practice: recreational vs. Competitive

Wendy R. Cruz, Juan E. Parra, Laura V. Samudio, David R. Trujillo, Jorge M. Celis-Moreno
Universidad Santo Tomás (Bogotá)

Resumen. El tenis es un deporte que depende del rendimiento neuromuscular para tener un mejor desempeño, independientemente del nivel de práctica. El objetivo de este estudio fue describir la asociación entre variables antropométricas y rendimiento neuromuscular en niños tenistas ($n=36$) pre-púberes, en un rango de edad de (10.15-12.77) años, además de compararlos según el nivel de práctica. Los participantes fueron divididos en dos grupos, el primero fue denominado "competitivos", con ranking nacional ($n=18$) edad ($11.66 \pm .72$) y el segundo denominado "recreativos" sin ranking nacional ($n=18$) edad ($11.52 \pm .82$). Se realizó una antropometría básica incluyendo estatura, peso y masa grasa, además se ejecutaron pruebas de CMJ, lanzamientos de balón medicinal de 2kg con tres técnicas diferentes (derecha, revés y por encima de la cabeza), y velocidades de 10m y 20m. En la comparación de grupos se encontraron diferencias ($p \leq 0.01$) en la masa grasa, CMJ y la prueba de 20m, y ($p \leq 0.05$) en los lanzamientos de balón medicinal y 10m. La estatura y el CMJ se asociaron a las otras variables evaluadas y los jugadores de nivel competitivo tuvieron mejores atributos antropométricos y neuromusculares que sus contemporáneos de nivel recreativo, tal vez por adaptaciones en edades pre-púberes al tiempo dedicado a la práctica, y a la exigencia competitiva.

Palabras clave: Tenis, deporte infanto-juvenil, potencia, velocidad.

Abstract. Tennis is a sport that depends on neuromuscular performance during the game, regardless of the level of practice. This study aimed to describe the association between anthropometric and neuromuscular performance in pre-pubertal children tennis players ($n=36$) aged (10.15-12.77) years and compare them according to the level of practice. The participants were divided into two groups; the first was called "competitive," with a national ranking ($n=18$) aged ($11.66 \pm .72$), and the second called "recreational" non-ranked in the national system ($n=18$) aged ($11.52 \pm .82$). Basic anthropometry, including height, weight, and fat mass, was performed, as well as CMJ tests, 2kg medicine ball throws with three different techniques (forehand, backhand, and overhead), and 10m and 20m distance speeds. The comparison by groups *t-student test* found differences of ($p \leq 0.01$) in fat mass, CMJ, and the 20m test, and ($p \leq 0.05$) in the medicine ball throw and 10m. The height and CMJ variables were strongly associated with the other variables evaluated and competitive-level players had fitter anthropometric and neuromuscular attributes than their recreational-level contemporaries, perhaps due to adaptations in pre-pubertal ages to the time dedicated to the practice and the competitive demand.

Keywords: Tennis, youth sports, power, speed.

Fecha recepción: 17-12-22. Fecha de aceptación: 28-03-23

Jorge M. Celis-Moreno
jorgecelism@usta.edu.co

Introducción

El tenis de campo ha demostrado ser un deporte de gran disfrute tanto en la práctica competitiva como en la recreativa, de acuerdo con el reporte global de la Federación Internacional de Tenis (2021), cerca de 87 millones de personas lo practican. Desde un enfoque netamente físico, en el tenis predominan los movimientos repetitivos, con múltiples arranques y frenadas (Fernandez-Fernandez et al., 2006; Kovacs, 2007), implicando rendimiento neuromuscular en velocidades lineales de recorrido corto, y en potencia de miembros superiores e inferiores (Fernandez-Fernandez et al., 2006, 2014; Munivrana et al., 2015; Ulbricht et al., 2016), que a su vez son elementos fundamentales para el cambio de dirección (Vuong et al., 2022). También implica la utilización un sistema energético mixto, de momentos anaeróbicos y aeróbicos (Fernandez-Fernandez et al., 2014) debido a que los puntos de un partido tienen una duración de dos a cinco segundos con un máximo de 10 segundos en máxima intensidad, lo que implica esfuerzos anaeróbicos (Fernandez-Fernandez et al., 2006; Kovacs, 2007); aumentando el tiempo promedio del punto cuando disminuye la intensidad, de acuerdo a la superficie del juego (Pluim et al., 2023) y con una dinámica de descansos de 10 a 20 segundos

entre puntos (máximo 25" por reglamento) y de 60 a 90 segundos entre juegos (máximo 90" por reglamento), donde la capacidad aeróbica juega un papel fundamental para la recuperación del jugador, (Fernandez-Fernandez et al., 2014; Kovacs, 2006) siendo posible que un partido profesional masculino pueda durar entre una y cinco horas al mejor de tres sets (Fernandez-Fernandez et al., 2006; Kovacs, 2007).

Según Torres-Luque et al. (2011) y Gallo-Salazar et al. (2019), la estructura temporal de juego y las necesidades físicas de los niños tenistas son muy parecidas a la de los tenistas adultos, pero con diferencias en la intensidad y la potencia (Kovacs, 2006; Gomes et al., 2016; Kovalchik & Reid, 2017). Evaluar la antropometría y las capacidades físicas en los niños permite identificar cambios importantes en el rendimiento de su juego (Sánchez-Alcaraz et al., 2018), ya se ha demostrado que la fuerza del hombro genera cambios en velocidad de la pelota y en los índices de golpe (Girard & Millet, 2009; Kramer et al., 2016; Lambrich & Muehlbauer, 2022), como también se ha encontrado la relación de la potencia en miembros inferiores y la prueba de velocidad de 20m, ambas pruebas son predictoras del rendimiento de un tenista y aportan a la identificación de talentos (Munivrana et al., 2015;

Ullbricht et al., 2016). Los protocolos de salto, lanzamientos y velocidades en distancias cortas son altamente usados en la actualidad (Sanz et al., 2012; Fernandez-Fernandez et al., 2014; Vuong et al., 2022).

Por otra parte, el tenis se practica en diferentes superficies y con diferentes tipos de pelotas, impactando el rendimiento de los jugadores (Miller, 2006; Fernandez-Fernandez et al., 2006; Pluim et al., 2023) y su sistema de puntuación consigue poner al jugador en situaciones de tensión fisiológica generando algunos cambios representados en la rapidez y la potencia (Colomar et al., 2020, 2021), por tanto, tenista con mejor rendimiento neuromuscular podrá desempeñarse de manera más adecuada durante el juego, independientemente si es de nivel competitivo o recreativo.

Teniendo en cuenta el nivel de práctica de los jugadores, en adultos, Fernández-Fernández et al. (2009) explica que los jugadores nivel avanzado tienen una exigencia física más alta en comparación con jugadores de nivel recreativo; sin embargo, en jugadores juveniles sub 14 y sub 16 (de competencia nacional), la condición física de los jugadores parece estar más relacionado con el estado de maduración biológica que con la posición del ranking (Kramer et al., 2016; Myburgh et al., 2016); siendo mucho menos indagado sobre las diferencias por niveles de práctica en etapas pre-pubertarias (Bencke et al., 2002). De acuerdo a los antecedentes mencionados, el objetivo de este estudio fue describir la asociación entre variables antropométricas y rendimiento neuromuscular en niños tenistas pre-púberes, por medio de las pruebas de salto en contra movimiento (CMJ), lanzamiento de balón medicinal (LBM), y velocidad lineal de 10m-20m, además de comparar dos niveles de práctica diferentes: competitivos y recreativos.

Metodología

Participantes

Los participantes de este estudio fueron 36 niños tenistas entre (10.15-12.77) años de edad, quienes participaron en protocolos antropométricos y físicos relacionados con el rendimiento neuromuscular. Los participantes fueron divididos en dos grupos; el primero denominado “competitivos” (n= 18) compuesto por niños pertenecientes al *ranking* sub-12 nacional de la Federación Colombiana de Tenis (FCT), quienes entrenan todos los días y suelen competir en torneos oficiales por puntos para el sistema nacional junior colombiano, acumulando 12-15h semanales de entrenamiento incluidas 2-3h de preparación física; el jugador de mejor *ranking era* # 8 y el peor # 250, entre 367 participantes de esta categoría. El segundo grupo denominado “recreativos” (n= 18), compuesto por niños no pertenecientes al ranking de FCT, pero practicantes del tenis de dos a tres veces por semana de una manera recreativa, acumulando de 4-6h semanales de práctica.

Consideraciones éticas

Para esta investigación se consiguió la autorización de

los padres a través de un consentimiento informado, con el fin de brindar información acerca de las generalidades del estudio, las pruebas a realizar, el tratamiento de información y los fines de la investigación, acorde a los principios éticos establecidos en la declaración de Helsinki. También se tuvo autorización de la Federación Colombiana de Tenis y la aprobación del Comité de Ética de la Universidad Santo Tomas N°001 del 2020.

Procedimiento

La información se registró en una ficha de resultados previamente organizada, donde se incluyó la edad cronológica obtenida a través de un cálculo realizado entre la fecha de nacimiento y la fecha de la realización de las pruebas; la antropometría incluyó estatura, (tallímetro portátil SECA 213) peso (báscula de piso móvil SECA 874), y los pliegues cutáneos de tríceps y subescapular (adipómetro Harpenden Profesional Calipers Model: SFC-1000), este proceso fue ejecutado por un mismo antropometrista siguiendo el manual de estandarización de (Lohman et al., 1988). El porcentaje de masa grasa fue calculado según las ecuaciones de regresión propuestas por (Slaughter et al., 1988).

Una vez se realizó la evaluación antropométrica, los tenistas participaron de un calentamiento dirigido y estandarizado durante 15 minutos, el cual constaba de movilidad articular, carreras a diferentes intensidades, saltos y estiramientos dinámicos. Después del calentamiento, los niños se dirigieron a un circuito de cuatro pruebas físicas que incluyó potencia en miembros superiores e inferiores y velocidades en distancias cortas, realizando una explicación detallada y familiarización con un intento de cada prueba antes de las ejecuciones evaluadas, pasando por el circuito en el mismo orden:

- La prueba de salto en contra-movimiento (CMJ) es un test que sirve para evaluar la potencia en miembros inferiores, se utilizó una plataforma Axon Jump S (Argentina), cada participante tuvo dos oportunidades, previamente se les informó la forma correcta de realizarlo, con las manos ubicadas en la cintura, y con los miembros inferiores proyectados verticalmente, sin enviarlos hacia atrás o hacia adelante, y se les explico los posibles errores como el movimiento de los pies en el aterrizaje o soltar las manos durante la ejecución, el tiempo de descanso entre el primer y segundo intento fue de 40 segundos.
- El lanzamiento de balón medicinal (LBM) es una prueba que sirve para evaluar la potencia en miembros superiores, y consistió en realizar tres tipos de lanzamientos, se usó un balón de rebote Sportifitness de 2Kg; el primero fue por encima de la cabeza (servicio); el segundo, por derecha (técnica de *drive*); y el tercero por izquierda (técnica de *revés*), tal como se describen y han sido recomendados en otros estudios (Fernandez-Fernandez et al., 2014; Ullbricht et al., 2016; Myburgh et al., 2016); todos se ejecutaron lanzando de forma vigorosa el balón hacia adelante, cada

técnica contó con tres intentos, con un tiempo de descanso de 30 segundos entre cada intento, los participantes se ubicaron detrás de una línea previamente demarcada realizando una leve flexión de rodilla y ejecutando los lanzamientos, a un costado, en línea recta se ubicó un decámetro Komelon 30 metros fibra de vidrio (UTH: 43500190) para medir la distancia, la cual se tuvo en cuenta desde la línea trazada hasta el aterrizaje del balón; se repitieron los lanzamientos que tuvieron errores como pasar la línea trazada para la prueba o lanzar el balón en dirección al suelo.

- Velocidades de 10 y 20 metros: Es una prueba que sirve para evaluar la velocidad lineal en distancia corta, se delimitaron dos distancias con un punto de partida y otro de llegada, de 10 metros, y otra de 20 metros, cada participante tuvo dos oportunidades, la posición de salida fue alta y sin impulso, desde una línea demarcada a 30 cm atrás de las fotoceldas de salida (Microgate Polifemo-radio Versión 2.0 (Italia).

Análisis estadístico:

Los datos recolectados se analizaron en SPSS versión 27.0 V MAC; los resultados obtenidos fueron expresados como mínimo, máximo, promedio \pm , desviación estándar SD; para determinar la normalidad de las variables se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk. También se determinaron las correlaciones existentes entre las variables a través del coeficiente de Pearson. Para finalizar, se realizó una comparación de medias con la prueba *t students* según el grupo al que pertenecen “competitivos” y “recreativos”, expresando los datos en promedio \pm y desviación estándar SD, diferencia - (%), nivel de significancia *p*, además del cálculo de tamaño del efecto (Cohen, 1988) interpretado cualitativamente siguiendo el parámetro de (Hopkins et al. 2009): $d < .2$ (mínimo), $.2 \leq d < .6$ (Pequeño), $.6 \leq d < 1.2$ (moderado), $1.2 \leq d < 2.0$ (grande), $2.0 \leq d < 4.0$ (muy grande) and $d \geq 4.0$ (casi perfecto).

Tabla 2
Correlaciones de Pearson entre las variables para el total de la población (n=36)

| Variables | Estatura | Peso | Masa Grasa | LBMD | LBMR | LBMS | LBM Sum. T | CMJ | 10 m | 20 m |
|------------|----------|--------|------------|--------|--------|--------|------------|---------|---------|---------|
| Estatura | X | .693** | -.136 | .580** | .572** | .595** | .607** | .301 | -.378* | -.438** |
| Peso | | X | .399* | .475** | .376* | .447** | .449** | -.085 | -.047 | -.018 |
| Masa Grasa | | | X | -.154 | -.295 | -.226 | -.238 | -.478** | .463** | .621** |
| LBMD | | | | X | .934** | .837** | .969** | .420* | -.433** | -.553** |
| LBMR | | | | | X | .837** | .972** | .384* | -.442** | -.556** |
| LBMS | | | | | | X | .924** | .335* | -.548** | -.611** |
| LBM Sum. T | | | | | | | X | .399* | -.491** | -.597** |
| CMJ | | | | | | | | X | -.469** | -.649** |
| 10m | | | | | | | | | X | .744** |
| 20m | | | | | | | | | | X |

** $p \leq .01$

* $p \leq .05$

LBMD= Lanzamiento de Balón Medicinal Derecha

LBMR= Lanzamiento de Balón Medicinal Revés

LBMS= Lanzamiento de Balón Medicinal Servicio

LBM Sum T= Lanzamiento de Balón Medicinal Sumatoria Total.

En la **tabla 3** se encuentra la estadística descriptiva por grupos y comparación de promedios entre ambos grupos

Resultados

En la tabla 1 se presenta la estadística descriptiva para el total de los jugadores (n=36), de las variables de edad cronológica, estatura, peso, masa grasa, LBMD, LBMR, LBMS, LBM SumT, CMJ, velocidad lineal de 10 metros y 20 metros.

Tabla 1
Estadística descriptiva para el total de la muestra (n=36)

| Variable | Min. | Max. | $\bar{x} \pm SD$ | Shapiro-Wilk (s-w) valor | p |
|-------------------------|-------|-------|-------------------|--------------------------|------|
| Edad Cronológica (Años) | 10.15 | 12.77 | 11.59 \pm .76 | .119 | .200 |
| Estatura (cm) | 132.0 | 165.0 | 142.42 \pm 7.85 | .123 | .189 |
| Peso (kg) | 28.9 | 58.3 | 40.66 \pm 7.42 | .125 | .173 |
| Masa grasa (%) | 12.59 | 29.27 | 20.39 \pm 4.59 | .109 | .200 |
| LBMD (m) | 4.24 | 9.10 | 6.18 \pm 1.18 | .126 | .157 |
| LBMR (m) | 3.99 | 9.60 | 5.90 \pm 1.32 | .143 | .062 |
| LBMS (m) | 2.85 | 7.27 | 4.52 \pm 1.03 | .100 | .200 |
| LBM Sum. T (m) | 11.08 | 25.97 | 16.61 \pm 3.38 | .134 | .100 |
| CMJ (cm) | 15.9 | 31.1 | 24.18 \pm 3.70 | .112 | .200 |
| 10 metros (s) | 1.69 | 2.52 | 2.15 \pm .16 | .121 | .200 |
| 20 metros (s) | 3.30 | 4.41 | 3.81 \pm .30 | .962 | .243 |

LBMD= Lanzamiento de Balón Medicinal Derecha

LBMR= Lanzamiento de Balón Medicinal Revés

LBMS= Lanzamiento de Balón Medicinal Servicio

LBM Sum.T= Lanzamiento de Balón Medicinal Sumatoria Total.

En la tabla 2 se encuentra la tabla de correlaciones cruzadas de Pearson para las todas las variables, donde se evidencia que la estatura fue la variable que más se correlacionó, presentando significancias con las otras variables, a excepción de la masa grasa y el CMJ. El peso tuvo asociación con la masa grasa y los lanzamientos; conseguir un mejor alcance del lanzamiento del balón de 2kg con cualquier técnica implicó conseguir mejor alcance con las otras técnicas también, ya que se correlacionaron todos los lanzamientos. La masa grasa afectó negativamente los resultados de las pruebas de miembros inferiores, pero no los superiores. Por su parte, el CMJ tuvo valor significativo con las dos distancias de velocidad (10m y 20m) además de los diferentes lanzamientos; finalmente, el resultado de las dos pruebas de velocidad se correlacionó entre sí.

de tenistas (competitivos vs recreativos) según la prueba *t-students* y tamaño del efecto. La edad cronológica evidencia

que el grupo competitivo tiene una edad de 0.14 años mayor que el grupo recreativo denominada una diferencia (mínima), también una estatura superior de (1.6%), en

cuanto peso fueron más ligeros por (4.5%) y con un porcentaje de diferencia grasa menor de (22.5%).

Tabla 3.

Estadística descriptiva y comparación de promedios entre tenistas competitivos y tenistas recreativo

| Variable | Competitivos (n=18) | Recreativos (n=18) | Diferencia - (%) | p | Tamaño del efecto | |
|-------------------------|---------------------|--------------------|------------------|---------|-------------------|-------------|
| | $\bar{x} \pm SD$ | $\bar{x} \pm SD$ | | | d | Cualitativo |
| Edad Cronológica (Años) | 11.66 ± .72 | 11.52 ± .82 | .14 (.1) | .590 | .187 | Mínimo |
| Estatura (cm) | 148.61 ± 7.93 | 146.23 ± 7.81 | 2.38 (1.6) | .371 | .311 | Pequeño |
| Peso (kg) | 39.71 ± 7.15 | 41.60 ± 7.76 | - 1.89 (4.5) | .454 | .261 | Pequeño |
| Masa grasa (%) | 17.79 ± 3.08 | 22.98 ± 4.43 | - 5.19 (22.5) | .001 ** | 1.400 | Grande |
| LBMD (m) | 6.63 ± 1.17 | 5.72 ± 1.04 | .91 (13.7) | .020* | .846 | Moderado |
| LBMR (m) | 6.43 ± 1.42 | 5.38 ± .99 | 1.05 (16.3) | .015* | .883 | Moderado |
| LBMS (m) | 4.89 ± 1.03 | 4.16 ± .91 | .73 (14.9) | .032* | .773 | Moderado |
| LBM Sum. T (m) | 17.95 ± 3.42 | 15.27 ± 2.84 | 2.68 (14.9) | .015* | .877 | Moderado |
| CMJ (cm) | 26.41 ± 2.76 | 21.95 ± 3.16 | 4.46 (16.8) | .001 ** | 1.547 | Grande |
| 10 metros (s) | 2.08 ± .13 | 2.23 ± .15 | -.15 (6.7) | .002** | 1.100 | Moderado |
| 20 metros (s) | 3.62 ± .21 | 4.00 ± .27 | -.38 (9.5) | .001 ** | 1.617 | Grande |

LBMD= Lanzamiento de Balón Medicinal Derecha

LBMR= Lanzamiento de Balón Medicinal Revé

LBMS= Lanzamiento de Balón Medicinal Servicio

LBM Sum. T= Lanzamiento de Balón Medicinal Sumatoria Total

Se encontraron diferencias de $p \leq 0.01$ en las variables de masa grasa, CMJ y 20 metros, denominada (grande) también se hallaron valores de $p \leq 0.05$ en las variables de LBMD, LBMR, LBMS, LBMSum T y 10 metros, denominadas (moderadas).

Discusión

Luego de evaluar la antropometría y el rendimiento neuromuscular de niños tenistas con las pruebas de salto, lanzamientos y velocidad lineal, se ha encontrado que los niños del grupo competitivo obtuvieron valores superiores y estadísticamente significativos al ser comparados con el grupo recreativo en el total de las pruebas, en concordancia con otros estudios que tuvieron en cuenta el nivel de práctica (Roetert et al., 1996; Kramer et al., 2016); fue más acentuado en las pruebas de velocidad de 20m ($d=1.617$) y CMJ ($d=1.547$). Estas diferencias podrían estar determinadas por la cantidad de entrenamiento y exigencia de la competencia; como también lo describe Bencke et al. (2002) en un estudio que incluyó 185 niños y niñas cercanos a los 11 años con pruebas de potencia anaeróbica en campo y laboratorio divididos por nivel de juego en elite y no elite en los deportes de natación, balonmano, gimnasia y tenis.

La estatura fue el indicador antropométrico con más asociaciones a las otras pruebas realizadas, en primera medida con el peso, que hace parte del proceso normal de crecimiento durante en estas edades (Malina et al., 2004) así como con los lanzamientos de balón y la velocidad lineal en 10m y 20m. En edades adultas la antropometría puede hacer la diferencia de los resultados según el nivel de juego en deportes de raqueta (Marín et al, 2021). Los jugadores más pesados también tuvieron más masa grasa y mejor rendimiento en los lanzamientos del balón de 2kg. Por otra parte, los jugadores más potentes en salto también lo fueron en los lanzamientos y con una correlación a las pruebas de velocidad de 10m y 20m.

En relación a la potencia de miembros inferiores evaluada con la prueba de CMJ, el grupo competitivo tuvo valores de 26.41 ± 2.76 cm, siendo superiores a los de sus contemporáneos del grupo recreativo 21.95 ± 3.16 cm. Sin embargo, comparando los valores de los jugadores de competencia colombianos con otros estudios; Ulbricht et al. (2015) 28.5-30.5cm en jugadores junior del ranking alemán menores de 12 años; donde los jugadores también fueron clasificados por mes de nacimiento y teniendo en cuenta el nivel de juego en una comparación entre jugadores de nivel nacional vs nivel regional. En otro estudio, 27 jugadores elite ingleses de 11.2 años saltaron en promedio 39.0cm (Myburgh et al., 2016), así como jugadores holandeses saltaron 30.6cm en una muestra de 12,5 años de promedio de edad (Kramer et al., 2016); en la comparación por nivel de juego, según Fernandez-Fernandez et al. (2016, 2018) es probable que los tenistas competitivos generen adaptaciones neuromusculares mejorando la sincronización de los segmentos corporales y favoreciendo el resultado en el CMJ; prueba que por sí, es considerada como uno de los mejores predictores relacionados con el rendimiento del tenista (Ulbricht et al., 2016; Kramer et al., 2017); además de asociarse a un indicador de vital importancia para la salud ósea de los jugadores, como lo explican Luna et al. (2022) después de ejecutar análisis DXA en tenistas chilenos y determinando la densidad mineral ósea DMO a partir de la ecuación de regresión propuesta por (Gómez-Campos et al., 2017).

Por otra parte, la velocidad en distancias cortas está altamente asociada con el nivel de juego del deportista (Munivvra et al., 2015; Ulbricht et al., 2016). Los valores reportados en pruebas de 20m por Ulbricht et al. (2015) en tenistas junior de edades similares varían entre 3.52 ± 0.12 s y 3.60 ± 0.15 s según el mes de nacimiento; Myburgh et al. (2016) reportó 3.59 ± 0.93 s siendo levemente mejores resultados que los encontrados en el grupo competitivo de este trabajo (3.62 ± 0.21 s) y notablemente con el grupo recreativo (4.00 ± 0.27 s). En cuanto a los

10m el grupo competitivo tuvo un rendimiento de 2.08 ± 0.13 s, similar al reportado en tenistas ingleses (Myburgh et al., 2016) de 2.06 ± 0.10 s y en este caso superando al encontrado al grupo recreativo 2.23 ± 0.15 s; sin embargo, la velocidad de 10m suele realizarse por debajo de los 2.00s (Kramer et al., 2017; Fernandez-Fernandez et al., 2018). La velocidad es fundamental en la preparación de jóvenes jugadores (Fernandez-Fernandez et al., 2018), en estudios recientes, se proponen modelos estadísticos para intentar predecir su futuro rendimiento (Kramer et al., 2021; Vuong et al., 2022), así como también la incidencia sobre los desplazamientos multidireccionales y cambios de dirección (Fernandez-Fernandez et al., 2014).

Los resultados de las pruebas de lanzamiento de balón medicinal de 2kg evidencian las diferencias potencia en miembros superiores del grupo competitivo sobre el grupo recreativo, alcanzando un 14,9% más en la distancia total alcanzada al sumar todas las técnicas de lanzamiento. Por encima de la cabeza ha sido discutido en los trabajos de tenis desde hace varios años (Roetert et al., 1996), y cada vez son más utilizados los lanzamientos con las técnicas de derecha, revés y servicio (Myburgh et al., 2016; Kramer et al., 2016; Ulbricht et al., 2016); en este último, se comparó el resultado del lanzamiento de balón medicinal de 2kg con las tres técnicas, en 102 jugadores Alemanes de nivel regional y 24 jugadores de nivel nacional de 11 años, siendo evidentes las diferencias según el nivel de práctica: derecha 6.70 ± 8.99 vs 7.34 ± 9.50 , revés 6.32 ± 9.22 vs 7.07 ± 8.89 y sobre la cabeza 5.24 ± 8.16 vs 5.73 ± 9.78 ; teniendo en común con el presente estudio que la diferencia fue mayor en los lanzamientos laterales y menor por encima de la cabeza. Según Bencke et al., (2002) la repetición podría ser considerada como un entrenamiento de fuerza que genera una diferencia lateral en comparación al lado no dominante, en este caso, se encontró que el LBMD para ambos grupos fue mayor que por LBMR, aunque los jugadores de competencia lograron un metro más en relación a los recreativos, se debe resaltar que todos los participantes de eran de dominancia diestra. La potencia en el tren superior depende de la coordinación y transferencia de energía, los jugadores de un nivel de competencia más elevado cuentan con mejor técnica y biomecánica en el lanzamiento demostrando mejores rendimientos (Ulbricht et al., 2016).

Este estudio de antropometría y rendimiento neuromuscular entre niños tenistas en etapas pre-púberas según el nivel de práctica, hace parte de los pocos reportados en el contexto suramericano, teniendo como referencia las recomendaciones actuales para evaluar el componente anaeróbico en campo. Como limitantes se reconocen el tamaño de la muestra, que afecta la magnitud de los hallazgos; así como la falta de información detallada de los trabajos específicos que realizan en la preparación física los niños de competencia que participaron. Sugerimos para futuros trabajos, analizar el comportamiento neuromuscular incluyendo la transferencia que representa en la velocidad de la pelota al ejecutar los diferentes golpes en el

tenis. Como la aplicación en grupos de niñas.

Conclusiones

La estatura fue el indicador antropométrico que más se asoció a las pruebas, excepto con el CMJ (cm). El resultado del CMJ tuvo correlaciones con el rendimiento de los otros protocolos neuromuscular aplicados. De acuerdo al nivel de juego, a pesar de tener una edad similar, los jugadores de nivel competitivo fueron levemente más altos, livianos y con menos porcentaje de masa grasa. En la prueba de CMJ aventajaron a los jugadores de nivel recreativo en un (16.8%), en la velocidad de 10m (6.7%), 20m (9.5%) y finalmente en LBM (14.8%) sobre la sumatoria total de lanzamientos. Estos resultados podrían ser resultado de adaptaciones neuromusculares en edades pre-púberas, ya sea por más tiempo dedicado a la práctica, por trabajos complementarios de preparación física o simplemente la exigencia competitiva. Este trabajo tiene un impacto relevante en la preparación física de niños tenistas, que finalmente también puede ir dirigida de una manera adecuada para jugadores recreativos.

Agradecimientos

Al programa de fomento para la investigación FO-DEIN, (proyecto 2040501/2020) de la Universidad Santo Tomas, por el soporte económico. Y al equipo de semilleros de investigación en deporte Infanto-juvenil del programa

de Cultura física, deporte y Recreación quienes hicieron posible la recolecta de datos para este trabajo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses.

Referencias

- Bencke, J., Damsgaard, R., Saekmose, A., Jørgensen, P., Jørgensen, K., & Klausen, K. (2002). Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis and swimming. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 12, 171–178. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12135450/>
- Cohen, J. (1988) *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd ed. Hillsdale: N.J. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- 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), 1–9. Recuperado de <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2020.00196/full>

- Colomar, J., Corbi, F., & Baiget, E. (2021). Alterations in mechanical muscle characteristics and postural control induced by tennis match-play in young players. *PeerJ*, 9. Recuperado de <https://doi.org/10.7717/peerj.11445>
- Fernandez-Fernandez, J., De Villarreal, E. S., Sanz-Rivas, D., & Moya, M. (2016). The effects of 8-week plyometric training on physical performance in young tennis players. *Pediatric Exercise Science*, 28(1), 77–86. Recuperado de <https://journals.humankinetics.com/view/journals/pes/28/1/article-p77.xml>
- Fernandez-Fernandez, J., Granacher, U., Sanz-Rivas, D., Sarabia Marín, J. M., Hernandez-Davo, J. L., & Moya, M. (2018). Sequencing Effects of Neuromuscular Training on Physical Fitness in Youth Elite Tennis Players. *Journal of strength and conditioning research*, 32(3), 849–856. Recuperado de: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002319>
- Fernandez-Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., & Pluim, B. M. (2006). Intensity of tennis match play. *British Journal of Sports Medicine*, 40, 387–391. Recuperado de <https://bjsm.bmj.com/content/40/5/387.long>
- Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., Sanchez-Muñoz, C., Pluim, B. M., Tiemessen, I., & Mendez-Villanueva, A. (2009). A comparison of the activity profile and physiological demands between advanced and recreational veteran tennis players. *Journal Of Strength and Conditioning Research*, 23(2), 604–610. Recuperado de https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2009/03000/A_Comparison_of_the_Activity_Profile_and.32.aspx
- Fernandez-Fernandez, J., Ulbricht, A., & Ferrauti, A. (2014). Fitness testing of tennis players: How valuable is it. *British Journal of Sports Medicine*, 48, 22–31. Recuperado de https://bjsm.bmj.com/content/48/Suppl_1/i22.long
- Gallo-Salazar, C., Del Coso, J., Sanz-Rivas, D., & Fernandez-Fernandez, J. (2019). Game Activity and Physiological Responses of Young Tennis Players in a Competition With Two Consecutive Matches in a Day. *International journal of sports physiology and performance*, 14(7), 887–893. Recuperado de <https://doi.org/10.1123/ijspp.2018-0234>
- Gil, S., Ruiz, F., Gil, J., & Irazusta, J. (2007). Selection of young soccer players in terms of anthropometric and physiological factors. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(1), 25–32. Recuperado de <https://mj.l.clarivate.com/search-results>
- Girard, O. & Millet, G. P. (2009). Physical determinants of tennis performance in competitive teenage players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6), 1867–1872. Recuperado de https://journals.lww.com/nscajscr/Fulltext/2009/09000/Physical_Determinants_of_Tennis_Performance_in.33.aspx
- Gómez-Campos, R., Andruske, C. L., Arruda, M. de, Albornoz, C. U., & Cossio-Bolaños, M. (2017). Proposed equations and reference values for calculating bone health in children and adolescent based on age and sex. *PLOS ONE*, 12(7), e0181918. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181918>
- Gomes, R. V., Cunha, V. C., Zourdos, M. C., Aoki, M. S., Moreira, A., Fernandez-Fernandez, J., & Capitani, C. D. (2016). Physiological Responses of Young Tennis Players to Training Drills and Simulated Match Play. *Journal of strength and conditioning research*, 30(3), 851–858. Recuperado de <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000115>
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M. and Hanin, J. (2009) Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(1), 3–13. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- International Tennis Federation (ITF). ITF global tennis report 2021. London: ITF; 2021. <http://itf.uberflip.com/i/1401406-itf-global-tennis-report-2021/7>
- 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), 489–497. Recuperado de <https://www.jssm.org/jssm-16-489.xml%3EFulltext>
- Kovacs, M. S. (2006). Applied physiology of tennis performance. *British Journal of Sports Medicine*, 40(5), 381–386. Recuperado de <https://bjsm.bmj.com/content/40/5/381.long>
- Kovacs, M. S. (2007). Tennis physiology: Training the competitive athlete. *Sports Medicine*, 37(3), 189–198. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200737030-00001>
- Kramer, T., Huijgen, B. C., Elferink-Gemser, M. T., & Visscher, C. (2016). A longitudinal study of physical fitness in Elite junior tennis players. *Pediatric Exercise Science*, 28(4), 553–564. Recuperado de <https://journals.humankinetics.com/view/journals/pes/28/4/article-p553.xml>
- Kramer, T., Huijgen, B. C., Elferink-Gemser, M. T., & Visscher, C. (2017). Prediction of Tennis Performance in Junior Elite Tennis Players. *Journal of sports science & medicine*, 16(1), 14–21. Recuperado de <https://www.jssm.org/jssm-16-14.xml%3EFulltext>
- Kramer, T., Valente-Dos-Santos, J., Visscher, C., Coelho-E-Silva, M., Huijgen, B., & Elferink-Gemser, M. T. (2021). Longitudinal development of 5m sprint performance in young female tennis players. *Journal of sports sciences*, 39(3), 296–303. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1816313>
- Lambrich, J. & Muehlbauer, T. (2022). Physical fitness and stroke performance in healthy tennis players with

- different competition levels: A systematic review and meta-analysis. *PLoS one*, 17(6), 1-15. Recuperado de: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269516>
- Leone, M., Comtois, A. S., Tremblay, F., & Leger, L. (2006). Specificity of running speed and agility in competitive junior tennis players. *Journal of Medicine and Science in Tennis*, 11(1), 10–11. Recuperado de <https://mjl.clarivate.com/search-results>
- Lohman, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual*. Human kinetics books.
- Luna, P., Paredes, M., Vasquez, J., Matus, C., Flores, C., Zapata, R., & Vargas, R. (2022). Determinantes de la masa ósea en tenistas jóvenes chilenos. *Revista Retos*, 46, 1084-1092. Recuperado de <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/93943/69784>
- Malina, R.M., Bouchard, C. and Bar-Or, O. (2004a) Growth, maturation, and physical activity. 2nd ed. Champaign, Illinois, Human Kinetics.
- Marín, D. M., Toro Román, V., Pérez, F. J. G., Ibañez, J. C., Pay, A. S., & Alcaraz, B. J. S. (2021). Análisis antropométrico y de somatotipo en jugadores de pádel en función de su nivel de juego (Anthropometric and somatotype analysis between padel players according to their level of play). *Retos*, 41, 285–290. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i41.84155>
- Miller, S. (2006). Modern tennis rackets, balls, and surfaces. *British journal of sports medicine*, 40(5), 401–405. Recuperado de <https://doi.org/10.1136/bjbm.2005.023283>
- 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 layers. *Collegium Antropologicum*, 39(1), 109–116. Recuperado de <https://mjl.clarivate.com/search-results>
- Myburgh, G. K., Cumming, S. P., Silva, M. C., Cooke, K., & Malina, R. M. (2016). Maturity-Associated Variation in Functional Characteristics Of Elite Youth Tennis Players. *Pediatric exercise science*, 28(4), 542–552. Recuperado de: <https://doi.org/10.1123/pes.2016-0035>
- Pluim, B. M., Jansen, M. G. T., Williamson, S., Berry, C., Camporesi, S., Fagher, K., Heron, N., van Rensburg, D. C. J., Moreno-Pérez, V., Murray, A., O'Connor, S. R., de Oliveira, F. C. L., Reid, M., van Reijen, M., Saueressig, T., Schoonmade, L. J., Thornton, J. S., Webborn, N., & Ardern, C. L. (2023). Physical Demands of Tennis Across the Different Court Surfaces, Performance Levels and Sexes: A Systematic Review with Meta-analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 10.1007/s40279-022-01807-8. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01807-8>
- Roetert, E.P., Brown, S.W., Piorkowskil, P.A., & Woods, R.B. (1996). Fitness Comparisons Among Three Different Levels of Elite Tennis Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10, 139–143. Recuperado de https://journals.lww.com/nscajscr/Abstract/1996/08000/Fitness_Comparisons_Among_Three_Different_Levels.1.aspx
- Sánchez-Alcaraz Martínez, B. J., Orozco Ballesta, V., Courel Ibañez, J., & Sánchez Pay, A. (2018). Evaluación de la velocidad, agilidad y fuerza en jóvenes jugadores de pádel. *Retos*, 34, 263–266. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i34.60463>
- Sanz, D., Fernandez-Fernandez, J., & Mendez-Villanueva, A. (2012). Fundamentos del entrenamiento de la condición física para jugadores en formación. Tema de evaluación física en niños.
- Slaughter, M., Lohman, T., Boileau, R., Horswill, C., Stillman, R., Van-Loan, M & Bembem, D. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. (1998). *Human Biology* (pp. 709-722). Wayne State University. Recuperado de <https://mjl.clarivate.com/search-results>
- Torres-Luque, G., Cabello-Manrique, D., Hernandez-Garcia, R., & Garatachea, N. (2011). An analysis of competition in young tennis players. *European Journal of Sport Science*, 11(1), 39–43. Recuperado de <https://www.ebsco.com/es/productos/bases-de-datos/sportdiscus>
- 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), 634–642. Recuperado de <https://www.jssm.org/jssm-14-634.xml%3EFulltext>
- 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), 989–998. Recuperado de https://journals.lww.com/nscajscr/Fulltext/2016/04000/Impact_of_Fitness_Characteristics_on_Tennis.12.aspx
- Vuong, J. L., Fett, J., Ulbricht, A., & Ferrauti, A. (2022). Physical determinants, intercorrelations, and relevance of movement speed components in elite junior tennis players. *European journal of sport science*, 1–11. Advance online publication. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.2005150>