

Control de la carga de entrenamiento en jugadores de baloncesto mediante el análisis de la variabilidad de la fuerza

Autor: Carlos Moreno Martín

Tutores: Carla Caballero Sánchez y

Francisco Javier Moreno Hernández

Universidad Miguel Hernández



Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.

Índice

1.	CONTEXTUALIZACIÓN.....	3
2.	METODOLOGÍA.....	3
3.	RESULTADOS.....	5
4.	DISCUSIÓN.....	8
5.	PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	8
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	9



1. CONTEXTUALIZACIÓN

El baloncesto es un deporte de equipo de cancha compartida, basado en movimientos intermitentes repetidos de alta intensidad, como cambios de dirección, aceleraciones y desaceleraciones, intercalados con períodos de actividad de intensidad baja a moderada (Stojanović et al., 2018). Los deportistas también realizan con regularidad esfuerzos de intensidad máxima durante las competiciones como sprints y saltos.

El baloncesto también tiene una de las temporadas más largas en los deportes profesionales. Por lo general, una temporada profesional de la Asociación Nacional de Baloncesto (NBA) consta de 82 partidos jugados durante seis meses. Si tienen éxito, los equipos pueden jugar más de 100 partidos si llegan a los play-offs. Las temporadas competitivas en el baloncesto universitario de la División I en los Estados Unidos abarcan cinco meses e incluyen aproximadamente 30 partidos de temporada regular, lo que es consistente con otras ligas semiprofesionales y profesionales de todo el mundo. Las demandas de ejercicio de alta intensidad y el estrés fisiológico de los atletas durante la competición pueden acumularse durante la pretemporada y la temporada competitiva y presentarse como signos de fatiga que conducen a una disminución del rendimiento y/o lesiones (Taylor et al., 2012).

Este deporte requiere realizar acciones como: saltar, esprintar, o cambiar de dirección (Narazaki et al., 2008) por lo que la habilidad de generar potencia y fuerza explosiva es esencial para el rendimiento. El entrenamiento de potencia no solo aumenta la capacidad de generar potencia máxima, también desencadena adaptaciones neuromusculares que dan como resultado mejoras en el rendimiento (Deschenes y Kraemer, 2002).

El movimiento humano está caracterizado por variaciones y fluctuaciones inherentes (Hamilton et al., 2004). Esta variabilidad es descrita como variaciones habituales que se producen durante la ejecución de múltiples repeticiones de una misma tarea (Newell y Slifkin, 1998). La variabilidad de la fuerza hace referencia a las fluctuaciones producidas a nivel neuromuscular durante contracciones musculares sucesivas como resultado de la transmisión del impulso, lo que provoca modificaciones en la aceleración de los segmentos corporales, que a su vez desemboca en un incremento o disminución de la velocidad, al igual que en contracciones isométricas provoca variaciones durante la aplicación de una fuerza (Slifkin y Newell, 1999). Estas fluctuaciones poseen una estructura irregular en el tiempo, o complejidad (Lipsitz y Goldberger, 1992), que se refiere a la relación entre puntos de datos sucesivos y su predictibilidad a lo largo del tiempo (Pincus, 1991; Slifkin y Newell, 2000).

La relación entre la fatiga y la reducción en la capacidad de generar fuerza, velocidad o potencia puede darnos información relevante a la hora de monitorizar la carga del entrenamiento (Jones, 2010). Se ha demostrado que la fatiga neuromuscular reduce la complejidad del momento de fuerza generado por el músculo en contracciones isométricas máximas y submáximas (Pethick et al., 2015).

Todo esto nos lleva a pensar que la variabilidad en la fuerza puede aportar datos relevantes sobre el estado de los jugadores de baloncesto y al objetivo de este trabajo, que es ver qué dice la bibliografía sobre el uso de la variabilidad en la fuerza para monitorizar la carga del entrenamiento en baloncesto.

2. METODOLOGÍA

El trabajo se ha llevado a cabo a través de una revisión sistemática en las bases de datos de Pub Med, SportDiscus y Scopus. Primero se realizó una búsqueda con las palabras clave basketball, monitoring, strength y variability con la que no encontré artículos que

monitorizaran la carga de entrenamiento en baloncesto con variabilidad en la fuerza, por lo que se decidió cambiar la búsqueda para ver qué ejercicios de fuerza eran los más utilizados por la bibliografía aplicando las palabras clave: basketball, monitoring, training load, strength, resistance, RM y neuromuscular, con la ecuación “(Basketball) AND (Monitoring OR training load) AND (strength OR resistance OR RM OR neuromuscular) NOT (elder) NOT (child)” el pasado 20 de abril de 2021. Los artículos seleccionados pertenecen a la última década, así se filtró en la base de datos con el objetivo de que fueran actuales y adaptados a los últimos acontecimientos científicos.

Los artículos utilizados para el presente trabajo fueron seleccionados por los siguientes criterios: que los sujetos fueran jugadores de baloncesto, tuvieran entre 15 y 40 años, sin patologías, que se utilicen como herramientas de evaluación ejercicios de fuerza y muestren los resultados de las mediciones. Los estudios deben ser intervenciones posteriores a 2011. El procedimiento llevado a cabo para la revisión se detalla en el siguiente diagrama de flujo realizado a través de las recomendaciones PRISMA (figura 1).

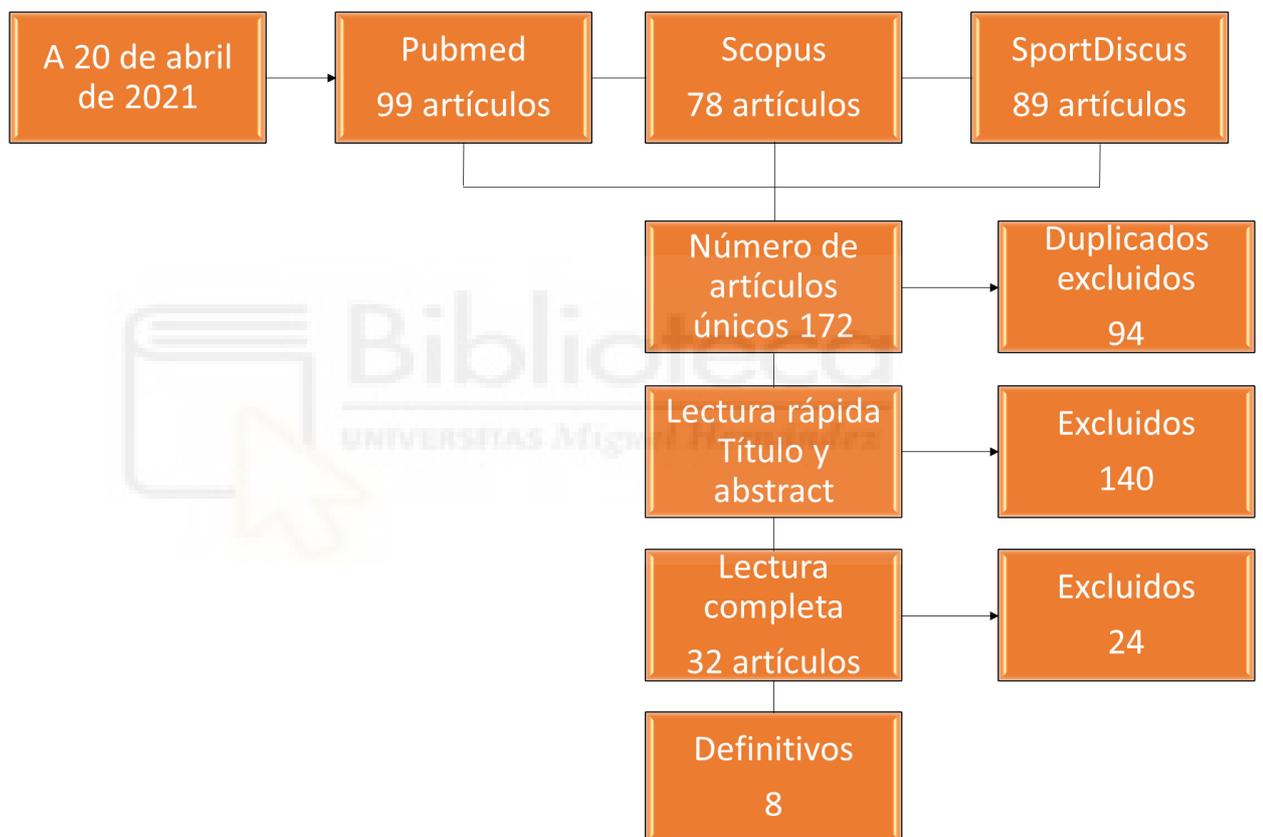


Figura 1. Proceso de selección de artículos.

3. RESULTADOS

Tabla 1: Análisis de los artículos seleccionados.

Estudio	Muestra	Ejercicios de Fuerza Utilizados	Variables medidas	Resultados principales	Conclusiones y observaciones
Legg et al., 2017	10 jugadoras de elite de un equipo australiano de 18 ± 2 años	Salto en contramovimiento (5x1)	- Velocidad máxima excéntrica y concéntrica - Altura máxima - Potencia máxima en W y W/Kg - Potencia media en W y W/Kg	Altura del salto estable a lo largo de la temporada, potencia máxima, media y velocidad máxima cambian cuando la carga es mayor.	Para apreciar la fatiga en los jugadores, variables como la duración del excéntrico más fiables que la altura.
Sanders et al., 2019	13 jugadores estadounidenses de un equipo de primera división universitaria de 20 ± 2 años.	Salto en contramovimiento (1x1 y 1x3)	- Altura media (3 CMJ) - Altura máxima (1 CMJ) - Potencia máxima en W	Mejoras menores en las variables.	tiempo en altas intensidades >85% HRmax, pruebas CMJ medias y máxima, la potencia de salto CMJ, los cambios en el peso corporal y la aptitud aeróbica pueden servir para detectar la fatiga neuromuscular, pero utilizar solo 1 test de rendimiento puede no ser lo mejor.
Ferioli et al., 2018	12 jugadores profesionales y 16 semiprofesionales italianos de 26 ± 6 años.	Salto en contramovimiento (5x1), media de los 3 mejores)	- Altura máxima - Potencia máxima en W y W/Kg - Pico de fuerza en N y N/Kg	Relación moderada – grande entre la carga de entrenamiento y los picos de potencia y fuerza.	El periodo de preparación afecta mínimamente a las variables del salto.

Freitas et al., 2016	9 jugadores semiprofesionales españoles de 21 ± 3 años	Salto en contramovimiento (2x1)	- Altura máxima - Potencia máxima en W y W/Kg	Todas las variables empeoraron tras el entrenamiento de fuerza con cargas altas, pero no hay tantos cambios tras el entrenamiento de potencia.	El entrenamiento de fuerza con cargas altas es necesario para mantener buenos niveles de fuerza máxima, pero hay que tener cuidado con la fatiga que genera.
		Salto de longitud (2x1)	- Distancia		
		Press de banca (3 Repts 6 RM)	- Potencia máxima en W		
Gonzalez et al., 2012	12 jugadoras de un equipo de la liga universitaria de los Estados Unidos de América de 19 ± 1.5 años	Sentadilla 80% RM (2x8)	- Potencia máxima en W - Potencia media en W	Las titulares mejoraron el pico de potencia y las no titulares empeoraron.	El mayor tiempo de juego de las titulares puede no implicar efectos negativos en el rendimiento.
		Salto vertical (1x5)	- Potencia máxima en W y W/Kg - Potencia media en W y W/Kg		
Heishman et al., 2020	14 jugadores de un equipo de la liga universitaria de los Estados Unidos de América de 19 años	Salto en contramovimiento (3x1)	- Altura máxima - Tiempo de vuelo/tiempo de contracción - Índice de fuerza modificado (Altura/tiempo de contracción)	Altura máxima estable, tiempo de vuelo/tiempo de contracción e índice de fuerza modificado disminuyen un poco en las semanas con mayor carga.	Es posible que a la altura del salto le falte sensibilidad para detectar cambios en la carga de entrenamiento externa, las otras variables parecen más fiables para monitorizar el rendimiento neuromuscular.
Gonzalo-Skok et al., 2017	22 jugadores de un club de baloncesto de élite de 17 ± 1.5 años	Test incremental de sentadilla unilateral y bilateral	- Potencia máxima en W con 2 piernas, pierna derecha y pierna izquierda	Mejoras en ambos grupos, unilateral y bilateral pero mayores en el primero.	El entrenamiento unilateral reduce las asimetrías y mejora los resultados de todos los tests.
		Salto en contramovimiento (3x1)	- Altura máxima		
Aoki et al., 2017	9 jugadores profesionales	Salto en contramovimiento (3x1)	- Altura máxima	Los jugadores mejoran los resultados en ambos tests.	En el estudio, utilizan otras medidas como la frecuencia cardiaca, test de RST, carrera

	brasileños de 27 ± 6 años	Salto desde sentadilla (3x1)	- Altura máxima		submáxima y yo-yo, explicando en la discusión que se deben utilizar tanto indicadores de carga interna como externa para valorar la efectividad de una periodización.
--	---------------------------	------------------------------	-----------------	--	---

W: Vatios, Kg: kilogramos, N: newtons, CMJ: salto en contramovimiento, Reps: repeticiones, RM: repetición máxima



4. DISCUSIÓN

Tras el análisis de los diferentes estudios existentes en las bases de datos, vemos que no existen artículos que utilicen la variabilidad en la fuerza para monitorizar la carga del entrenamiento en baloncesto, los que hay utilizan la diferencia en los resultados de los test de fuerza. Como podemos ver en Tabla 1, el ejercicio de fuerza más utilizado para monitorizar la carga de entrenamiento es el salto en contramovimiento. Los protocolos para las evaluaciones varían en cada artículo, tanto en número de repeticiones, como tiempo de descanso entre estas o la manera de realizar el salto (disposición de los brazos, ángulo de bajada).

También debemos tener cuidado con las variables de este ejercicio, en casi todos los estudios se utiliza la altura, ya que es una variable sencilla de obtener y nos permite ver la mejora conseguida en una intervención, como es el caso del artículo de Gonzalo-Skok et al. (2017) en el cual los deportistas ganan fuerza en el tren inferior y aumentan la altura a la que llegan en el test. Por otro lado, a la hora de monitorizar parece no ser una variable efectiva, en los artículos de Legg et al (2017) y Heishman et al (2020) en los que se utilizaron diferentes pruebas a lo largo de una temporada para monitorizar a los jugadores de baloncesto, la altura no varió de manera significativa cuando comenzaba a aparecer fatiga, a diferencia de otras variables que fueron más sensibles y cuyos valores disminuyeron como la potencia relativa (Legg et al., 2017), o el índice de fuerza modificado (Heishman et al., 2020).

Otros tipos de ejercicios de fuerza como la sentadilla o el press de banca no están tan estudiados para controlar la carga en baloncesto. Ambos son utilizados para comprobar la eficacia de una intervención con una evaluación inicial y una final, para ver si es beneficiosa (Gonzalo-Skok et al., 2017; Freitas et al., 2016; Gonzalez et al., 2012).

Como se menciona anteriormente, no se han encontrado artículos que utilicen la variabilidad en la fuerza para monitorizar la carga del entrenamiento en baloncesto. Gracias a la teoría de los sistemas dinámicos complejos en el estudio del control del movimiento humano, nuevas herramientas de análisis han sido creadas permitiéndonos éstas conocer características de las dinámicas temporales de la variabilidad, así como las características de su estructura a través del análisis de su complejidad (Stergiou et al., 2006). Este trabajo va a basar la propuesta de intervención en un estudio que relaciona la fatiga con un descenso en la complejidad del momento de fuerza que producen los extensores de rodilla en isométrico (Pethick et al., 2019), por lo que a continuación se presenta la propuesta de intervención para comprobar si se puede utilizar la variabilidad en la fuerza para monitorizar la carga del entrenamiento en baloncesto.

5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

La presente propuesta de intervención pretende utilizar una herramienta ya estudiada para compararla con otra que no tiene tanta evidencia en baloncesto. De esta manera, utilizaremos las variables potencia media y máxima y velocidad máxima del salto en contramovimiento de igual manera que Legg et al (2017) y a su vez la complejidad del momento de fuerza de los extensores de rodilla en un 50% de máxima contracción voluntaria (Pethick et al., 2019)

Los extensores de rodilla son un grupo muscular ampliamente utilizado en baloncesto en acciones como: saltar, esprintar, o cambiar de dirección (Narazaki et al., 2008). Por lo tanto, la alta carga tanto de los entrenamientos como de las competiciones pueden conllevar la aparición de signos de fatiga (Taylor et al., 2012).

Al realizar las mediciones en el salto en contramovimiento, las variables permanecerán estables en ausencia de fatiga o reducirán sus valores al aparecer ésta (Jones, 2010). Por otro lado, en el estudio de Pethick J et al., al inducir fatiga en los participantes, lo que ocurre es que

decrece la complejidad en el momento de fuerza, es decir, en esta propuesta esperamos que al aparecer fatiga, disminuya la variabilidad.

Para esta intervención necesitaremos 15 voluntarios de un equipo de baloncesto profesional para asegurarnos de que a lo largo de la temporada hay variaciones en la carga de entrenamiento que puedan derivar en fatiga, afectando a las pruebas.

Realizaremos los 2 tests el mismo día cada 2 semanas, empezando en la pretemporada. Utilizaremos un encoder lineal para obtener la potencia y la velocidad de ejecución del salto en contramovimiento y una silla con dinamómetro isocinético para las MVC.

El salto en contramovimiento lo realizarán (igual que en el estudio de Legg, J et al) con una pica de madera apoyada sobre los hombros y pasando por la vertebra C7 a la que irá atada el encoder. Realizarán la bajada hasta donde deseen y luego la subida intentando saltar lo más alto posible. Los sujetos realizarán 5 intentos con una breve pausa entre ellos.

Para la MVC, los participantes permanecerán sentados, sujetos a la silla, con el epicóndilo lateral del fémur en línea con el eje de rotación del brazo de palanca (igual que en el estudio de Pethick et al). Realizarán 5 contracciones isométricas intentando mantener un momento de fuerza del 50% MVC, las contracciones durarán 6 segundos, separadas por un descanso de 4 segundos.

Con estos datos podremos ir comparando las variables de ambas pruebas. Sabemos que si los valores del salto en contramovimiento descienden en algún momento de la temporada la carga de entrenamiento está siendo alta y comienza a aparecer fatiga. Cuando esto ocurra tendríamos que ver que ocurre con los valores de variabilidad. Si se ven afectados y disminuye también la complejidad del momento de fuerza, significaría que es viable realizar un control de la carga de entrenamiento en base a la variabilidad en la fuerza de este ejercicio.

6. BIBLIOGRAFÍA

Deschenes, M. R., & Kraemer, W. J. (2002). Performance and physiologic adaptations to resistance training. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 81(11 Suppl), S3–S16. <https://doi.org/10.1097/00002060-200211001-00003>

Feroli, D., Bosio, A., Bilsborough, J. C., La Torre, A., Tornaghi, M., & Rampinini, E. (2018). The Preparation Period in Basketball: Training Load and Neuromuscular Adaptations. *International journal of sports physiology and performance*, 13(8), 991–999. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0434>

Freitas, T. T., Calleja-González, J., Alarcón, F., & Alcaraz, P. E. (2016). Acute Effects of Two Different Resistance Circuit Training Protocols on Performance and Perceived Exertion in Semiprofessional Basketball Players. *Journal of strength and conditioning research*, 30(2), 407–414. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001123>

Freitas, T. T., Calleja-González, J., Alarcón, F., & Alcaraz, P. E. (2016). Acute Effects of Two Different Resistance Circuit Training Protocols on Performance and Perceived Exertion in Semiprofessional Basketball Players. *Journal of strength and conditioning research*, 30(2), 407–414. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001123>

Gonzalez, A. M., Hoffman, J. R., Scallin-Perez, J. R., Stout, J. R., & Fragala, M. S. (2012). Performance changes in National Collegiate Athletic Association Division I women basketball players during a competitive season: starters vs. nonstarters. *Journal of strength and conditioning research*, 26(12), 3197–3203. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318273665d>

Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Suarez-Arrones, L., Arjol-Serrano, J. L., Casajús, J. A., & Mendez-Villanueva, A. (2017). Single-Leg Power Output and Between-Limbs Imbalances in Team-Sport Players: Unilateral Versus Bilateral Combined Resistance Training. *International*

journal of sports physiology and performance, 12(1), 106–114.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0743>

Hamilton, A. F., Jones, K. E., & Wolpert, D. M. (2004). The scaling of motor noise with muscle strength and motor unit number in humans. *Experimental brain research*, 157(4), 417–430. <https://doi.org/10.1007/s00221-004-1856-7>

Heishman, A. D., Daub, B. D., Miller, R. M., Freitas, E., & Bembien, M. G. (2020). Monitoring External Training Loads and Neuromuscular Performance for Division I Basketball Players over the Preseason. *Journal of sports science & medicine*, 19(1), 204–212.

Jones D. A. (2010). Changes in the force-velocity relationship of fatigued muscle: implications for power production and possible causes. *The Journal of physiology*, 588(Pt 16), 2977–2986. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2010.190934>

Legg, J., Pyne, D. B., Semple, S., & Ball, N. (2017). Variability of Jump Kinetics Related to Training Load in Elite Female Basketball. *Sports (Basel, Switzerland)*, 5(4), 85. <https://doi.org/10.3390/sports5040085>

Lipsitz, L. A., & Goldberger, A. L. (1992). Loss of 'complexity' and aging. Potential applications of fractals and chaos theory to senescence. *JAMA*, 267(13), 1806–1809.

Narazaki, K., Berg, K., Stergiou, N., & Chen, B. (2009). Physiological demands of competitive basketball. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 19(3), 425–432. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00789.x>

Pethick, J., Whiteaway, K., Winter, S. L., & Burnley, M. (2019). Prolonged depression of knee-extensor torque complexity following eccentric exercise. *Experimental physiology*, 104(1), 100–111. <https://doi.org/10.1113/EP087295>

Sanders, G. J., Boos, B., Rhodes, J., Kollock, R. O., Peacock, C. A., & Sheadler, C. M. (2019). Factors associated with minimal changes in countermovement jump performance throughout a competitive division I collegiate basketball season. *Journal of sports sciences*, 37(19), 2236–2242. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1626559>

Slifkin, A. B., & Newell, K. M. (1999). Noise, information transmission, and force variability. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25, 837–851. <http://doi.org/10.1037/0096-1523.25.3.837>

Slifkin, A. B., & Newell, K. M. (2000). Variability and noise in continuous force production. *Journal of Motor Behavior*, 32, 141–150. <https://doi.org/10.1080/00222890009601366>

Stergiou, N., Harbourne, R., & Cavanaugh, J. (2006). Optimal movement variability: a new theoretical perspective for neurologic physical therapy. *Journal of neurologic physical therapy : JNPT*, 30(3), 120–129. <https://doi.org/10.1097/01.npt.0000281949.48193.d9>

Stojanović, E., Stojiljković, N., Scanlan, A. T., Dalbo, V. J., Berkelmans, D. M., & Milanović, Z. (2018). The Activity Demands and Physiological Responses Encountered During Basketball Match-Play: A Systematic Review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(1), 111–135. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0794-z>

Taylor K., Chapman D., Cronin J., Newton M.J., Gill N. (2012). Fatigue monitoring in high performance sport: A survey of current trends. *J. Aust. Strength Cond.*, 12–23. doi: 10.13140/RG.2.2.36468.55685.