

POTENCIA, VELOCIDAD Y AGILIDAD CON REFERENCIA A LA POSICIÓN EN EL BALONCESTO

POWER, VELOCITY AND AGILITY ACCORDING TO PLAYING POSITION IN BASKETBALL

Recibido el 28 de marzo de 2024 / Aceptado el 16 de septiembre de 2024 / DOI: 10.24310/riccafd.13.2.2024.19616
Correspondencia: Carlo Biancardi. cbiancardi@cup.edu.uy

Chumino, R.^{1ABCD}; **Texeira, C.**^{2BCD}; **Giannechini, G.**^{3BC}; **Biancardi, C. M.**^{4FABCD}

¹ ISEF, CENUR Litoral Norte, Universidad de la República, Paysandú (UY), rchumino@cup.edu.uy

² ISEF, CENUR Litoral Norte, Universidad de la República, Paysandú (UY), caroltexeira7@gmail.com

³ LIBiAM, CENUR Litoral Norte, Universidad de la República, Paysandú (UY), gonzaloo9393@gmail.com

⁴ LIBiAM, CENUR Litoral Norte, Universidad de la República, Paysandú (UY), cbiancardi@cup.edu.uy

Responsabilidades

^ADiseño de la investigación. ^BRecolector de datos. ^CRedactor del trabajo. ^DTratamiento estadístico. ^EApoyo económico. ^FIdea original y coordinador de toda la investigación.

■ RESUMEN

El rendimiento en el baloncesto depende de varios factores. Entre estos, se considera relevante la potencia anaeróbica, que es la base de varias acciones de juego. Sin embargo, la fuerza, resistencia, velocidad, agilidad y coordinación son capacidades determinantes en este deporte.

En este sentido, el objetivo de la investigación fue medir y analizar resultados de pruebas de saltos (altura y potencia), de sprint repetidos (velocidad y resistencia) y de agilidad, buscando correlaciones y relaciones con la posición de juego. Para la colecta de datos fue imprescindible la utilización de protocolos validados e instrumentación adecuada: pruebas de sprint repetidos (RSA), test "T" modificado de agilidad y saltos con contramovimiento (CMJ) y de tipo *squat jump* (SJ) sobre plataforma dinamométrica.

Mediante el análisis de la relación fuerza-velocidad durante un salto vertical que representa el estándar de oro, se evaluó la potencia máxima de los miembros inferiores.

Las correlaciones fuertes fueron determinadas entre valores de pico de potencia y altura del salto, mientras que, entre estas variables y el



mejor tiempo en RSA la correlación fue estadísticamente significativa; pero débil. La prueba de agilidad no se relacionó con otras medidas. No se han encontrado diferencias significativas entre los diferentes roles y posiciones. Se destaca la diferencia en los resultados de potencia, sprint y agilidad, considerándose que, los datos arrojados son de relevancia para las metodologías de entrenamiento. En este sentido, se destaca la importancia de medir el nivel de las diferentes capacidades con test específicos.

■ PALABRAS CLAVE

rendimiento deportivo, salto vertical, sprint, potencia de salto, agilidad, Baloncesto.

■ ABSTRACT

Basketball performance depends on several factors. Among these, anaerobic power, which is the basis of various game actions, is considered extremely important. However, strength, endurance, speed, agility and coordination are all relevant and determinant factors in this sport.

The objective of this study was to analyze results of jumping tests (height and power), repeated sprint tests (speed and resistance) and agility tests, looking for correlations and relationships with the playing position. For this reason, validated protocols and appropriate instrumentation were used: repeated sprint ability test (RSA) and modified agility "T" test (MAT), both with time measurement provided by photocells, and countermovement jumps (CMJ) and squat jumps (SJ) on a dynamometric platform. Through the analysis of the force-velocity relationship during a vertical jump, which represents the gold standard, the maximum power of the lower limbs was obtained.

Strong correlations were determined between values of peak power and jump height, while between these variables and the best time in RSA the correlation was statistically significant but weak. The result of the agility test was not related to other measures. No significant differences have been found between the different roles and positions. The difference in the results of power-sprint versus agility was remarkable, and we would recommended to take that into account in training plans. We highlighted also the importance of measuring any different ability with a specific test.

■ KEY WORDS

sport performance, vertical jump, sprint, jumping power, agility, Basket.



■ INTRODUCCIÓN

La potencia mecánica es considerada uno de los indicadores importantes de la condición física en atletas y deportistas (1). Los picos máximos de potencia mecánica se realizan durante gestos deportivos rápidos que involucran los miembros inferiores, como saltos horizontales o verticales (2,3). Dos modalidades de salto vertical, el salto con contramovimiento (CMJ) y el salto sin contramovimiento (SJ), son las más utilizadas para evaluar la potencia máxima de los miembros inferiores (4-10). Existe una amplia bibliografía, tanto en el ámbito fisiológico como en la planificación del proceso de entrenamiento, que vincula la potencia máxima con el óptimo desarrollo del gesto deportivo en el baloncesto y otros deportes (11). El test de CMJ se realiza partiendo de una extensión de rodillas en bipedestación, con las manos fijas en la cintura. Se ejecuta un movimiento rápido de flexo extensión de rodillas hasta un ángulo alrededor de 90° para consecutivamente y sin pausa efectuar un salto máximo vertical, sin participación de los miembros superiores (11,12). El test de SJ es realizado a partir de una posición de sentadilla, con las manos a la cintura y las rodillas en flexión mantenida de 90°. Desde esta posición, se asciende verticalmente sin ningún tipo de contra movimiento o rebote, realizando un salto vertical máximo (12).

Entre los atletas de varios deportes colectivos, los jugadores de baloncesto son los que tienen mayor capacidad de salto (13). Es determinante, además de la potencia mecánica, una buena coordinación muscular en la secuencia de ejecución del salto (14). La altura de un salto vertical corresponde a la diferencia entre la altura máxima del centro de masa (CdM) del sujeto durante el salto, y su altura con el sujeto en posición parado de pie (15,16). Mencionada capacidad puede ser obtenida a través de medidas cinemáticas, sistemas de captura y análisis del movimiento o unidades de medición inercial (IMU), o cinética, a través de una doble integración de la curva de fuerza vertical (17,18). Sin embargo, en las evaluaciones deportivas a menudo se considera la altura balística (o de vuelo), haciendo referencia a la diferencia entre la altura máxima del CdM del sujeto durante el salto y su altura al momento del despegue (16,17,19). Esta corresponde a la altura proporcionada por todos los métodos basados sobre la medición del tiempo en el aire, desde el despegue hasta el aterrizaje (alfombras, plataformas dinamométricas, algunas aplicaciones para smartphone) (17). Así mismo, se trata de la altura obtenida por los métodos considerados “estándar de oro”, que calculan el trabajo mecánico, impulso y velocidad vertical al despegue (16,17).



En el baloncesto, se requiere de la capacidad de cambios rápidos de dirección y de velocidad en la carrera (20). Se han calculado alrededor de 100 carreras de alta intensidad por partido, sprint de dos a seis segundos en un promedio de 21 segundos de pausa entre ellos (20), y un total entre 3000 y 5000 metros recorridos (21). Es sumamente importante evaluar, en estos atletas amateur, la capacidad de repetir sprint (RSA) con pausas muy cortas (22), y la agilidad, en los cambios rápidos de dirección (23,24). Algunos autores han propuesto un abordaje que relaciona la evaluación de saltos, sprint y agilidad en jugadores de baloncesto, aunque la correlación entre estas variables o la influencia de la posición en la cancha en los resultados no quedan totalmente aclaradas (7,25-27).

En este trabajo se planteó medir y analizar el rendimiento de potencia, agilidad y velocidad en jugadores amateur de un equipo de baloncesto, con énfasis en la posición de juego. La hipótesis sugiere que estas capacidades están relacionadas entre sí y con el rol del jugador. El diseño experimental incluyó pruebas de salto vertical (28), un test T modificado específicamente para el baloncesto (23,29) y un test de sprints repetidos (RSA) (30,31). En la ciencia del deporte, los aspectos de innovación y novedad son tan importantes como la utilidad práctica de los resultados para el equipo técnico-científico en apoyo a los atletas. El objetivo general del trabajo fue analizar las relaciones entre las capacidades físicas de potencia, velocidad y agilidad en jugadores amateur de baloncesto, considerando su posición de juego, para comprender cómo estas características influyen en el desempeño de cada rol dentro del equipo. Los objetivos específicos de esta investigación fueron: i) Comparar los resultados obtenidos utilizando las diferentes pruebas físicas estandarizadas; ii) Comparar las capacidades físicas de los jugadores según su posición en el campo; iii) analizar las correlaciones entre la potencia, velocidad y agilidad en los jugadores.

■ MATERIAL Y MÉTODOS

Participantes

La población experimental en este trabajo, esta integrada por, dieciocho jugadores amateur de baloncesto del Club Pelotaris (Paysandú), quienes participaron de forma voluntaria brindando sus aptitudes físicas para la colecta de datos (sexo: masculino; edad $19 \pm 2,8$ años; altura $1,83 \pm 0,06$ m; peso $77,5 \pm 16,2$ kg). Los criterios de inclusión fueron los siguientes: a) no presentar historia de lesión de extremidad inferior y columna menor a 6 meses; b) no presentar alguna alteración coordinativa; c) no consumir medicación que alteran



patrones coordinativos; d) no encontrarse en condición de Sobrepeso/obesidad; f) no presentar problemas musculares, articulares, cardíacos o alguna enfermedad neuromuscular.

El tamaño de la muestra fue determinado a través del software G-Power (32), para un valor de $\alpha = 0,05$ y una potencia del test de 0,8, utilizando datos de potencia y altura de saltos de estudios previos (33). La investigación fue desarrollada siguiendo los principios éticos de la Declaración de Helsinki, y fue aprobada por el Comité de Ética en Investigación Institucional del CENUR Litoral Norte (Exp. # 311170-000721-20). Todos los participantes, o padres y tutores en caso de menores, firmaron un consentimiento informado.

Protocolo experimental

La colecta de datos fue llevada adelante en dos sesiones e instancias diferentes. Antes de cada colecta de datos, los sujetos fueron invitados a realizar un breve calentamiento (15 min).

- Día 1: los sujetos fueron convocados al Laboratorio de Biomecánica y Análisis del Movimiento (LIBiAM) del Departamento de Ciencias Biológicas del CENUR Litoral Norte- Sede Paysandú. Universidad de la República-Uruguay. Durante esta primera sesión se registraron las mediciones del sujeto (peso y altura). Luego del calentamiento con trote en cinta caminadora, y asociado a unos saltos de prueba, con el objetivo de generar confianza con el equipamiento, cada sujeto fue invitado a realizar dos series de saltos verticales, despegando y aterrizando con los pies sobre una plataforma dinamométrica (AccuPower, AMTI, EEUU). En una serie, el sujeto realizó saltos SJ, a partir de una posición de sentadilla con rodillas flexionadas a 90° sin ayuda de miembros superiores. En la otra serie, el jugador realizó saltos con CMJ, partiendo desde una posición de pie con manos a la cadera. La secuencia de las dos series fue determinada de forma aleatoria mediante sorteo. Entre una serie de saltos y la siguiente, fue pautado un tiempo de recuperación (30 s). La fuerza vertical fue grabada con una frecuencia de muestreo de 2000 Hz mediante el software Nexus 2.11 (Vicon, Oxford Metrics, Reino Unido).

- Día 2: en la segunda sesión los participantes concurren al Club Pelotaris en Paysandú. Luego del calentamiento, diagramado de la siguiente manera: trote aeróbico (7 min), sprint rápidos con cambios de dirección (2 min), carrera y pausa (4 min) y movilidad articular (2 min), se realizaron dos pruebas, la de agilidad y de velocidad con sprint repetidos.

Primeramente, el sujeto realizó una serie de tres repeticiones del test T o Test de Agilidad modificado (MAT) (29). El mencionado test evalúa el rendimiento del cambio de dirección en diferentes planos



de movimiento, midiendo el tiempo de respuesta y reproduciendo las demandas de velocidad y descenso específicas del baloncesto (29). El mismo, se compone de un sprint lineal (5 m), un desplazamiento lateral izquierdo (2,5 m) y vuelta (2,5 m), un desplazamiento lateral a la derecha (2,5 m) y vuelta (2,5 m) y finalmente, una vuelta al punto inicial (5 m). Con anterioridad, se le indicó al sujeto tocar un cono colorado, puesto en cada cambio de dirección. Posteriormente, se realizó el test de sprint repetido (RSA) (31), que se compone de 10 sprint (15 m + 15 m, ida y vuelta), con una pausa, entre un sprint y el siguiente de (30 s). El tiempo de cada prueba fue medido a través de una fotocélula ProCell (Evaluación Deportiva, Uruguay) y software ChronoJump (Boscosystem).

Análisis de datos

En esta instancia, se utilizó el vector de fuerza vertical (F_z), proporcionado por la plataforma dinamométrica, para calcular la curva de aceleración vertical (a_z) y, por integración, la curva de velocidad vertical (V_z). La curva de potencia se da por el producto, punto a punto, de $F_z \times V_z$. En cada prueba, se detectó el máximo en la curva de potencia durante la fase propulsora del salto, y se tomó como pico absoluto de potencia. Este valor, siendo dependiente de la masa, fue normalizado dividiéndolo por la masa en kg del sujeto (P_{NOR}) (16).

La altura del salto (H_j) fue calculada según el método del impulso (34). El impulso (magnitud N.s) es representado por el área bajo la curva de F_z durante la fase propulsiva del salto. Dividiendo el impulso por la masa del sujeto se obtiene la velocidad de despegue (v_d), y luego la altura con la ecuación:

$$H_j = v_d^2 / 2g$$

donde g representa la aceleración de gravedad.

En los resultados y en el análisis comparativo se tomaron en consideración sólo los datos de los dos saltos (un CMJ y un SJ) de cada atleta con el mejor resultado de potencia (3). El procesamiento y los cálculos fueron realizados en Matlab (R2020a, Mathworks, EEUU).

En el test de agilidad MAT, se calculó el mejor tiempo realizado durante la batería de cada participante. En la prueba RSA, se calcularon los siguientes parámetros (31):

- Mejor tiempo de una repetición (T_M)
- Tiempo total (T_T), la suma de los tiempos de las 10 repeticiones
- Tiempo ideal (T_I), calculado como T_M multiplicado por diez
- Disminución del rendimiento en porcentaje: $DR\% = (T_T / T_I * 100) - 100$



El análisis estadístico fue efectuado en el paquete estadístico JASP (Versión 0.18.3, JASP Team 2024), el nivel de significancia adoptado fue $\alpha = 0,05$. La normalidad de la distribución de los datos fue comprobada con el test Shapiro-Wilks y la homogeneidad de la varianza con el test de Levene. Al fin de comparar las diferentes variables en los grupos, se utilizaron varias pruebas: coeficiente de correlación (r) de Pearson, test t de Student, ANOVA de una vía. En el cálculo de Pearson, se consideró que, un coeficiente “ r ” entre 0.5 y 0.7 indica una correlación débil, entre 0.7 y 0.8 moderada, y por encima de 0.8 la correlación es fuerte (35).

■ RESULTADOS

Los resultados de todas las variables medidas tenían una distribución normal (prueba de Shapiro-Wilks), por lo tanto, se muestran los resultados como promedio y desvío estándar (Tabla 1). Los resultados de los dos tipos de salto vertical no dieron diferencias significativas en la prueba t de Student (H_J , $p = 0,1$; P_{NOR} , $p = 0,7$) y resultaron fuertemente correlacionados (H_J , $r = 0,87$, $p < 0,001$; P_{NOR} , $r = 0,94$, $p < 0,001$).

Tabla 1. Resultados de las pruebas de potencia, agilidad y velocidad, como promedio y desvío estándar (entre paréntesis). N: tamaño de la muestra; H_J : Altura salto; P_{NOR} : Pico de potencia normalizada; T_M : Mejor tiempo; DR%: Disminución del rendimiento en porcentaje.

Prueba	N	Variable	Resultado
Salto CMJ	18	H_J (cm)	32,4 (4,6)
Salto SJ	18	H_J (cm)	29,9 (4,8)
Salto CMJ	18	P_{NOR} (W/kg)	49,6 (5,9)
Salto SJ	18	P_{NOR} (W/kg)	50,4 (5,8)
Agilidad MAT	18	Tiempo (s)	5,60 (0,32)
Velocidad RSA	18	T_M (s)	5,69 (0,25)
Velocidad RSA	18	DR%	3,44% (1,42%)

En la siguiente tabla 2, se muestran las correlaciones entre las variables. No se encontraron correlaciones significativas de DR% con ninguna de las otras variables, por eso no fue incluida en la tabla 2.



Tabla 2. Resultados de las pruebas de correlación de Pearson. H_J : Altura salto; P_{NOR} : Pico de potencia normalizada; $RSA T_M$: Mejor tiempo prueba de velocidad; MAT : tiempo prueba de agilidad; r : coeficiente de correlación de Pearson; p : valor de probabilidad estadística de r ; *** indica un nivel de significancia estadística $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$.

Salto CMJ	r	p	Salto SJ	r	p
P_{NOR} / H_J	0,83	<0,001***	P_{NOR} / H_J	0,82	<0,001***
P_{NOR} / MAT	-0,052	0,84	P_{NOR} / MAT	-0,11	0,68
$P_{NOR} / RSA T_M$	-0,69	0,0022**	$P_{NOR} / RSA T_M$	-0,59	0,012*
H_J / MAT	-0,13	0,63	H_J / MAT	-0,10	0,70
$H_J / RSA T_M$	-0,58	0,014*	$H_J / RSA T_M$	-0,57	0,017*

Participaron en la investigación jugadores amateur en los roles de: Alero (4), Base (4), Escolta (5) y Pivot (5). En base a los resultados de ANOVA no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables con respecto a la posición de juego. Los aleros consiguieron los mejores resultados en P_{NOR} (Fig. 1); pero sin llegar a la significatividad estadística (ANOVA: CMJ $p = 0,30$; SJ $p = 0,40$). Resultados similares, con aún menor diferencias, para H_J (ANOVA: CMJ $p = 0,56$; SJ $p = 0,65$). Bases y escoltas fueron los que consiguieron un mejor promedio de tiempo, respectivamente en MAT y RSA (Fig. 2), pero con diferencias mínimas y gran variabilidad (ANOVA: $MAT p = 0,56$; $RSA p = 0,49$).

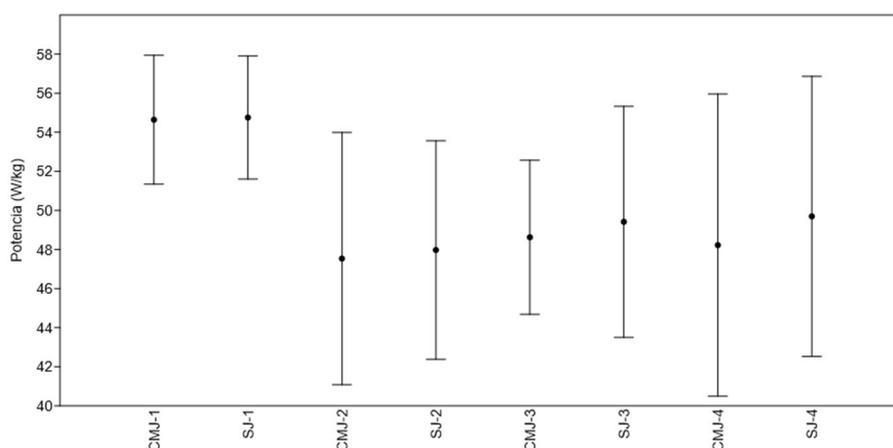


Figura 1. Resultados de las pruebas de potencia P_{NOR} por posición de juego. CMJ: salto con contramovimiento; SJ: salto sin contramovimiento. 1) Alero, 2) Base, 3) Escolta, 4) Pivot.

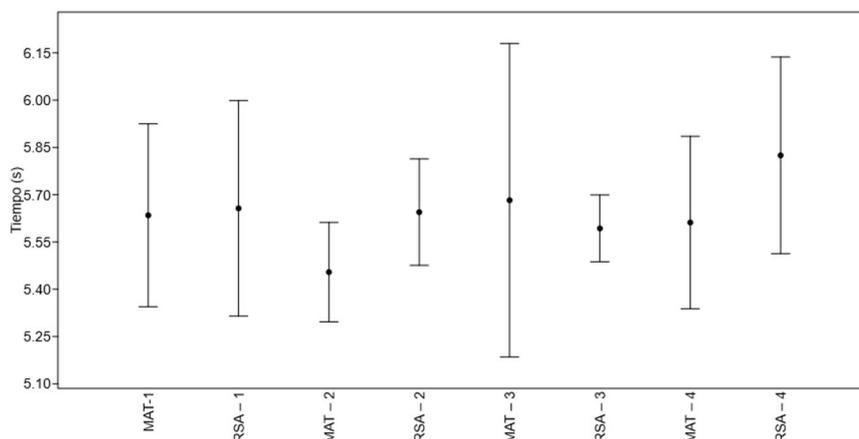


Figura 2. Resultados de las pruebas de agilidad (MAT) y velocidad (RSA) por posición de juego. 1) Alero, 2) Base, 3) Escolta, 4) Pivot.

■ DISCUSIÓN

Resultados totales

Las alturas en promedio (H_j) de ambos saltos resultaron ligeramente por debajo (CMJ -2,5 cm; SJ - 3,0 cm) con respecto a los resultados de jugadores profesionales de baloncesto (26). Sin embargo, en el trabajo citado, la altura fue calculada según el tiempo en el aire, un método que sobreestima la altura de 0,5-2 cm en comparación con el método estándar utilizado en nuestro trabajo (16). Los resultados de altura también fueron comparables con resultados de jugadores de fútbol, juveniles y semi-profesionales (36,37), y con resultados de estudiantes (24,27,38). En futbolistas de colegios de EEUU fueron reportados resultados decididamente superiores (10), así como en futbolistas europeos de élite en el CMJ (39). En la mayoría de los artículos citados, la altura fue calculada por el tiempo en el aire (24-27,37,38), casi siempre por limitaciones del equipamiento disponible, que solo mide el intervalo de tiempo entre despegue y aterrizaje. En dos casos (36,39), la altura fue calculada por el desplazamiento vertical del centro de masa, y eso también sobreestimó algunos centímetros en comparación con la altura balística (17).

Los resultados del pico de potencia normalizado (P_{NOR}) de ambos saltos, fueron comparables con los valores encontrados en futbolistas semiprofesionales, medidos con equipamiento similar y calculados según el mismo protocolo (36). El promedio de P_{NOR} resultó ligeramente más alto en nuestra muestra de 18 jugadores de baloncesto, en comparación con los 21 jugadores de fútbol (36). Valores mucho mayores, pero no comparables con nuestros resultados, fueron reportados por futbolistas de colegios estadounidenses (10). En el trabajo citado P_{NOR} fue estimada



a partir de H_j por medio de una ecuación predictiva (10,40), un método cuestionado por varios autores por ser poco confiable y llevar generalmente a una sobrestimación de la potencia (5,6,28).

El resultado promedio del tiempo del test de agilidad MAT fue parecido, al centésimo segundo, con el valor medido en 24 jugadores de baloncesto adolescentes (29). Valores menores, entonces mejores resultados de agilidad, fueron registrados en futbolistas cadetes y juveniles (37).

En el test de sprint repetido (RSA), hay dos parámetros de interés: el mejor tiempo T_M , indicativo de la velocidad del atleta, y el porcentaje de caída del rendimiento DR%, indicativo de la resistencia a la fatiga. Aquí tenemos una comparación con un trabajo reciente donde se evaluaron, con el mismo protocolo, 16 jugadores de baloncesto de Túnez (41). El T_M en este antecedente fue de 2 décimos peor en comparación con nuestros resultados, pero el DR% fue del 2% más bajo (41). En promedio, entonces, nuestra muestra resultó con un buen rendimiento en velocidad de sprint, pero con resistencia a la fatiga durante las repeticiones por debajo de lo esperado, y eso puede ser un factor determinante del rendimiento en un partido (42).

Correlaciones

Como se esperaba, se encontró una correlación fuerte entre H_j y P_{NOR} (36), si bien, como ya se ha subrayado, la altura sola no es un predictor confiable de la potencia (5,6,28). Encontramos una débil, pero significativa, correlación negativa entre H_j y P_{NOR} de ambos saltos con T_M del test de sprint repetido RSA, y eso se acuerda con todos los antecedentes encontrados (10,26,33,43).

No se encontraron correlaciones entre H_j y P_{NOR} con test de agilidad MAT, tampoco entre MAT y T_M RSA. Este resultado se acuerda con algunos datos de futbolistas (10,43), pero en otros casos se encontró una débil correlación, parecida a la encontrada entre saltos y RSA (24,26). Algunos investigadores sugieren utilizar un test MAT como indicador de agilidad y de potencia anaeróbica, pero las correlaciones que justificaría esta propuesta son bajas o moderadas (24). En general, a nivel individual, se encontraron por un lado atletas con resultados de agilidad por encima del promedio general y resultados de RSA y potencia por debajo del promedio. Por otro lado, también los casos opuestos. Nuestros resultados y varios antecedentes muestran como las capacidades de sprint, agilidad y saltos verticales hacen referencia a habilidades motoras independientes, y deberían ser entonces evaluadas con diferentes pruebas de campo (43-46).



Efecto de la posición de juego

En ningún caso se encontraron diferencias significativas en relación a la posición de juego. Este resultado queda en línea con lo encontrado en el análisis de 30 jugadoras de Baloncesto femenino (47). Sin embargo, en varias otras investigaciones se encontraron diferencias significativas, pero con resultados discordantes (48-50). En las pruebas de saltos los resultados mejores fueron de los Aleros, y eso se acuerda con resultados de 40 jugadores de baloncesto juvenil (48). En las pruebas de velocidad y agilidad, si bien no se encontraron diferencias significativas, el resultado mejor fue el de los jugadores en el rol de Escolta, en línea con otros trabajos que involucraron jugadores de la liga de Serbia y de la NBA de EE UU (49,50). En el voleibol de élite se encontraron diferencias significativas entre punteros y liberos en el salto vertical (51). En el fútbol se han encontrado diferencias significativas entre los resultados de RSA de jugadores de diferente posición. Los delanteros tuvieron mejores resultados que los defensores y los mediocampistas (52).

■ CONCLUSIONES

Los objetivos de la investigación fueron alcanzados, al lograr medir y analizar las relaciones entre la potencia, velocidad y agilidad en los jugadores según su posición de juego. Sin embargo, la hipótesis fue solo parcialmente comprobada, ya que, aunque se evidenció una correlación entre las capacidades físicas, no se encontraron diferencias significativas en función de la posición de los jugadores, como se había hipotetizado inicialmente.

Los resultados de potencia, altura, sprint y agilidad se colocaron en un rango comparable con resultados de jugadores de baloncesto de la misma categoría. En la comparación del rendimiento de los saltos hay que considerar las diferentes tecnologías de los equipamientos empleados y los diferentes métodos de cálculo de altura y potencia. No siempre es posible utilizar plataformas dinamométricas, por razones económicas o logísticas; sin embargo, sería considerado seguir las indicaciones de buenas prácticas dadas por varios autores (16,17).

Se ha encontrado, a diferencia de otras investigaciones, una total independencia de los resultados de potencia y sprint con los resultados de agilidad. Si bien un atleta de élite podría obtener buenos resultados en ambas pruebas debido a su nivel de entrenamiento, se trataría de capacidades diferentes, que necesitan diferentes metodologías de desarrollo y entrenamiento. Aunque todas las pruebas utilizadas en esta investigación puedan ser marcadas como test de potencia anaeróbica (24), se sugiere no considerarlas equivalentes, y siempre tratar de



planear pruebas diferenciadas por potencia máxima (saltos), potencia y resistencia (sprint repetidos) y agilidad (MAT), para evaluar y en caso corregir los niveles de entrenamiento.

■ LIMITACIONES Y CAMINOS FUTUROS

El periodo de pandemia y post-pandemia pueden haber afectado algunas evaluaciones, que fueron realizadas en la temporada 2020-21. Los resultados abren preguntas que merecen profundización en siguientes investigaciones. Por ejemplo, la relación de estos resultados con evaluaciones del gesto técnico específico del básquetbol como el tiro, el pase y los rebotes. En este sentido, considerar el principio de densidad de la carga ya que las pausas entre trabajos que involucren saltos y sprint son determinantes en el rendimiento.

■ AGRADECIMIENTOS

En el trabajo de colecta de datos fueron de mucha ayuda los aportes de los estudiantes de cuarto año de la Licenciatura en Educación Física del Instituto Superior de Educación Física (ISEF) Agustín Lagaxio y Sebastian Gadea.

Se agradece, por su parte, al Club Pelotaris Paysandú, sus entrenadores y los atletas que participaron en la evaluación. Agradecemos a dos anónimos revisores por sus valiosos comentarios.

■ REFERENCIAS

1. Kawamori N, Haff GG. The optimal training load for the development of muscular power. *J Strength Cond Res.* 2004 Aug 1;18(3):675-84. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2004\)18%3C675:totlft%3E2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)18%3C675:totlft%3E2.0.co;2)
2. López-Gallego FJ, Lara-Sánchez AJ, Espejo-Vacas N, Cachón-Zagalaz J. Evaluación de la fuerza explosiva de extensión de las extremidades inferiores en escolares. *Apunt Educ física y Deporte.* 2015 Dec 31;4(122):44-51. [https://doi.org/10.5672/APUNTS.2014-0983.ES.\(2015/4\).122.05](https://doi.org/10.5672/APUNTS.2014-0983.ES.(2015/4).122.05)
3. Rejc E, di Prampero PE, Lazzer S, Grassi B, Simunic B, Pisot R, et al. Maximal explosive power of the lower limbs before and after 35 days of bed rest under different diet energy intake. *Eur J Appl Physiol.* 2015 Feb 1;115(2):429-36. <https://doi.org/10.1007/S00421-014-3024-5/METRICS>
4. Buško K, Michalski R, Mazur J, Gajewski J. Jumping abilities in elite female volleyball players: Comparative analysis among age categories. *Biol Sport.* 2014;29(4):317-9. <https://doi.org/10.5604/20831862.1022654>
5. Canavan PK, Vescovi JD. Evaluation of power prediction equations: peak vertical jumping power in women. *Med Sci Sports Exerc.* 2004



Sep;36(9):1589-93. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000139802.96395.AC>

6. Duncan MJ, Lyons M, Nevill AM. Evaluation of peak power prediction equations in male basketball players. *J Strength Cond Res.* 2008;22(4):1379-81. <https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E31816A6337>

7. Elizondo JH. Relación entre diferentes pruebas de campo: fuerza, potencia y velocidad. *Pensar en Mov Rev Ciencias del Ejerc y la Salud.* 2003 Dec 31;3(1):1-10. <https://doi.org/10.15517/PENSARMOV.V3I1.403>

8. Grgantov Z, Milić M, Katić R. Identification of Explosive Power Factors as Predictors of Player Quality in Young Female Volleyball Players. *Coll Antropol.* 2013 May 23;37 suppl(2):61-8.

9. Johnson DL, Bahamonde R. Power Output Estimate in University Athletes. *J Strength Cond Res.* 1996;10(3):161-6. https://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/1996/08000/power_output_estimate_in_university_athletes.6.aspx

10. McFarland IT, Dawes JJ, Elder CL, Lockie RG. Relationship of Two Vertical Jumping Tests to Sprint and Change of Direction Speed among Male and Female Collegiate Soccer Players. *Sport 2016, Vol 4, Page 11.* 2016 Feb 16;4(1):11. <https://doi.org/10.3390/SPORTS4010011>

11. Dario Valero H, Suárez Muñoz MJ. Análisis de la evaluación de potencia en tren inferior: Una revisión sistemática. *Rev Digit Act Física y Deporte.* 2017;3(2):5. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8670853&info=resumen&idioma=SPA>

12. Aguado Jódar X. Evaluación de la fuerza explosiva de extensión de miembros inferiores mediante plataformas de fuerza Dinascan®600M. *Rev biomecánica, ISSN 1575-5622, N° 23, 1999, págs 27-30.* 1999;(23):27-30. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4849931&info=resumen&idioma=ENG>

13. Picabea JM, Yanci J. Diferencias entre jugadores de fútbol, baloncesto y tenis de mesa en la capacidad de salto vertical y horizontal. *Rev Iberoam Ciencias la Act Física y el Deporte.* 2015 Jul 15;4(2):9-25. <https://doi.org/10.24310/RICCAFD.2015.V4I2.6157>

14. Pereira R, Machado M, Miragaya dos Santos M, Pereira LN, Sampaio Jorge F. Muscle activation sequence compromises vertical jump performance. *Serb J Sport Sci.* 2008;2(3):85-90. https://www.researchgate.net/profile/Rafael-Pereira-42/publication/312463717_Muscle_activation_sequence_compromises_vertical_jump_performance/links/641afb2692cfd54f8420425e/Muscle-activation-sequence-compromises-vertical-jump-performance.pdf

15. Aragon-Vargas LF. Evaluation of Four Vertical Jump Tests: Methodology, Reliability, Validity, and Accuracy. *Meas Phys Educ Exerc Sci.* 2000;4(4):215-28. https://doi.org/10.1207/S15327841MPEE0404_2



16. Linthorne NP. Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *Am J Phys.* 2001 Nov 10;69(11):1198-204. <https://doi.org/10.1119/1.1397460>
17. Xu J, Turner A, Comfort P, Harry JR, McMahon JJ, Chavda S, et al. A Systematic Review of the Different Calculation Methods for Measuring Jump Height During the Countermovement and Drop Jump Tests. *Sport Med.* 2023 May 1;53(5):1055-72. <https://doi.org/10.1007/S40279-023-01828-X/FIGURES/2>
18. Wade L, Needham L, McGuigan MP, Bilzon JLJ. Backward Double Integration is a Valid Method to Calculate Maximal and Sub-Maximal Jump Height. *J Sports Sci.* 2022 May 19;40(10):1191-7. <https://doi.org/10.1080/02640414.2022.2059319>
19. Wade L, Lichtwark GA, Farris DJ. Comparisons of laboratory-based methods to calculate jump height and improvements to the field-based flight-time method. *Scand J Med Sci Sports.* 2020 Jan 1;30(1):31-7. <https://doi.org/10.1111/SMS.13556>
20. McInnes SE, Carlson JS, Jones CJ, McKenna MJ. The physiological load imposed on basketball players during competition. *J Sports Sci.* 1995;13(5):387-97. <https://doi.org/10.1080/02640419508732254>
21. Jameira MA, Maia J. Game intensity in basketball. An interactionist view linking time-motion analysis, lactate concentration and heart rate. *Coach Sport Sci J.* 1998;3:26-30. <https://www.iat.uni-leipzig.de/datenbanken/iks/dbb/Record/3030720>
22. Castagna C, Lorenzo F, Krusturup P, Fernandes-Da-Silva J, Póvoas SCA, Bernardini A, et al. Reliability characteristics and applicability of a repeated sprint ability test in young Male soccer players. *J Strength Cond Res.* 2018;32(6):1538-44. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002031>
23. Haj-Sassi R, Dardouri W, Yahmed MH, Gmada N, Mahfoudhi ME, Gharbi Z. Relative and absolute reliability of a modified agility t-test and its relationship with vertical jump and straight sprint. *J Strength Cond Res.* 2009 Sep;23(6):1644-51. <https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E3181B425D2>
24. Haj-Sassi R, Dardouri W, Gharbi Z, Chaouachi A, Mansour H, Rabhi A, et al. Reliability and validity of a new repeated agility test as a measure of anaerobic and explosive power. *J Strength Cond Res.* 2011 Feb;25(2):472-80. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182018186>
25. Erčulj F, Blas M, Bračić M. Physical demands on young elite European female basketball players with special reference to speed, agility, explosive strength, and take-off power. *J Strength Cond Res.* 2010 Nov;24(11):2970-8. <https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E3181E38107>
26. Alemdaroğlu U. The Relationship Between Muscle Strength, Anaerobic Performance, Agility, Sprint Ability and Vertical Jump



Performance in Professional Basketball Players. *J Hum Kinet.* 2012 Mar 1;31(31):149-58. <https://doi.org/0.2478/V10078-012-0016-6>

27. Martín Acero R, Fernández del Olmo MÁ, Viana González Ó, Aguado Jódar X, Vizcaya Pérez FJ. DSJ (salto vertical sem contra-movimiento a partir de flexão de joelhos acima de 120°) e corrida de velocidade de 30m a partir do repouso. *Fit & Perform J.* 2008;7(5):319-25. <https://doi.org/10.3900/fpj.7.5.319.p>

28. Biancardi CM, Arias J, Irigoite S, Giannechini G, Pequera G. Evaluación del pico de potencia máxima en deportistas: comparación de método. *Rev Univ La Educ Física Y El Deporte.* 2021;14(1). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8440143>

29. Scanlan AT, Wen N, Pyne DB, Stojanović E, Milanović Z, Conte D, et al. Power-related determinants of modified agility T-test performance in male adolescent basketball players. *J Strength Cond Res.* 2021;35(8):2248-54. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003131>

30. Bishop D, Girard O, Mendez-Villanueva A. Repeated-sprint ability part II: Recommendations for training. *Sport Med.* 2011 Oct 7;41(9):741-56. <https://doi.org/10.2165/11590560-000000000-00000/METRICS>

31. Caprino D, Clarke ND, Delextrat A. The effect of an official match on repeated sprint ability in junior basketball players. *J Sports Sci.* 2012 Jul;30(11):1165-73. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.695081>

32. Erdfelder E, Faul F, Buchner A, Lang AG. Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behav Res Methods.* 2009;41(4):1149-60. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149/METRICS>

33. Jiménez-Reyes P, Cuadrado-Peñafiel V, González-Badillo J. Análisis de variables medidas en salto vertical relacionadas con el rendimiento deportivo y su aplicación al entrenamiento. (Analysis of Variables Measured in Vertical Jump Related to Athletic Performance and its Application to Training). *Cult Cienc y Deporte.* 2011;6(17):113-9. <https://doi.org/10.12800/CCD.V6I17.38>

34. McMahon JJ, Suchomel TJ, Lake JP, Comfort P. Understanding the key phases of the countermovement jump force-time curve. *Strength Cond J.* 2018 Aug 1;40(4):96-106. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000375>

35. Weir JP, Vincent WJ. *Statistics in kinesiology.* Human Kinetics Publishers Inc.; 297 p.

36. Jiménez R, Parra G, Pérez D, Grande Rodriguez I. Valoración de la potencia de salto en jugadores semiprofesionales de fútbol y comparación de resultados por puestos. *Kronos la Rev científica Act física y Deporte.* 2009;8(15-16):79-84. <https://abacus.universidadeuropea.es/handle/11268/3261>



37. Santiago A, Granados C, Quintela K, Yanci J. Diferencias entre jugadores de fútbol de distintas edades en la capacidad de aceleración, cambio de dirección y salto. (Differences in the acceleration, change of direction and jumping capacity between different ages soccer players). *Cult Cienc y Deporte*. 2015;10(29):135-43. <https://doi.org/10.12800/CCD.V10I29.551>
38. Santos-García DJ, Navarro-Valdivielso F, Aceña-Rubio RM, González-Ravé JM, Arija-Blázquez A. Relación entre la fuerza máxima en squat y acciones de salto, sprint y golpeo de balón. (Relationship among maximal strength in squat exercise, jump, sprint and kicking ball performance). *RICYDE Rev Int Ciencias del Deporte*. 2008 Jan 1;4(10):1-12. <https://doi.org/10.5232/RICYDE2008.01001>
39. Wisløff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med*. 2004 Jun 1;38(3):285-8. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2002.002071>
40. Sayers SP, Harackiewicz D V., Harman EA, Frykman PN, Rosenstein MT. Cross-validation of three jump power equations. *Med Sci Sports Exerc*. 1999 Apr 1;31(4):572-7. <https://doi.org/10.1097/00005768-199904000-00013>
41. Brini S, Delextrat A, Bouassida A. Variation in Lower Limb Power and Three Point Shot Performance Following Repeated Sprints: One Vs. Five Changes of Direction in Male Basketball Players. *J Hum Kinet*. 2021 Jan 30;77(1):169-79. <https://doi.org/10.2478/HUKIN-2021-0019>
42. Reina M, Triguero DM, Godoy SJI, Rubio JG. Influence of competitive loading in basketball training by play time. *Ed Sport Health Phys Act (ESHPA): Int J*. 2020;4(1):83-99. <http://hdl.handle.net/10481/59465>
43. Vescovi JD, McGuigan MR. Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. *J Sports Sci*. 2008 Jan;26(1):97-107. <https://doi.org/10.1080/02640410701348644>
44. Kin-Isler A, Ariburun B, Ozkan A, Aytar A, Tandogan R. The relationship between anaerobic performance, muscle strength and sprint ability in American football players. *Isokinet Exerc Sci*. 2008 Jan 1;16(2):87-92. <https://doi.org/10.3233/IES-2008-0301>
45. Muñoz S, Rodríguez-Cayetano A, Hernández-Merchan F, Ramos JMDM, Sánchez-Muñoz Al. Efecto del entrenamiento específico sobre la fuerza y la agilidad de porteros de fútbol. *J Sport Health Res*. 2023;15.2. <https://doi.org/10.58727/jshr.91122>
46. Martiri A, Lleshi E. Volleyball training and practice: vertical jump and agility tests. *SPORT TK-Rev EuroAm Cien Dep*. 2024;13:21-21. <https://doi.org/10.6018/sportk.548591>
47. Delextrat A, Cohen D. Strength, power, speed, and agility of women basketball players according to playing position. *J Strength Cond Res*.



2009;23(7):1974-81. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b86a7e>

48. Čaušević D, Mašić S, Doder I, Matulaitis K, Spicer S. Speed, agility and power potential of young basketball players /. Balt J Sport Heal Sci. 2022 Dec 29;4(127):29-34. <https://doi.org/10.33607/BJSHS.V127I4.1297>

49. Mitić M, Paunović M, Živković M, Stojanović N, Bojić I, Kocić M. Differences in agility and explosive power of basketball players in relation to their positions on the team. Facta Univ Ser Phys Educ Sport. 2019 Jan 25;16(2):739-47. <https://doi.org/10.22190/FUPES181106065M>

50. Stankovic D. Relation of power, speed and agility in basketball players by position. 2018; FIS Communication. <https://www.researchgate.net/publication/363335472>

51. Fattahi A, Ameli M, Sadeghi H, Mahmoodi B. Relationship between anthropometric parameters with vertical jump in male elite volleyball players due to game's position. J Hum Sport Ex. 2012;7(3):714-726. <https://doi.org/10.4100/jhse.2012.73.11>

52. Aziz AR, Mukherjee S, Chia MYH, Teh KC. Validity of the running repeated sprint ability test among playing positions and level of competitiveness in trained soccer players. Int J Sports Med. 2008 Oct;29(10):833-8. <https://doi.org/10.1055/S-2008-1038410/ID/20/BIB>