

Explosividad y agilidad en adolescentes voleibolistas de sexo femenino

Power and agility in adolescents' female volleyball players

Laura Valentina Samudio Puentes¹
<https://orcid.org/0000-0003-1791-1348>

Wendy Roxana Cruz Vanegas¹
<https://orcid.org/0000-0003-1521-6755>

Jefferson Sarmiento Soche¹
<https://orcid.org/0000-0001-8076-4315>

Jorge Mauricio Celis^{1,2}
<https://orcid.org/0000-0002-2023-490X>

¹ Universidad Santo Tomás, Colombia

² Grupo de investigación GICAEDS

RESUMEN

Objetivo: Describir la asociación entre las variables antropométricas, agilidad y explosividad en voleibolistas adolescentes de sexo femenino y comparar los resultados según la categoría de competencia: infantiles vs menores.

Metodología: Participaron 25 jugadoras de voleibol de dos clubes de Bogotá DC; se dividieron en dos grupos: categoría infantil (n=13) de 13.55 ± 1.36 años y categoría menores (n=12) de 15.74 ± 0.49 años. Se evaluó una antropometría básica y se aplicaron los protocolos: *Counter Movement Jump* CMJ, lanzamiento de balón medicinal LBM, velocidad de servicio, test 5-0-5 y T-test por ambos lados. Para el análisis se realizó estadística descriptiva, correlaciones de Pearson y una comparación entre grupos.

Resultados: La estatura se relacionó en un nivel de

(p<0.01) con el CMJ, LBM 5-0-5I, T-test y de (p<0.05) con la velocidad de servicio y 5-0-5D. El CMJ con los test de agilidad en distancias cortas de (p<0.01) y LBM con la velocidad de servicio (p<0.01) en el total de la muestra. Al comparar las categorías, se encontraron diferencias de (p<0.01) en masa grasa. Y (p<0.05) en la prueba de 5-0-5 por derecha.

Conclusiones: El peso y masa grasa incrementó de acuerdo a la edad, la estatura se asoció al rendimiento de la explosividad y agilidad de las voleibolistas, así como el CMJ a la agilidad y el LBM a la velocidad de servicio. La comparación entre la categoría infantil y menores, solo evidencia cambios en la masa grasa y en el test de 5-0-5D.

Palabras clave: Voleibol, Deporte juvenil, Cambios de dirección, Velocidad de servicio.



RPCAFD

ORIGINAL

Recibido: 20 dic 2022
 Aceptado: 03 mar 2023

Correspondencia:

Jorge Mauricio Celis

Email:

jorgecelism@usta.edu.co



CINEMAROS SAC



ABSTRACT

Aim: To describe the association between anthropometric variables, agility, and power in female adolescent volleyball players and compare the results to the competition category: *infantil* vs. *menores*.

Methodology: The participants were volleyball players from two clubs in Bogota n=25; the sample was divided into two groups: *infantil* (n=13), aged 13.55 ± 1.36 and *menores* (n=13), aged 15.74 ± 0.49 . Basic anthropometry was evaluated, and the following protocols were applied: Counter Movement Jump CMJ, Medicine Ball Throw MBT, serve velocity, 5-0-5 test, and T-test agility test. Descriptive statistics, Pearson correlations, and a comparison between groups was performed for the analysis.

Results: Height was related ($p < 0.01$) with CMJ, LBM 5-0-5I, T-test, and ($p < 0.05$) with serve velocity and 5-0-5D. The CMJ with the agility tests in short distances ($p < 0.01$) and MBT with the serve velocity ($p < 0.01$) in the total sample. Differences ($p < 0.01$) were found in fat mass when comparing the categories and ($p < 0.05$) in the 5-0-5 test turning for the right side.

Conclusion: The weight and fat mass increased according to age; the height was associated with the performance of the power and agility of the volleyball players, as well as the CMJ with agility tests and the MBT with serve velocity. The comparison between the *infantiles* and *menores* shows changes in fat mass and the 5-0-5D test.

Keywords: Volleyball, Youth sports, Agility, Serve velocity.

Introducción

El rendimiento en muchos deportes depende de la capacidad del jugador para generar fuerza rápidamente¹, según Tramel et al.² en el voleibol se presentan múltiples esfuerzos explosivos que ocurren repetidamente durante la competencia, lo cual, predomina durante aquellos elementos técnicos que permiten ganar más puntos en el juego (remate, bloqueo, servicio), esto lleva a que la habilidad explosiva subyace en el desempeño exitoso de dichos elementos. Aunque la fuerza se manifieste en todos los golpes, en el caso del servicio es más evidente en el saque contundente.³

El voleibol es un deporte intermitente de alta intensidad intercalado con periodos de baja intensidad, en el cual, según Battaglia et al.⁴ se requiere de combinaciones óptimas de fuerza, potencia y agilidad en los jugadores, considerando su nivel de competencia y la posición de cada jugador pues cada uno cumple con un rol específico que requiere de diferentes cualidades físicas para las demandas del juego⁵; durante los periodos de alta intensidad, los jugadores participan en acciones de salto tanto defensivo (bloqueo) como ofensivo (ataque y servicio), donde se requiere de fuerza, potencia, agilidad y velocidad.^{6,7}

Como menciona Marques et al.⁸ y además de las habilidades técnicas y tácticas, se ha argumentado que los trabajos de explosividad son los factores más importantes que contribuyen al rendimiento exitoso durante las competencias de élite. La fuerza explosiva, la cual se define como la capacidad de realizar la mayor tensión en el menor tiempo posible, es considerado como un aspecto fundamental en el rendimiento de un deporte como el voleibol, es por eso que cuando la velocidad y la fuerza máxima se combinan, la potencia es el resultado⁹; siendo importante al momento de correr, saltar y realizar cambios de dirección; así mismo, en un estudio presentado por Lockie et al.⁷ se encuentra una gran relación entre la potencia y los cambios de dirección en mujeres voleibolistas de primera división haciendo referencia a la transferencia que la potencia puede tener hacia otras capacidades, como por ejemplo la relación entre la potencia y el salto vertical donde, según Silva et al.¹⁰ dicha capacidad tiene una influencia directa sobre el salto vertical indicando el nivel de rendimiento del atleta.

Autores como Lidor et al.¹¹ ven la importancia de la fuerza y potencia tanto en miembros superiores

como inferiores, el óptimo desarrollo de esas capacidades es posible por medio de la aplicación de un método de entrenamiento específico: la pliometría; que causará cambios neuromusculares facilitando el desarrollo de movimientos rápidos y explosivos¹²; el trabajo de lanzamiento de balón medicinal y el rendimiento en el salto, son factores determinantes al momento de hablar de desempeño en voleibol ya que son medios que permiten el trabajo de dichas capacidades, además, permite hacer una transferencia a tareas más específicas en el deporte en términos de velocidad del móvil.¹³

Se ha demostrado que los ejercicios pliométricos y el lanzamiento de balón medicinal, permiten mejorar y evaluar la fuerza explosiva tanto de miembros inferiores como superiores pues estos combinan la fuerza con la velocidad del movimiento para producir potencia.^{14,15} Según Gabbett et al.¹⁶ la evaluación de las capacidades físicas mencionadas permitirá a los entrenadores

identificar las debilidades de cada jugador y ejecutar programas de entrenamiento específico en pro de la mejora del rendimiento de su equipo⁵, siendo posible usar los resultados como una herramienta para la detección de talentos en el voleibol.¹⁷

La morfología, el nivel de desarrollo de la fuerza explosiva y de la agilidad va cambiando durante el aumento de edad de las deportistas adolescentes^{18,19}, razón que permite indagar y profundizar en la interacción de los mismos durante este periodo de vida; por tanto, el objetivo de este estudio fue describir la asociación entre las variables antropométricas, agilidad y explosividad evaluadas con test de campo y comparar los resultados según la categoría de competencia: infantiles vs menores.

Metodología

Tipo de estudio y muestra

Este estudio fue realizado con un enfoque cuantitativo, bajo un diseño transversal y netamente descriptivo, las participantes fueron 25 jóvenes jugadoras de voleibol entre las edades 10.45 - 16.87 años (muestreo por conveniencia), afiliadas a los clubes deportivos *Volley Fortín Colombia* y *Wizard Volley team*, la posición de juego de las participantes era: Punta (n=8), Central (n=3), Libero (n=2), Opuesto (n=5), Armador (n=3) y Formación (n=4); formación corresponde a las niñas que no tenían posición definida.

Las jugadoras fueron divididas según la categoría de competición en la que participan en Colombia, la categoría Infantil (n=13) niñas (edad: 13.55 ± 1.36 años; estatura: 158.33 ± 6.05 cm; peso: 51.91 ± 7.62 kg) y categorías menores (n=12) niñas (edad: 15.74 ± 0.49 años; estatura: 160.92 ± 7.38 cm; peso: 57.18 ± 5.56 kg. Como criterios de inclusión, se tuvo en cuenta tener al menos un año (para infantil) y al menos dos años (para menores) entrenando voleibol y hacer parte del equipo que compite a nivel regional de la ciudad de Bogotá.

Procedimiento

Los padres y/o representantes legales han autorizado la participación de las menores y el uso de los datos para esta investigación. El estudio se ajusta al código de ética de la declaración de Helsinki, la cual dicta los principios para la investigación en seres humanos promulgado por la Asociación Médica Mundial. (AMM), donde, por ejemplo, los padres y/o participantes pueden retirarse de la investigación en el momento que lo deseen, también se obtuvo la aprobación de los directores de los clubes participantes. (*Volley Fortín Colombia* y *Wizard Volley team*, en noviembre del 2021 en la ciudad de Bogotá DC).

Las pruebas se realizaron en el coliseo de la sede del club *Volley Fortín Colombia*, en Bogotá DC. En el momento de presentación de las pruebas, las jugadoras estaban familiarizadas las ejecuciones de fuerza-potencia y agilidad que debían realizar dada por explicación y demostración por parte de los evaluadores. Se creó y se llevó una ficha de registro para cada jugador, la cual se diligenció a lo largo del proceso de las pruebas.

La edad cronológica fue calculada según la fecha de nacimiento y la fecha de realización de las

pruebas; se realizó una evaluación antropométrica donde se obtuvo el peso, estatura, y pliegues cutáneos (tríceps y pantorrilla), realizada por un mismo antropometrista. Se realizó el protocolo de Slaughter et al.²⁰ para conocer el porcentaje de grasa. Las pruebas que se evaluaron fueron CMJ, prueba de agilidad 5-0-5, *T-test*, LBM (2kg) y velocidad de servicio con balón de voleibol.

El *Counter Movement Jump (CMJ)*, es un test que evalúa la fuerza explosiva en miembros inferiores, en el que el sujeto partió de una posición erguida y con las manos en las caderas; posteriormente realizó un salto vertical por medio de una flexión seguida lo más rápidamente de una extensión de sus miembros inferiores.²¹

El test 5-0-5 es una prueba que evalúa la agilidad del sujeto, se marcó un punto de salida y desde ese punto dos distancias una de 5 metros y otra de 10 metros; en la primera distancia (5 metros) se ubicaron las fotoceldas. El deportista se situaba en el punto de salida, posteriormente debía correr hasta llegar a la distancia de 10 metros, allí pasar solo un pie y girar 180° y devolverse al punto de salida, recorriendo una distancia total de 20 metros. Las fotoceldas activaban y detenían el cronómetro al momento en el que el deportista pasaba la distancia de 5 metros.

El *T-test* es una prueba de agilidad, en la cual se situaron 4 conos separados entre sí formando una T; los tres conos que formaban la línea horizontal se debían encontrar a 5 metros entre sí y el cono de la punta inferior de la línea vertical de la T, se debía encontrar a 10 metros del cono del centro. El deportista se ubicaba en el punto de salida es decir en la punta inferior de la T; donde se encontraban las fotoceldas, las cuales activaban el cronómetro cada vez que el deportista cruzaba. La prueba consistía en correr hacia el cono del centro y tocarlo con la mano derecha, luego en un desplazamiento lateral corría hacia el cono que se encontraba a su derecha, debía tocarlo y posteriormente desplazarse al cono de la otra esquina, es decir el segundo que se encuentra a su izquierda y tocar su base con la mano, seguido a esto tenía que desplazarse lateralmente al cono del centro tocar su base y con un desplazamiento hacia atrás, volver al punto de partida donde las fotoceldas se desactivaban cuando cruzara la línea; recorriendo una distancia total de 40 metros.²² Se realizaron dos intentos variando la dirección de

izquierda o derecha del primer cono, obteniendo el mejor tiempo y la media de los dos intentos.

La prueba de lanzamiento de balón medicinal se realizó con un balón de 2 kg; el objetivo fue evaluar la fuerza de los miembros superiores; en esta, se ubicó un decámetro en el suelo, el sujeto debía ubicarse en el punto 0 y desde allí efectuar el lanzamiento del balón lo más lejos posible, es importante mencionar que el deportista no podía: tomar impulso, pisar la línea ni saltar, y el lanzamiento debía ser por encima de la cabeza.

La prueba de velocidad de servicio se realizó con un balón de voleibol Molten 4.500, la altura de la malla fue de 2,10 cm. Las deportistas se ubicaron detrás de la línea de servicio, donde realizaron un saque de tenis; en el caso de algunas deportistas pertenecientes a la categoría infantil se situaron en la línea de ataque, debían realizar tres servicios los cuales tenían que ser efectivos es decir que no debían pisar la línea al momento de realizar el saque, estos debían pasar por encima de la malla y caer dentro del terreno de juego. Únicamente se tomaba registro de los servicios que cumplían con las condiciones anteriormente mencionadas; el objetivo de esta prueba fue medir la velocidad del balón con el radar (*Smart Coach Radar (model SR1100)*) que se encontraba ubicado 1 metro detrás de la participante que realizaba el gesto técnico.

Todos los deportistas realizaron el mismo calentamiento estandarizado, que incluyó movilidad articular, desplazamientos y estiramientos dinámicos con duración de 10 minutos antes de presentar las pruebas. Los participantes se distribuyeron en grupos para rotar por las diferentes estaciones donde se llevaron a cabo las pruebas, primero se realizó antropometría, posteriormente el calentamiento, seguido de las pruebas de tren inferior y por último las de tren superior; en cada test se permitieron 3 intentos excepto las pruebas de agilidad (*T-test* y 5-0-5), donde se realizaron dos intentos tanto por izquierda como por derecha.

Instrumentos

Los instrumentos que se emplearon para la evaluación de medidas antropométricas fueron el tallímetro portátil (SECA-213), báscula de piso móvil (SECA-874) y para pliegues cutáneos el adipómetro *Harpender profesional skinfold*

(*model: SFC-1000*); para los test se usó un decámetro Komelon 30 mts fibra de vidrio (UTH 43500190), fotoceldas de luz infrarroja tipo reflejo modelo WL34-R240, balón medicinal 2kg de rebote *sportfitness*, la plataforma de salto Axon Jump S y el *Smart Coach radar (model:SR1100)*.

Análisis estadístico

La estadística descriptiva incluyó mínimo, máximo, promedio \bar{x} y desviación estándar SD

para el total de las variables, después de constatar la normalidad de los datos con la prueba de Shapiro-Wilk, se realizaron múltiples correlaciones bivariadas de Pearson y una comparación entre la categoría infantil y la categoría menores usando la prueba t-student. Los datos fueron analizados mediante el paquete estadístico *IBM SPSS* versión 27.0 para MAC OS.

Resultados

En la **tabla 1** se evidencia la estadística descriptiva para el total de la muestra (n=25), permitiendo determinar el nivel de explosividad y agilidad de las jugadoras expresando los resultados en mínimo, máximo, promedio \bar{x} y desviación estándar (SD) en función de las variables edad cronológica (14.60 \pm 1.51), estatura (159.58 \pm 6.92), peso

(54.44 \pm 7.10), masa grasa (24.14 \pm 3.58), CMJ (26.61 \pm 4.71), LBM 2 kg (6.02 \pm 1.28), Velocidad de servicio máxima (51.36 \pm 5.54), Velocidad de servicio promedio (49.60 \pm 5.09), 5-0-5 Derecha (3.12 \pm 0.24), 5-0-5 Izquierda (3.13 \pm 0.24), T-test Derecha (3.01 \pm 1.15) y T-test Izquierda (3.22 \pm 1.13).

Tabla 1. Estadística descriptiva para el total de la muestra (n=25)

Variable	Unidades	Mínimo	Máximo	\bar{x}	SD	Shapiro-Wilk	
						Valor	p
Edad Cronológica	Años	10.45	16.87	14.60	1.51	0.906	0.025
Estatura	cm	143.1	172.3	159.58	6.92	0.969	0.628
Peso	kg	36.3	67.7	54.44	7.10	0.975	0.768
Masa grasa	%	17.91	30.29	24.14	3.58	0.961	0.433
CMJ	cm	15.2	34.2	26.61	4.71	0.956	0.348
LBM 2kg	m	3.3	8.9	6.02	1.28	0.968	0.603
Vel. Servicio Máx.	km/h	42	66	51.36	5.54	0.952	0.272
Vel. Servicio Prom.	km/h	41.3	62.3	49.60	5.09	0.959	0.387
5-0-5 Derecha	s	2.74	3.75	3.12	0.24	0.968	0.597
5-0-5 Izquierda	s	2.63	3.53	3.13	0.24	0.966	0.538
T-test Derecha	s	11.77	14.45	13.18	1.15	0.968	0.601
T-test Izquierda	s	11.39	14.49	13.38	1.13	0.958	0.380

LBM= Lanzamiento Balón Medicinal sobre la cabeza de 2 kilogramos

Vel. Servicio Máx.= Velocidad de Servicio Máximo

Vel. Servicio Prom.= Velocidad de Servicio Promedio

En las correlaciones cruzadas de la **tabla 2** se puede evidenciar que el aumento de la edad genera aumento de peso y de masa grasa, así como rendimiento en LBM y en los tiempos de la prueba

de agilidad de 5-0-5. Las tres variables que más asociaciones presentan son las que corresponden a la estatura, CMJ y LBM 2kg. Por otro lado, las variables CMJ y los test que evalúan agilidad

con desplazamiento más corto, es decir el test de 5-0-5 tanto por derecha como por izquierda se correlacionan con valores de ($p<0.01$), caso contrario a lo ocurrido con el T-test, que requiere de un desplazamiento mayor y únicamente por

derecha encuentra un valor de ($p<0.05$). También se encuentra una interesante correlación que demuestra que las jugadoras que más alcance en LBM también ejecutan una mayor velocidad de servicio ($p<0.01$).

Tabla 2. Correlaciones cruzadas de Pearson para el total de la muestra. (n=25)

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Edad	X											
2. Estatura		X										
3. Peso	0.486*	0.557**	X									
4. Masa grasa	0.420*			X								
5. CMJ		0.562**			X							
6. LBM 2kg	0.512**	0.749**			0.702**	X						
7. Vel. Servicio Máx.		0.427*			0.646**	0.716**	X					
8. Vel. Servicio Prom.		0.472*			0.613**	0.762**	0.978**	X				
9. 5-0-5 Derecha	-0.440*	-0.446*			-0.715**	-0.664**	-0.520**	-0.529**	X			
10. 5-0-5 Izquierda	-0.553**	-0.539**			-0.601**	-0.709**	-0.447*	-0.483*	0.848**	X		
11. T-test Derecha		-0.628**	-0.451*		-0.398*	-0.606**	-0.417*	-0.448*	0.442*		X	
12. T-test Izquierda		-0.670**			-0.619**	-0.397*			0.478*	0.821**		X

LBM 2kg= Lanzamiento Balón Medicinal sobre la cabeza de 2 kilogramos

Vel. Servicio Máx.= Velocidad de Servicio Máximo

Vel. Servicio Prom.= Velocidad de Servicio Promedio

* $p<0.05$ ** $p<0.01$

En la **tabla 3** se encuentra el promedio \bar{x} y la desviación estándar SD según la categoría de competición; infantil (n=13) y menores (n=12) y la comparación según la prueba t-students, teniendo en cuenta las pruebas antropométricas, se puede evidenciar que la variable estatura entre las categorías es similar, siendo en infantil (158.33 cm) y en menores (160.92 cm), en cuanto al peso,

se puede observar que hay una diferencia de 5.27 kg entre las categorías, en infantil (51.91 kg) y en menores (57.18 kg), en cuanto al porcentaje de masa grasa, se evidencia un porcentaje mayor en la categoría menores (26.06%) a diferencia de la categoría infantil (22.37%), incluso siendo un valor significativo ($p < 0.01$).

Tabla 3. Comparación entre la categoría infantil y la categoría menores con la prueba t-student.

Variable	Infantil (n=13)		Menores (n=12)		p
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	
Edad Cronológica	13.55	1.36	15.74	0.49	0.000**
Estatura	158.33	6.05	160.92	7.38	0.362
Peso	51.91	7.62	57.18	5.56	0.062
Masa Grasa	22.37	3.17	26.06	3.03	0.007**
CMJ	25.73	4.10	27.57	5.30	0.339
LBM 2kg	5.60	1.17	6.48	1.28	0.089
Vel. Servicio Máx.	50.07	4.75	52.75	6.19	0.236
Vel. Servicio Prom.	48.05	4.31	51.27	5.52	0.116
5-0-5 Derecha	3.21	0.19	3.02	0.25	0.042*
5-0-5 Izquierda	3.22	0.15	3.03	0.28	0.055
T-test Derecha	13.28	0.63	12.73	0.85	0.081
T-test Izquierda	13.39	0.63	13.03	0.93	0.258

LBM 2kg= Lanzamiento Balón Medicinal sobre la cabeza de 2 kilogramos

Vel. Servicio Máx.= Velocidad de Servicio Máximo

Vel. Servicio Prom. = Velocidad de Servicio Promedio

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

Frente a los test físicos se puede evidenciar similitudes en los resultados entre los dos grupos, como en la variable de CMJ con una diferencia de poco menos de 2 cm, siendo en infantil (25.73 cm) y en menores (27.57 cm), al igual que en la variable que corresponde a LBM 2kg donde se

encuentra una diferencia de menos de 1 metro, en infantil (5.60m) y en menores (6.48m), caso continuo y persistente en casi todas las capacidades evaluadas, sin embargo, a pesar de la diferencia de edad solo el test de 5-0-5 por derecha presentó diferencia estadística de ($p < 0.05$).

Discusión

Después de evaluar con test de campo la explosividad y agilidad de las adolescentes voleibolistas de sexo femenino de nivel competitivo, el análisis de los resultados reveló que, en este estudio, la estatura es la variable que más se correlaciona al mejor desempeño en todas las pruebas ejecutadas; el CMJ se asocia con las pruebas de agilidad de desplazamientos cortos (llegando a tener valores significativos), y en un desplazamiento más largo contrario a la agilidad con desplazamientos más largos, además, existe una relación entre las variables LBM y velocidad de servicio, siendo este primero un test de potencia de fácil acceso y muy práctico para usar en los clubes.

En la comparación entre categorías infantiles y menores, en la antropometría, a pesar de que la diferencia de edad fue de un poco más de 2 años, la estatura fue similar, el peso cambió en su promedio 5.27kg, finalmente la variable porcentaje de masa grasa reveló una diferencia significativa ($p < 0.01$) con un aumento de 3.69% en la categoría menores.

La descripción y comprensión de las características físicas son importantes ya que las variaciones en el rendimiento físico (ej. salto vertical, agilidad, velocidad) y en la habilidad (ej. remate, finta) pueden llegar a explicarse en cierta medida por los datos antropométricos.²³ El estudio de Grgantov, et al.²⁴ evaluaron adolescentes jugadoras de voleibol ($n=246$), las cuales, fueron divididas en 4 grupos según la edad (Grupo 1= 12 a 13 años, grupo 2= 14 a 15 años, grupo 3= 16 a 17 años y grupo 4= 18 a 19 años), en este se evidencia un aumento de la estatura y la masa corporal a medida que aumentaba la edad, tal como se puede observar en el presente estudio, donde al realizar una comparación entre categoría infantil y menores, se encuentra que a medida que aumenta la edad, aumenta la estatura, sin embargo es de resaltar que la diferencia en estatura entre categorías no es muy notable; esto puede explicarse con estudios recientes relacionados con maduración, donde se expone que las jóvenes suelen superar el pico de velocidad de crecimiento sobre los 12 años, llegando a más del 90% de su estatura adulta cerca de los 13 años.¹⁸

Por otra parte, según un estudio realizado por González De Los Reyes et al.²⁵, donde se buscaba valorar la influencia que tiene la edad, el nivel competitivo y la posición de juego en la antropometría y la condición física en jóvenes de sexo masculino, se evidenció una influencia de la edad sobre la estatura, pero no en el porcentaje de grasa en los niveles competitivos en el rango de edad de 13-18 años, por el contrario, en las voleibolistas adolescentes evaluadas en el presente estudio, el porcentaje de grasa se correlaciona a la edad y también presentó valores significativos ($p < 0.01$) al comparar dos categorías de diferentes edades, lo cual podría explicarse a los múltiples cambios que se presentan en el sexo femenino durante la adolescencia¹⁸ como por ejemplo, la presencia de la menarquia y el ensanchamiento de pelvis.¹⁹

Las variables correspondientes al rendimiento físico de este estudio, no son muy diferentes entre las dos categorías evaluadas, contrario a lo expuesto por Cherouveim et al.²⁶, quien menciona que hay efecto de la edad sobre el rendimiento en las diferentes pruebas entre los dos grupos (sub13 y sub14), específicamente en la altura del salto donde el grupo con mayor edad tuvo mejores resultados que el grupo más joven; así mismo en el estudio de Nikolaidis et al.²⁷, donde se evalúa un grupo de jugadoras de voleibol ($n=72$) de categoría infantil (edad: 13.3 años) se explica que debido al crecimiento y al desarrollo se ha observado un efecto de la edad, donde los jugadores con mayor edad saltan más alto que sus contrapartes adolescentes, esto se puede evidenciar en el presente estudio, donde a pesar de que el resultado en la prueba de CMJ es bastante similar, la categoría menores obtuvo mejores resultados a comparación de la categoría infantil. Es importante mencionar, que estas diferencias también podrían atribuirse no sólo a la edad sino también al nivel de entrenamiento.¹¹

Los valores promedio obtenidos en la prueba CMJ son similares a los valores obtenidos por Grgantov et al.³ en jugadoras de voleibol de el mismo rango de edad; sin embargo al momento de comparar los resultados en dicha prueba con el estudio de Cherouveim et al.²⁶ donde participaron jugadoras de alto rendimiento ($n=389$, edad=

14.2 años), se encuentra una diferencia de casi 9 cm en el mismo promedio de edad; teniendo en cuenta los percentiles presentados en ese estudio, la población evaluada en la presente investigación se encuentra entre un percentil 10 y 25 según las referencias del estudio mencionado para las dos categorías evaluadas.

En algunos estudios como el de Sahin²⁸, se encontró una relación entre el salto vertical y la agilidad; igual que como se puede evidenciar en el presente estudio, donde se encontró una fuerte correlación con la agilidad en distancias cortas ($p < 0.01$). Barnes et al.²⁹, sugiere que el entrenamiento predominante en el dominio vertical, puede llegar a producir mejoras en la agilidad. Por otra parte, Peterson et al.³⁰ evaluaron atletas universitarios de primer año ($n = 19$ hombres y 36 mujeres), y se reportó una correlación significativa entre el T-test y el salto vertical en mujeres caso contrario a lo evidenciado en el presente estudio, ya que el T-test no generó asociación con él CMJ, este hecho se podría tener en cuenta para posibles estudios que comparen categorías infantiles, menores y universitarias.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en las pruebas de agilidad se pudo evidenciar que la categoría menores obtuvo mejor rendimiento en la agilidad comparado con la categoría infantil, posiblemente por la edad, situación similar al estudio de Schaal et al.³¹, en el que se evaluaron mujeres jugadoras de voleibol de 4 equipos, dos de escuelas secundarias ($n = 27$) y dos equipos universitarios de la división I ($n = 26$), en donde a pesar de que no se presentaron cambios importantes en los resultados entre esos dos niveles, se pudo evidenciar que las deportistas de mayor edad (equipos universitarios) obtuvieron mejores resultados en comparación a las de escuela secundaria.

En cuanto a la variable de lanzamiento de balón medicinal y velocidad de servicio, se pudo analizar que la categoría menor obtuvo mejores resultados en ambas pruebas. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por Cherouveim et al.²⁶ donde se realizó la prueba de LBM con un balón de 1kg, se pudo evidenciar una gran diferencia entre los resultados con la presente investigación en la cual se ejecutó con un balón de 2kg, encontrándose una diferencia de 2.25 m, en jugadoras del mismo rango de edad. Por otra parte,

Grgantov et al.³ explica que la fuerza explosiva en la parte superior del cuerpo es esencial y juega un papel fundamental durante los ataques y servicios con, lo cual se evidencia en el presente estudio, donde se encontró una correlación entre LMB y velocidad de Servicio. Pereira et al.¹³ evaluó a un total de 20 jugadoras jóvenes de una escuela secundaria, las cuales fueron divididas en dos grupos; uno experimental el cual tuvo ejercicios adicionales de fuerza y potencia tanto en miembros superiores como inferiores, entre esos el lanzamiento de balón medicinal; y el grupo de controles quienes debían cumplir con la sesión planeada, encontrando una mejora en la fuerza explosiva del grupo experimental en miembros superiores. Adicionalmente, la distancia en el lanzamiento del balón medicinal, es un componente importante pues el entrenamiento de fuerza basado en los movimientos explosivos puede mejorar el rendimiento en las extremidades superiores.^{8,32}

Como limitación del presente trabajo, no se consiguió ejecutar exactamente el mismo protocolo para la evaluación de la velocidad del servicio, debido a que cuatro jugadoras de la categoría infantil, suelen servir por debajo y se encuentran en proceso de formación del gestor técnico del saque de tenis, por tanto, se tuvo que realizar la prueba desde una distancia más cercana a la red. La cantidad de jugadoras y clubes participantes es limitada y finalmente se propone ejecutar investigaciones con mayor población en cada una de las categorías, habilitando la posibilidad de análisis según la posición de juego de cada jugadora y controlado por una variable de maduración biológica como lo es el pico de velocidad de crecimiento PVC.

Finalmente, este estudio refuerza el área de conocimiento sobre el comportamiento de la explosividad (evaluada con CMJ y LBM) y la agilidad (evaluada por T-Test y 5-0-5), en voleibolistas adolescentes de sexo femenino; revelando que, la estatura es un indicador que se relaciona con el rendimiento físico durante este periodo de la vida, sin embargo, al comparar dos categorías de competencia, como son infantiles y menores, y con una diferencia de edad de más de dos años, las diferencias en estatura y rendimiento no fue tan relevante, contrario al comportamiento de la masa grasa.

El peso y masa grasa incrementaron con el avance de edad de las voleibolistas, la estatura fue la medida antropométrica que más se asoció al rendimiento de la explosividad y agilidad, existiendo otras correlaciones importantes como el CMJ con las pruebas de agilidad, y el LBM con la velocidad de servicio. Al comparar la categoría infantil y la categoría menores, se evidenciaron cambios en la masa grasa y en el test de 5-0-5D a pesar de existir una diferencia de edad de poco más de dos años entre estas dos categorías.

Aplicaciones prácticas

El salto CMJ, el lanzamiento de balón medicinal y las pruebas de agilidad aplicadas en este trabajo tienen protocolos de fácil acceso, permite a los entrenadores identificar las debilidades de sus jugadores, acercarse a los procesos de detección de talentos y ejecutar programas específicos en pro de la mejora del rendimiento.

Referencias

1. González Badillo, J, y Ribas, J. Bases de la programación del entrenamiento de fuerza. Editorial INDE; 2002.
2. Tramel, W., Lockie, R., Lindsay, K., & Dawes, J. Associations between absolute and relative lower body strength to measures of power and change of direction speed in division II females volleyball players. *Sports (Basel)*. 2019; 7(7): 160. <https://doi.org/10.3390/sports7070160>
3. Grgantov, Z., Milić, M., & Katić, R. Identification of Explosive Power Factors as Predictors of Player Quality in Young Female Volleyball Players. *Collegium antropologicum*. 2013; 37 Suppl 2, 61-68.
4. Battaglia, G., Paoli, A., Bellafiore, M., Bianco, A., & Palma, A. Influence of a sport-specific training background on vertical jumping and throwing performance in young female basketball and volleyball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2014; 54(5), 581-587.
5. Paz, G.A., Gabbett, T.J., Maia, M.F., Santana, H, Miranda, H & Lima, V.. Physical performance and positional differences among young female volleyball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2017; 57:1282-9. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06471-9>
6. González-Ravé, J. M., Arija, A., & Clemente-Suarez, V. Seasonal changes in jump performance and body composition in women volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2011; 25(6), 1492-1501. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181da77f6>
7. Lockie, R.G., Dawes, J.J & Callaghan, S.J. Lower-body power, linear speed, and change of direction speed in Division I collegiate women's volleyball players. *Biology of sport*. 2020; 37 (4). <https://doi.org/10.5114/biol sport.2020.96944>
8. Marques, M. C., van den Tillaar, R., Gabbett, T. J., Reis, V. M., & González-Badillo, J. J. Physical fitness qualities of professional volleyball players: Determination of positional differences. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009; 23(4), 1106-1111. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31819b78c4>
9. Chu, D., & Myer, G. Libro Pliometría: Ejercicios pliométricos para un entrenamiento completo. Editorial Paidotribo; 2015.

10. Silva, A. F., Clemente, F.M., Lima, R., Nikolaidis, P.T., Rosemann, T & Knechtle, B. The effect of plyometric training in volleyball players: a systematic review. *International journal of environmental research and public health*. 2019; 16(16). <https://doi.org/10.3390/ijerph16162960>
11. Lidor, R., & Ziv, G. Physical characteristics and physiological attributes of adolescent volleyball players-a review. *Pediatric Exercise Science*. 2010; 22(1), 114-134. <https://doi.org/10.1123/pes.22.1.114>
12. Mroczek, D., Mackala, K., Kawczynski, A., Superlak, E., Chmura, P., Seweryniak, T & Chmura, J. Effects of volleyball plyometric intervention program on vertical jumping ability in male volleyball players. *The journal of sports medicine and physical fitness*. 2017; 58(11):1611-1617 <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07772-6>
13. Pereira, A., Costa, A. M., Santos, P., Figueiredo, T., & João, P. V. Training strategy of explosive strength in young female volleyball players. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*. 2015; 51(2), 126-131. <https://doi.org/10.1016/j.medic.2015.03.004>
14. Stockbrugger, B. A., & Haennel, R. G. Validity and reliability of a medicine ball explosive power test. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2001; 15(4), 431-438.
15. Vassil, K., & Bazanov, B. The effect of plyometric training program on young volleyball players in their usual training period. *Journal of Human Sport and Exercise*. 2012; 7(1Proc), S35-S40. <https://doi.org/10.4100/jhse.2012.7.Proc1.05>
16. Gabbett, T., & Georgieff, B. Physiological and Anthropometric Characteristics of Australian Junior National, State, and Novice Volleyball Players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. 2007; 21, 902-908. <https://doi.org/10.1519/R-20616.1>
17. Gabbett, T., Georgieff, B., Anderson, S., Cotton, B., Savovic, D., & Nicholson, L. Changes in skill and physical fitness following training in talent-identified volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2006; 20(1), 29-35. <https://doi.org/10.1519/R-16814.1>
18. 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>
19. Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. *Growth, maturation, and physical activity*. Human kinetics; 2004.
20. 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.
21. Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1983; 50(2), 273-282. <https://doi.org/10.1007/BF00422166>
22. Badenhorst, E. Keuringsmodel vir talentidentifisering by 16-jarige sokkerspelers. (A selection model for talent identification for 16-year-old soccer players. South Africa) Master's thesis, North West Univ. 1998. 52p.

23. Stamm, R., Stamm, M., & Koskel, S. Age, body build, physical ability, volleyball technical and psychophysiological tests and proficiency at competitions in young female volleyballers (aged 13–16 years). *Papers on Anthropology*. 2002; No.11 pp.253-282 ref.33
24. Grgantov, Z., Katić, R., & Janković, V. Morphological characteristics, technical and situation efficacy of young female volleyball players. *Collegium antropologicum*. 2006; 30, 87-96.
25. Gonzalez De Los Reyes, Y., Sedano Campo, S., Fernandez, J., y Díaz, H. Estudio comparativo de factores antropométricos y de condición física en jugadores jóvenes de voleibol colombiano. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*. 2014; 17, 53-63. <https://doi.org/10.31910/rudca.v17.n1.2014.940>
26. Cherouveim, E., Tsolakis, C., Ntozis, C., Gkoutas, K., & Koulouvaris, P. Anthropometric and physiological characteristics of 13–14-year-old female volleyball players in different playing positions. *Journal of Physical Education and Sport*. 2020; 20(6):3642-3650. <https://doi.org/10.7752/jpes.2020.06491>
27. Nikolaidis, P.T., Gkoudas, K., Afonso, J., Clemente-Suarez, V., Knechtle, B., Kasabalis, S., Kasabalis, A., Douda, H., Tokmakidis, S., Torres-Luque, G. Who jumps the highest? Anthropometric and physiological correlations of vertical jump in youth elite female volleyball players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 2017; 57 (6). <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06298-8>
28. Sahin, H. M. Relationships between acceleration, agility, and jumping ability in female volleyball players. *European Journal of Experimental Biology*. 2014; 4(1):303-308
29. Barnes, J. L., Schilling, B. K., Falvo, M. J., Weiss, L. W., Creasy, A. K., & Fry, A. C. Relationship of jumping and agility performance in female volleyball athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2007; 21(4), 1192-1196. <https://doi.org/10.1519/R-22416.1>
30. Peterson, M., Alvar, B., & Rhea, M. The Contribution of Maximal Force Production to Explosive Movement Among Young Collegiate Athletes. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. 2006; 20, 867-873. <https://doi.org/10.1519/R-18695.1>
31. Schaal, M., Ransdell, L. B., Simonson, S. R., & Gao, Y. Physiologic performance test differences in female volleyball athletes by competition level and player position. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2013; 27(7), 1841-1850. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31827361c4>
32. Forthomme, B., Croisier, J.-L., Ciccarone, G., Crielaard, J.-M., & Cloes, M. Factors Correlated with Volleyball Spike Velocity. *The American Journal of Sports Medicine*. 2005; 33(10), 1513-1519. <https://doi.org/10.1177/0363546505274935>

Conflictos de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

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