

# Agilidad y capacidad de repetir sprints según la edad pico de velocidad de crecimiento en tenistas adolescentes

## *Agility and repeated sprint's ability according to age of peak height velocity in adolescent tennis players*

Said Mateo Rodríguez-Muñoz <sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-5442-0057>

Andres Felipe DeLaRosa-Espinosa <sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0003-2794-0660>

Nelson Esteban Valle-Graciano <sup>2</sup>

<https://orcid.org/0009-0002-6007-7635>

Wendy Roxana Cruz-Vanegas <sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0003-1521-6755>

Jorge Mauricio Celis <sup>1,3</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-2023-490X>

<sup>1</sup> Universidad de Santo Tomas Bogotá-Colombia

<sup>2</sup> Universidad de Antioquia Medellín-Colombia

<sup>3</sup> Grupo de investigación GICAEDS Bogotá-Colombia

### RESUMEN

**Objetivo:** El objetivo del presente artículo es comparar el comportamiento de la agilidad y la repetición de *sprints* (RSA 10x20x20) según la edad del pico de velocidad de crecimiento EPVC.

**Metodología:** Participaron 62 tenistas, de los cuales fueron (n=30) hombres con edad decimal 13.41±1.43 años, altura: 158.91±11.03 cm y masa corporal: 45.59±7.45 kg; (n=32) mujeres con edad decimal: 13.88±1.23 años, altura: 158.33±6.28 cm, masa corporal: 51.08±9.75 kg, porcentaje grasa: 21.49±4.54%). Se realizó una comparación de los resultados de los test físicos teniendo en cuenta la EPVC, después se dividieron teniendo en cuenta la clasificación (antes de EPVC y cerca a EPVC) comparándose con una prueba *t-student*.

**Resultados:** EPVC vs masa grasa y el resultado de los test aplicados en los hombres  $p \leq 0.05$ , resultado no encontrado en las mujeres. En una comparación por categorías la masa grasa y el RSA tuvieron valores a favor de los hombres que se encuentran atrás del PVC  $p \leq 0.05$ .

**Conclusión** La EPVC afecta en la masa grasa y el resultado de los test aplicados en los hombres de este estudio. En comparación de categorías, quienes están atrás en el PVC son más ágiles y con mejor RSA.

**Palabras clave:** Rendimiento físico, tenis, adolescente, pico de velocidad de crecimiento.



**RPCAFD**

**ORIGINAL**

Recibido:  
Aceptado:

**Correspondencia:**

Jorge Mauricio Celis

Email:

[jorgecelism@usta.edu.co](mailto:jorgecelism@usta.edu.co)



## ABSTRACT

**Aim:** This article aims to compare the agility and repeated sprint ability (RSA 10x20x20) according to Age of Peak height Velocity APHV.

**Methodology:** The participants were tennis players (n=62). Boys (n=30) age 13.41±1.43 years, height: 158.91±11.03 cm, body mass: 45.59±7.45 kg; and girls (n=32) age: 13.88±1.23 years, height: 158.33±6.28 cm, body mass: 51.08±9.75 kg. A comparison of the results of the physical tests was performed, taking into account the Age Peak Height Velocity APHV. After that they were divided according to the classification (pre-PHV and circa PHV), and a student's t-test was used to compare each classification.

**Results:** APVC vs body fat and performance of physical test in male adolescent  $p \leq 0.05$ , in contrast female adolescents no significances. Comparisons by categories showed that fat percentage and RSA was better in males pre-PHV  $p \leq 0.05$ .

**Conclusion:** The APHV impacts in fat percentage and physical test performed in the adolescent males of this study. Comparisons by categories whose were pre-PHV they were better in agility and RSA

**Keywords:** Physical performance, tennis, adolescent, peak height velocity

## Introducción

Todos los deportes requieren de diferentes características físicas, psicológicas y técnico-tácticas, incluido el tenis de campo<sup>1</sup>; enfocándonos en el aspecto físico, es importante ver que en la actualidad se debe cumplir con las exigencias y las demandas específicas para poder competir de manera eficiente y eficaz dentro del campo, la planeación del entrenamiento para dichas demandas deportivas y capacidades son necesarias para el desarrollo de un buen deportista. Mencionando las características más importantes encontramos los cambios de dirección, repetición de *sprints*<sup>2</sup>, aceleraciones y desaceleraciones, además estas acciones tienen tiempos cortos de recuperación, debido a que hay apenas 25 segundos de descanso entre cada punto.<sup>3,4,1</sup>

Así mismo, Fernández-Fernández et al.<sup>5</sup> afirman que durante un partido estándar de tenis (el mejor a tres sets) el jugador realiza de 300 a 500 *sprints* de alta intensidad recorriendo un promedio aproximado de 15 a 20 metros por punto en una total aproximado de 10 a 20 segundos, cabe resaltar que todos estos movimientos son multidireccionales, además de tener movimientos en el plano lateral que son muy importantes, con esto se promedian

unos cuatro cambios de dirección por punto y otros 1000 cambios de dirección por partido, estos datos están comprobados por tenistas de élite, midiendo tiempo y movimientos en los partidos.<sup>6</sup>

De acuerdo con esta descripción de las demandas físicas en tenis podemos entender la necesidad de la agilidad, que sirve como un indicador físico para la selección de los deportistas de élite, la agilidad se considera en el tenis un componente para el éxito; por esta razón existen diferentes test que miden la agilidad, por ejemplo, el test de la araña evalúa la agilidad directamente en un campo de tenis y nos permite obtener datos confiables para esta disciplina deportiva ya que se realizan cambios multidireccionales idénticos a los solicitados en el juego<sup>6</sup>, por otro lado, Kramer et al.<sup>7</sup> indican que la velocidad es otra característica esencial en el tenis, ya que se necesitan *sprints* para dar un golpe a la pelota en diferentes lugares del campo, esto explica la relevancia de la aplicación del test *Repeated Sprint Ability* RSA, que se puede ejecutar con diferentes distancias y tiempos de recuperación.<sup>8,2</sup> El instituto Australiano de deporte recomienda la aplicación de 10 repeticiones de

20 metros con 20 segundos de recuperación para comprobar la velocidad de los jugadores de tenis.<sup>9</sup>

Las características físicas que son determinantes en el jugador de tenis profesional, también lo son en el jugador en formación, porque permite perfilar a los posibles talentos e identificarlos, así como también clasificar a los demás tenistas según sus resultados. Para Söğüt et al.<sup>10</sup>, las competiciones juveniles nacionales e internacionales generalmente clasifican por grupos de edad cronológica a los niños para que compitan, sin embargo, existe una discrepancia frente a esta estructuración por la importancia que tiene la maduración en ciertos cambios morfológicos y fisiológicos en la transición de la niñez a la adolescencia. De igual manera, Malina y Koziel<sup>11</sup>, señalan la importancia de evaluar la maduración de los deportistas, ya que niños y jóvenes de la misma edad cronológica reaccionan y maduran de diferentes maneras. La maduración biológica influye en el rendimiento, la aptitud física y el crecimiento de los deportistas en formación, es una variable importante a tener en cuenta en los

entrenamientos y la selección de talentos. Una de las tantas maneras para conocer el estado de maduración de niños y adolescentes es a través de un método somático, como lo es la identificación del pico de velocidad de crecimiento (PVC), según Mirwald et al.<sup>12</sup> este es un indicador confiable de maduración, que calcula el momento máximo de crecimiento en términos de altura, que va a tener un individuo en edad adolescente; cabe aclarar que estos métodos son muy usados en la actualidad.<sup>13,10,7,4</sup>

Las características deportivas requieren que los entrenadores sean más cuidadosos en la selección de los atletas en formación para un buen desarrollo de las capacidades específicas del tenis, ya que se quiere encontrar como mejorar en las edades y tiempos adecuados de los deportistas, por esta razón el objetivo del presente artículo es comparar el resultado de una prueba de agilidad y la repetición de *sprints* (RSA 10x20x20) según la edad del pico de velocidad de crecimiento.

## Metodología

### Muestra

Los participantes de este estudio fueron 62 tenistas juveniles entre 10.5-15.5 años de edad, 30 hombres ( $13.41 \pm 1.43$  años) y 32 mujeres ( $13.88 \pm 1.23$  años). Todos los participantes eran pertenecientes al ranking nacional de la Federación Colombiana de Tenis FCT en el año 2018.

### Procedimiento

Los padres y/o acudientes de los de los tenistas participantes firmaron la autorización del consentimiento informado antes de realizar el procedimiento, así mismo, los participantes firmaron un asentimiento informado. La presente investigación está enmarcada en los principios éticos de la declaración de Helsinki para seres humanos.

La edad cronológica fue calculada según la fecha de nacimiento y la fecha de la realización de las pruebas. La antropometría realizada fue compuesta por estatura, estatura sentada (Estadiómetro marca Seca-213 con precisión de 1mm), peso con una

báscula marca SECA-813 precisión de 0,1kg, y los pliegues cutáneos del tríceps y pantorrilla se evaluaron utilizando un adipómetro *slim guide* con precisión de 1mm. El porcentaje de masa grasa fue calculado según el protocolo de Slaughter et al.<sup>14</sup> y el Pico de Velocidad de Crecimiento PVC fue evaluado según Mirwald et al.<sup>12</sup> Se categorizaron por niveles teniendo en cuenta a (Malina et al.,<sup>16</sup> donde el pico de crecimiento debería ocurrir entre 13,0-14,0 años en los niños y entre 11,0-12,0 años en las niñas, pudiendo clasificar en atrasado en maduración a los participantes de superan estas edades sin haber alcanzado el pico, normo maduros dentro de las edades mencionadas y adelantados a quienes tienen el pico antes de las edades mencionadas. Llevando para este estudio sub categorías denominadas (antes del PVC, cerca al PVC y después del PVC).

Luego de la evaluación antropométrica, todos los participantes realizaron un calentamiento en común dirigido de 15 minutos que incluyó desplazamientos, movilidad articular y estiramientos dinámicos. Luego se aplicaron los

protocolos del test de agilidad y el *repeated sprint ability* RSA.

El test de agilidad del *spider test* Roetert et al.,<sup>15</sup> un test que se realiza en un campo de tenis, se ubican 5 pelotas en las 4 esquinas correspondientes al cuadro de fondo, y una en la “T” del campo, el evaluado está ubicado detrás de la línea del fondo, y el evaluador 2 metros detrás, a la señal ( 3, 2, 1, ya) el participante tiene que recoger cada pelota en contra de las manecillas del reloj, cada vez que recoja la pelota tiene que regresar al punto de partida y dejar las pelotas en un cuadro enmarcado con cinta de enmascarar de 40cm de ancho por 30 centímetros de largo<sup>15</sup>, el evaluado tiene que hacer 5 recorridos, uno por cada pelota, el primero y el último es de 4.11 metros y los otros recorridos son de 5.49 metros, para un total de 24.69 metros, la prueba termina cuando todas las pelotas se encuentren ubicadas en el cuadro demarcado, y el tiempo se para en el momento de colocar la última pelota. Este test fue aplicado en un campo de asfalto y se usó un cronómetro de marca CASIO Hs-70w.

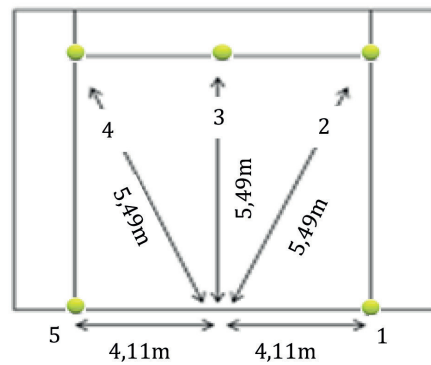


Figura 1. Ilustración del test de agilidad (spider test)

El *repeated sprint ability* RSA es un test que consiste en repetir 10 veces el sprint de 20 metros a máxima velocidad con una recuperación pasiva de 20 segundos entre cada *sprint*. Es un protocolo que evalúa la capacidad de mantener la velocidad en repetición de *sprints*<sup>2</sup>, la indicación para la salida de cada velocidad fue de manera hablada (3, 2, 1, ya). Se siguieron las recomendaciones de Reid et al.<sup>9</sup> Este test fue aplicado en un campo de asfalto y se usaron dos cronómetros de marca CASIO Hs-70w. (uno para la toma del tiempo en cada velocidad y otro para la toma del tiempo de cada recuperación).

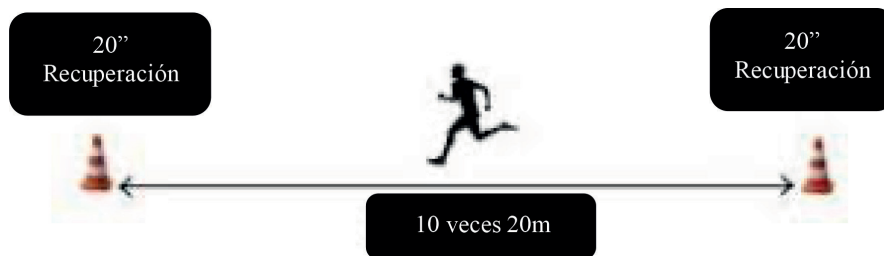


Figura 2. Ilustración del test repeated sprint ability (RSA)

### Análisis estadístico

Para el procesamiento de datos, se realizó una estadística descriptiva tanto para hombres como para mujeres, donde se tuvo en cuenta el promedio  $\bar{x}$ , la desviación estándar SD, error estándar de medición EEM y el intervalo de confianza del 95% CI. Posteriormente, se graficaron correlaciones de regresión simple entre la EPVC con la masa grasa,

y la EPVC con los resultados de los test físicos para ambos sexos. Finalmente se compararon por sub grupos entre cada sexo teniendo en cuenta las categorías antes del PVC y cerca al PVC.<sup>16</sup>

## Resultados

En la **tabla 1**. Se encuentra la estadística descriptiva de las variables edad cronológica, estatura, peso, masa grasa, PVC, EPVC, test de agilidad RSA 10x20 expresado en tiempo total. La edad cronológica fue muy similar tanto en hombres ( $13.41 \pm 1.43$ ) como en mujeres ( $13.88 \pm 1.23$ ), la estatura también fue similar ( $158.91 \pm 11.03$ cm) para hombres y ( $158.33 \pm 6.28$ cm) para mujeres. Las características morfológicas, expresadas en las variables peso y masa grasa las mujeres presentaron los valores más altos ( $51.08 \pm 9.75$ Kg) y ( $21.49 \pm 4.54\%$ ) respectivamente, que los hombres ( $45.59 \pm 7.45$ Kg) y ( $16.34 \pm 5.47\%$ ).

En las pruebas físicas, se hacen evidentes las diferencias entre hombres y mujeres en ambas pruebas, donde los hombres obtuvieron mejores resultados que las mujeres, aunque las mujeres ya hayan pasado por su EPVC y los hombres no, factores como el peso y la masa grasa son determinantes en el rendimiento de las capacidades específicas para jugar tenis tales como la capacidad de repetir *sprints* y la agilidad.

**Tabla 1. Estadística descriptiva para el total de los participantes (n= 62).**

Variable	Hombres (n= 30)			Mujeres (n= 32)		
	$\bar{x} \pm SD$	EEM	IC95%	$\bar{x} \pm SD$	EEM	IC95%
Edad Cronológica (años)	$13.41 \pm 1.43$	0.26	(12.90-13.92)	$13.88 \pm 1.23$	0.22	(13.68-14.09)
Estatura (cm)	$158.91 \pm 11.03$	2.01	(154.97-162.86)	$158.33 \pm 6.28$	1.11	(157.27-159.40)
Peso (kg)	$45.59 \pm 7.45$	1.36	(42.92-48.25)	$51.08 \pm 9.75$	1.72	(49.42-52.53)
Masa grasa (%)	$16.34 \pm 5.47$	1.00	(14.38-18.29)	$21.49 \pm 4.54$	0.80	(20.72-22.26)
PVC (años)	$-1.04 \pm 1.16$	0.21	(-1.45- -0.62)	$1.33 \pm 1.01$	0.18	(1.16-1.50)
EPVC (años)	$14.45 \pm 0.57$	0.10	(14.24-14.65)	$12.56 \pm 0.51$	0.09	(11.57-13.79)
Test de agilidad (s)	$19.26 \pm 1.60$	0.29	(18.69-19.84)	$20.27 \pm 1.24$	0.22	(20.06-20.49)
RSA 10x20 T. Total (s)	$37.56 \pm 3.22$	0.59	(36.41-38.71)	$41.06 \pm 2.86$	0.51	(36.67-48.06)

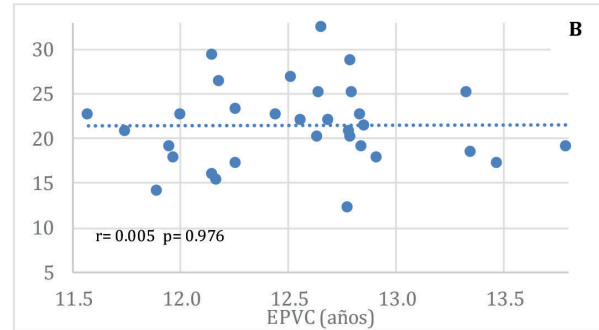
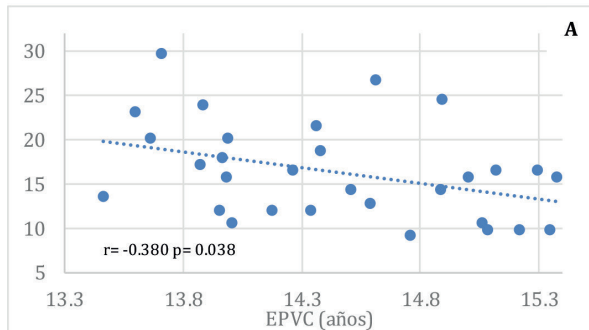
PVC Pico de Velocidad de Crecimiento

EPVC Edad de Pico de Velocidad de Crecimiento

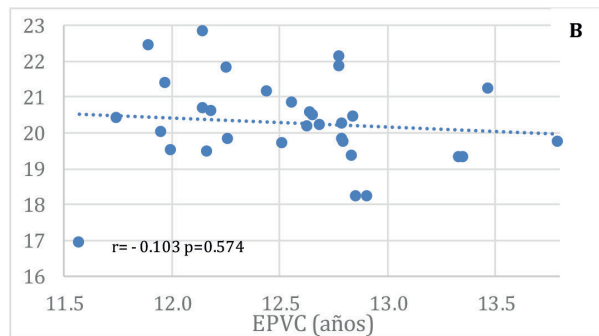
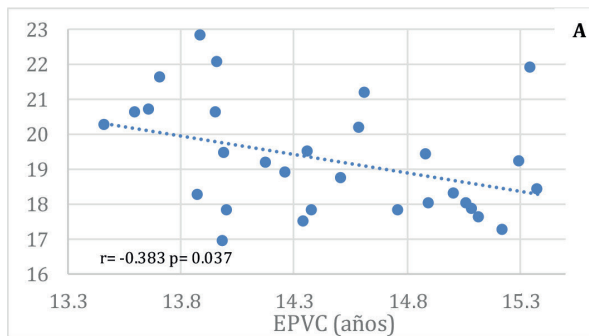
RSA 10x20 T. Total *Repeated Sprint Ability Test* expresado en tiempo total.

En las **figuras 3, 4 y 5** se encuentran diferentes regresiones lineales simples entre la EPVC con las variables masa grasa, test de agilidad y test RSA. En los hombres hay una correlación de nivel

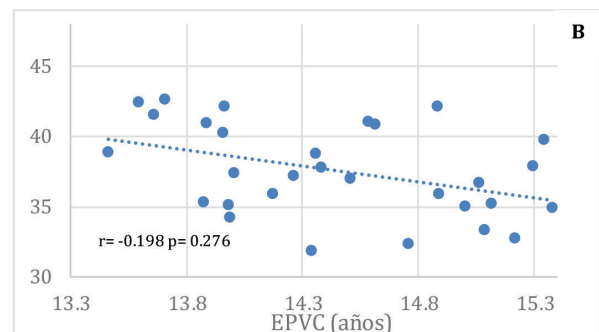
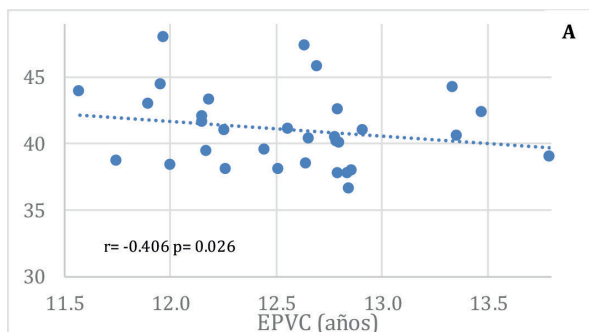
$p \leq 0.05$  tanto en la masa grasa como en ambos test físicos, en el caso de las mujeres no presentan una correlación significativa entre las variables comparadas.



**Figura 3.** Correlación entre la edad pico de velocidad de crecimiento y la masa grasa (%). Panel A. Hombres; Panel B. Mujeres.



**Figura 4.** Correlación entre la edad pico de velocidad de crecimiento y el test de agilidad (s). Panel A. Hombres; Panel B. Mujeres.



**Figura 5.** Correlación entre la edad pico de velocidad de crecimiento y el test de RSA (s). Panel A. Hombres; Panel B. Mujeres.



En la **tabla 3**. Se encuentra la estadística descriptiva según subgrupos categorizados (atrás del PVC y cerca del PVC) en hombres se evidenciaron atrás del PVC (n=8) y cerca del PVC (n=22) y en las mujeres en se evidenciaron atrás del PVC (n=4) y cerca del PVC (n=28). Luego se realizó la comparación de promedios con una prueba T para muestras independientes en ambos sexos, contrastando las categorías con las variables edad cronológica, estatura, peso, porcentaje graso, PVC, EPVC, test de la araña y RSA.

En las variables antropométricas los hombres se presentó una diferencia significativa únicamente en la masa grasa  $p \leq 0.05$ , siendo los jóvenes cerca del PVC quienes poseen mayor masa grasa. En las mujeres en la estatura  $p \leq 0.01$  siendo más altas las jóvenes cerca del PVC. Tabla 3. Estadística descriptiva según estado de maduración, y comparación de promedios para las variables con prueba T para muestras independientes.

Variable	Hombres (n=30)		Mujeres (n=32)	
	Atrás del PVC n=8	Cerca al PVC n=22	Atrás del PVC n=4	Cerca al PVC n=28
Edad Cronológica (años)	14.41±0.87	13.04±1.53	14.74±1.20	13.76±1.20
Estatura (cm)	162.62±8.87	157.56±12.10	150.60±8.08	159.15±5.27**
Peso (kg)	45.60±5.90	45.58±8.0	44.47±9.72	52.02±9.55
Masa grasa (%)	13.03±3.26	17.53±5.59*	20.04±3.53	21.70±4.62
PVC (años)	-0.77±0.92	-1.13±1.26	1.26±1.18	1.33±1.00
EPVC (años)	15.19±0.14	14.17±0.41**	13.48±0.21	12.42±0.38**
Test de agilidad (s)	18.56±1.46	19.51±1.59	19.89±0.91	20.32±1.28
RSA 10x20 T. Total (s)	35.68±2.31*	38.24±3.31	41.57±2.26	40.99±2.96

PVC Pico de Velocidad de Crecimiento

EPVC Edad Pico de Velocidad de Crecimiento

RSA T Total *Repeated Sprint Ability Test* expresado en tiempo total.

\*  $p \leq 0.05$

\*\* $p \leq 0.01$

En los resultados comparativos de los test físicos, los hombres atrás del PVC de tienen mejores resultados en los dos test (test de la araña y RSA), y con una diferencia significativa en el RSA T Total de nivel  $p \leq 0.05$ . Con respecto a las mujeres es importante resaltar que el grupo de atrás del PVC obtuvo mejores resultados en el test de la araña, pero el grupo de cerca al PVC se destacaron con mejores tiempos en el test del RSA; sin embargo, ninguna de las pruebas presentó un nivel de significancia importante. Finalmente, la EPVC presentó un nivel de  $p \leq 0.01$  en la comparación de ambos grupos y de ambos sexos.

## Discusión

Después de comparar los resultados del test de agilidad y RSA tanto en hombres como en mujeres, y teniendo en cuenta la EPVC podemos describir que: los hombres tienen mejores resultados en las pruebas que las mujeres, la EPVC afecta la masa grasa y los protocolos físicos específicos para tenis ejecutados en los hombres, pero no tanto en las mujeres. En una división por categorías es indiscutible que los hombres de antes de PVC tienen mejores tiempos en agilidad y RSA que los del grupo cerca al PVC. El resultado encontrado es diferente al presentado en estudios tradicionales, donde se compara la maduración con el rendimiento físico<sup>17,18,19</sup> donde grupos homogéneos en edad cronológica pero con diferencias en maduración biológica pueden tener diferencias importantes que aventajan en aspectos físicos y antropométricos cuando se comparan con sus contemporáneos de maduración tardía, que serán determinantes en el proceso de selección de talentos y para el rendimiento deportivo durante la juventud. Por otra parte, las mujeres del grupo de maduración tardía presentan un mejor tiempo realizado en el test de agilidad, pero no en el RSA, siendo este un resultado más común en estudios tradicionales de maduración y rendimiento físico con poblaciones femeninas<sup>16,11</sup>, sin embargo, en este caso no se encontraron diferencias significativas en los resultados.

El resultado encontrado en los hombres puede obedecer a que en esta muestra los hombres cerca del PVC tienen incremento importante de peso y masa grasa, además de ser más bajos que el grupo de atrás del PVC, siendo esto una posible dificultad para desplazarse y cambiar de dirección de una manera más eficaz, mientras que el grupo de atrás del PVC son más ligeros y con menos porcentaje graso, igual que estudios tradicionales de maduración biológica ya mencionados.<sup>18,19</sup>

Es evidente que tenistas con mayor edad cronológica, tanto en hombres como en mujeres han tenido una clasificación de maduración tardía por el método somático PVC propuesto por Mirwald et al.<sup>12</sup>, un comportamiento similar al encontrado en los estudios de<sup>20,11</sup>, quienes después de validar la fórmula de *maturity off-set* con poblaciones de Polonia, recomiendan realizar este

método en hombres de 11-14 años y mujeres de 9-12 años, en edad de la aceleración de crecimiento y donde posiblemente funcione mejor el método propuesto. Además, cabe hacer la aclaración que el método de Mirwald et al.<sup>12</sup> no ha sido validado con población latinoamericana, y también se han presentado nuevas propuestas somáticas para encontrar el PVC en la población juvenil<sup>21</sup>, por tanto, esta variación en la utilización del método puede afectar directamente a los resultados de este estudio.

Por otro lado, los hombres con una EPVC más joven tienen una correlación directa con el resultado del RSA, tal cual lo reportan en el estudio longitudinal de Kramer et al.<sup>22</sup> donde encontraron que los adolescentes tenistas de sexo masculino que aún no llegaban a su EPVC tenían mejores resultados en agilidad y velocidades cortas que los que ya habían llegado al PVC. En el estudio de Myburgh et al.<sup>23</sup> se compara la variación de los resultados físicos según el estado de maduración tomado por un método directo, es decir, por análisis de radiografía y muñeca de la mano para determinar la edad ósea, teniendo como resultado, que, en pruebas cortas de velocidad y agilidad, los hombres de maduración en edades antes del EPVC presentan excelentes resultados, mientras que, para los protocolos de fuerza, era evidente la mejora de los hombres que ya pasaron por su EPVC.

Para las mujeres, en este estudio se evidencia que el grupo clasificado como atrás del PVC es más ágil, pero con menos capacidad en el rendimiento de la repetición de *sprints*, tal vez, porque a pesar de tener una edad cronológica más avanzada, son más bajas y livianas, lo que permite desplazarse con mayor facilidad en trabajos que incluyen cambios de dirección. El grupo de cerca al PVC tienen un incremento de peso y masa grasa, que será determinante en su agilidad (igual que en los hombres), mientras que para el RSA, se puede destacar que esta prueba requiere de un desplazamiento rectilíneo, sin cambios de dirección y que obedece más a la fuerza y la potencia que a la agilidad, así mismo es importante remarcar que el grupo de las normo maduras tuvo una diferencia de altura significativa, siendo esta una posible ventaja frente a mujeres de su misma edad que



no han pasado aun por su EPVC, esto concuerda con la investigación de Sogut et al.<sup>10</sup> quienes examinaron los efectos de la edad y la maduración en diferentes variables antropométricas y físicas, en niñas entre los 10 y 13 años, ellos encontraron mayores ventajas que existen entre las mujeres que ya pasaron por su EPVC así como la estatura es un factor determinante para el desempeño de las tenistas. De igual manera la poca diferencia entre el grupo de las normo maduras y el grupo de las de maduración tardía en las pruebas físicas, puede obedecer a que estas son específicas de tenis en agilidad y velocidad, sin embargo, en el estudio de Myburgh et al.<sup>2</sup> que incluyo protocolos de fuerza, teniendo en cuenta que dentro de las características de la maduración está el aumento sustancial de esta. Las mujeres avanzadas en maduración tuvieron mejores resultados. Es de resaltar que en las mujeres la comparación de medias, teniendo en cuenta las variables antropométricas, se encontró una diferencia significativa en la altura, misma variable con la que fue contrastadas las pruebas físicas de otros estudios con tenistas.<sup>10</sup>

Después de analizar los resultados de este estudio y apoyados en los trabajos citados, podemos destacar que, sin importar el sexo del adolescente, los tenistas que aún no hayan pasado por su EPVC, podrían ser más ágiles, así se evidencia en los estudios actuales más importantes que relacionan la maduración biológica con resultados físicos en jóvenes tenistas. Kramer et al.<sup>22</sup> realizaron un estudio con 196 tenistas juveniles de élite de Groningen países bajos (hombres n=113, mujeres n=83) con edades entre los 13 y 15 años, ellos evaluaron la fuerza, la velocidad y la agilidad a partir de la maduración, el test de la araña y el RSA estuvieron dentro del protocolo de pruebas físicas. Ellos encontraron que las mujeres al pasar por su EPVC, obtuvieron mejoras en todos los test frente a las mujeres que aún no, por otro lado, los hombres que pasaron por su EPVC obtuvieron ganancias en fuerza y potencia, pero no mejoraron en los test de velocidad y agilidad, esto concuerda con los resultados de Myburgh et al.<sup>24</sup> que por medio de un estudio con 88 tenistas juveniles británicos de élite (44 niños y 44 niñas), examinaron las relaciones

entre el estado de maduración y las capacidades físicas a través de protocolos de fuerza, velocidad, potencia, agilidad y resistencia. Donde encontraron que los hombres que están atrasados en maduración tienen mejores resultados y rendimiento frente a los test de agilidad y velocidad, a diferencia de los protocolos de fuerza y potencia, en los que tienen mejores resultados el grupo de los normo-maduros. En las mujeres, el grupo de normo maduras obtuvo mejores resultados en todas las pruebas físicas en relación con las mujeres atrasadas en maduración. Se puede destacar que, a diferencia de esta investigación, los autores estimaron el estado de maduración a través de radiografías de la muñeca izquierda de los participantes.

Al contrastar los resultados de los estudios de Roetert et al.<sup>25,15</sup> donde elaboran un perfil de rendimiento de niños entre 8 y 16 años pertenecientes ranking nacional estadounidense con los resultados del estudio aplicado por Celis<sup>26</sup>, del ranking nacional colombiano en edades contemporáneas; se encuentra una diferencia a favor de los jugadores estadounidenses, tanto antropométrica como física, incluyendo los resultados del test de la araña. En Colombia, la literatura referente a tenis y maduración es muy escasa. Celis<sup>26</sup> limitó el estudio a una descripción básica de características antropométricas y físicas, mientras que en otro trabajo se verificó el impacto de un plan de entrenamiento pliométrico en jóvenes tenistas de la liga de tenis de Bogotá LTB<sup>27</sup>, aunque los dos estudios evaluaron y controlaron el PVC y EPVC, ninguno de ellos contrastó las estas variables de maduración somática con los resultados antropométricas y físicos.

Como limitaciones del presente estudio reconocemos la necesidad de la mejora tecnológica usada en campo, así como la cantidad de la población. Finalmente sugerimos la creación de estudios que controlen la maduración usando diferentes métodos en un mismo grupo etario para determinar de mejor manera el comportamiento de las diferencias biológicas y fisiológicas en los tenistas adolescentes.

## Conclusión

Los hombres y mujeres que participaron de este estudio tuvieron edades cronológicas y estaturas similares, sin embargo las mujeres fueron más pesadas y los hombres obtuvieron mejores resultados en las pruebas físicas. La EPVC afectó significativamente a la masa grasa, agilidad y RSA en los hombres pero no en las mujeres.

Los grupos de atrás del PVC de ambos sexos tienen mejores resultados en los test de agilidad, en el caso de los hombres también en el RSA. El grupo de las mujeres cerca al PVC presentó mejores resultados en el test de RSA.

## Bibliográficas

1. Kovacs M. S. Tennis physiology: training the competitive athlete. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 2007, 37(3), 189–198. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737030-00001>
2. Girard, O., Mendez-Villanueva, A., & Bishop, D. Repeated-sprint ability part I: Factors contributing to fatigue. *Sports Medicine*, 2011, 41(8), 673–694. <https://doi.org/10.2165/11590550-000000000-00000>.
3. Kovacs, M. S. Applied physiology of tennis performance. *British Journal of Sports Medicine*, 2006, 40(5), 381–385. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.023309>
4. Ulbricht, A., Fernandez-Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., & Ferrauti, A. The relative age effect and physical fitness characteristics in German male tennis players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2015, 14(3), 634–642.
5. Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., & Pluim, B. M. Intensity of tennis match play. *British Journal of Sports Medicine*, 2006, 40(5), 387–391. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.023168>.
6. Huggins, J. Within - and between - Session Reliability of the Spider Drill Test to Assess Change of Direction Speed in Youth Tennis Athletes. *International Journal of Sports and Exercise Medicine*, 2017, 3(5). <https://doi.org/10.23937/2469-5718/1510074>.
7. Kramer, T., Huijgen, B. C. H., Elferink-Gemser, M. T., & Visscher, C. Prediction of tennis performance in junior elite tennis players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2017, 16(1), 14–21.
8. Bishop, D., Girard, O., & Mendez-Villanueva, A. Repeated-sprint ability part II: Recommendations for training. *Sports Medicine*, 2011, 41(9), 741–756. <https://doi.org/10.2165/11590560-000000000-00000>

9. Reid, M.; Sibte, N.; Clarke, S., & Whiteside, D. Protocols for the physiological assessment of tennis players. In *Physiological tests for elite athletes* (edited by R. Tanner & C.J. Gore). Australia Human Kinetics; 2013.
10. Söğüt, M., Luz, L. G. O., Kaya, Ö. B., Altunsoy, K., Doğan, A. A., Kirazci, S., Clemente, F. M., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtle, B. Age-and maturity-related variations in morphology, body composition, and motor fitness among young female tennis players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2019, 16(13). <https://doi.org/10.3390/ijerph16132412>.
11. Malina, R. M., y Koziel, S. M. Validation of maturity offset in a longitudinal sample of Polish boys. *Journal of Sports Sciences*, 2014, 32(5), 424–437. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.828850>.
12. Mirwald RL, Baxter-Jones AD, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc.* 2002 Apr;34(4),689-94. doi: 10.1097/00005768-200204000-00020.
13. 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. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001267>
14. Slaughter, M., Lohman, T., Boileau, R., Horswill, C., Stillman, R., Van-Loan, M & Bembien, D. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology*. 1988. pp. 709-722. Wayne State University
15. Paul Roetert, E., Garrett, G. E., Brown, S. W., & Camaione, D. N. Performance profiles of nationally ranked junior tennis players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1992, 6(4), 225–231. <https://doi.org/10.1519/00124278-199211000-00006>.
16. Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. *Growth, maturation, and physical activity*. Human kinetics; 2004.
17. Malina R. M. Physical growth and biological maturation of young athletes. *Exercise and sport sciences reviews*, 1994; 22, 389–433.
18. Baxter-Jones AD, Helms P, Maffulli N, Baines-Preece JC, Preece M. Growth and development of male gymnasts, swimmers, soccer and tennis players: a longitudinal study. *Ann Hum Biol*, 1995 Sep-Oct;(5):381-94. doi: 10.1080/03014469500004072.
19. Armstrong, N. Developing of the elite young athlete. *Journal of Physical Activity, Sport and Exercise*, 2013; 1(1), 1-8.
20. Malina, R. M., & Koziel, S. M. Validation of maturity offset in a longitudinal sample of Polish girls. *Journal of Sports Sciences*. 2014, 32(14), 1374-1382. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.889846>
21. Koziel, S. M., & Malina, R. M. Modified Maturity Offset Prediction Equations: Validation in Independent Longitudinal Samples of Boys and Girls. *Sports Medicine*, 2018, 48(1), 221–236. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0750-y>

22. Kramer, T., Huijgen, B. C. H., Elferink-Gemser, M. T., & Visscher, C. A longitudinal study of physical fitness in Elite junior tennis players. *Pediatric Exercise Science*, 2016; 28(4), 553–564. <https://doi.org/10.1123/pes.2016-0022>.
23. Myburgh, G. K., Cumming, S. P., Coelho E Silva, M., Cooke, K., & Malina, R. M. Growth and maturity status of elite British junior tennis players. *Journal of sports sciences*; 2016, 34(20), 1957-1964.
24. Myburgh, G. K., Cumming, S. P., Silva, M. C. E., Cooke, K., & Malina, R. M. Maturity-associated variation in functional characteristics of Elite youth tennis players. *Pediatric Exercise Science*, 2016, 28(4), 542–552. <https://doi.org/10.1123/pes.2016-0035>.
25. Roetert, E. P., Piorkowski, P. A., Woods, R. B., & Brown, S. W. Establishing percentiles for junior tennis players based on physical fitness testing results. *Clinics in Sports Medicine*; 1995, 14(1), 1–21. [https://doi.org/10.1016/s0278-5919\(20\)30254-4](https://doi.org/10.1016/s0278-5919(20)30254-4).
26. Celis, J. M. Descripción de características morfo-Funcionales de jugadores de tenis junior. *ITF Coaching & Sport Science Review*, 2018, 26(74), 38–41. <https://doi.org/10.52383/itfcoaching.v26i74.270>
27. Celis Moreno, J. M., & Sabogal Alarcón, E. Pliometría y velocidad en jóvenes tenistas. *Cuerpo, Cultura Y Movimiento*, 2017, 7, 15–30. <https://doi.org/10.15332/s2248-4418.2017.0001.01>

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

**Financiamiento:** Propio, no hubo financiamiento por parte de una institución.