

Microciclo estructurado y cuantificación de la carga interna de un equipo juvenil femenino de voleibol.

Microcycle structure and quantification of a youth female volleyball team's internal load.

Mateo-López, L.M.,¹ Prieto-Alonso, E.,² & Hernández-Rubia, N.²

1. Consejería de Educación. Junta de Castilla y León. España. 2. Universidad de Valladolid. España.

Resumen: El objetivo principal fue determinar la carga interna de un equipo de voleibol en relación con un microciclo estructurado que contenía un partido oficial. Los datos se obtuvieron de un equipo de 12 jugadoras juveniles ($16,3 \pm 0,8$ años), midiendo la frecuencia cardiaca (FC) con respecto al número de días antes o después del partido (día del partido [MD] menos o más). La FC disminuyó a medida que se acercaba la competición (MD-4 > MD-3 > MD-2 > MD-1; $p < 0,05$; tamaños del efecto [ES]: 0,4–3,1). Al día siguiente del partido, las jugadoras que no intervinieron en él realizaron una mayor carga en una sesión compensatoria (MD + 1C) donde simulaban el partido en comparación con una sesión de recuperación (MD + 1R) para las jugadoras que habían disputado el partido (MD + 1C > MD + 1R; $p < 0,05$; ES: 1,4–1,6). Esto demuestra que la carga interna de un microciclo estructurado varió según el día de entrenamiento, por lo que es una información útil al gestionar la carga de forma sistemática, en particular el acondicionamiento compensatorio.

Palabras clave: entrenamiento; fatiga; deporte colectivo; periodización; frecuencia cardiaca.

Abstract: The main aim was to determine the internal load of a volleyball team in relation to a structured microcycle. Training and match data were obtained from 12 young players (age: 16.3 ± 0.8 years) measuring heart rate (HR) regarding the number of days pre or postmatch (match day [MD] minus or plus). HR decreased as game neared (MD-4 > MD-3 > MD-2 > MD-1; $p < 0.05$; effect sizes [ES]: 0.4–3.1). On the day after the match, players without game time demonstrated greater load in a compensatory session (MD + 1C) that replicated competition compared with a recovery session (MD + 1R) completed by players with game time (MD + 1C > MD + 1R; $p < 0.05$; ES: 1.4–1.6). Results informed that the load of a structured microcycle changed mostly depending on training day. This information can assist when trying to manage the load systematically, notably compensatory conditioning.

Key Words: training; fatigue; team sport; periodization; heart rate.

Introducción

El voleibol es un deporte colectivo de naturaleza intermitente que implica acciones cortas de movimientos de alta intensidad tales como el remate, el bloqueo, el saque o el pase (Lidor & Ziv, 2010). Por ello, las demandas físicas que atañen a la rapidez, la agilidad, la capacidad de salto, así como a la potencia aeróbica y anaeróbica, son determinantes en el rendimiento de este deporte y se necesita la interacción simultánea de los sistemas cardiovascular y neuromuscular (Lidor & Ziv, 2010). Los períodos de cargas concentradas, como los microciclos, pueden alterar el equilibrio entre el entrenamiento y la recuperación y, en consecuencia, pueden provocar efectos de déficit de preparación o de sobreentrenamiento. Por lo tanto, es necesario investigar más sobre las estrategias de seguimiento de jugadores para que los técnicos puedan evaluar de manera más eficaz las adaptaciones individuales, guiar el entrenamiento y optimizar el rendimiento (Buchheit, 2014).

Uno de los principales objetivos para la optimización de la carga física por parte de los técnicos es la periodización del entrenamiento, cuyo período clave es el llamado microciclo semanal (Háp et al., 2011). Aunque los contenidos generales de entrenamiento y los requerimientos específicos según la posición de juego son esenciales, los técnicos todavía tienen dificultades para encontrar un buen equilibrio para una óptima cuantificación de la carga física sin elevar el riesgo de lesiones (Gabbett & Whiteley, 2017). Lo que sí se ha reportado de forma general es que las métricas de carga son más bajas en la última sesión de entrenamiento antes del partido y se usa el término «tapering» para denominar este concepto (Vachon et al., 2021). Sin embargo, hay pocos hallazgos, en deportes colectivos en general y en voleibol en particular, sobre los patrones de carga después de un partido de competición para jugadores sin minutos a lo largo de este. Esto es particularmente importante porque los jugadores con tiempo de juego reducido requerirán una sesión de entrenamiento que reproduzca las cargas del partido, mientras que aquellos jugadores que completen el partido requerirán de una sesión de recuperación en su lugar (Owen et al., 2017). Por lo tanto, más investigación sobre las estrategias de carga el día después de un juego sería ventajoso para los entrenadores, ya que les proporcionaría información valiosa para organizar su sesión postpartido.

El microciclo estructurado es una unidad de entrenamiento semanal influenciada por el día del partido, el estado de recuperación física y los requisitos de acondicionamiento físico. La variabilidad en las métricas de carga a lo largo del microciclo no se ha explorado lo suficiente en la literatura, a pesar de que hay estudios que cuantifican las demandas físicas de los partidos (Lima et al., 2021; Vlantes & Ready, 2017). Otra área que aún no se ha cubierto en detalle es la contextualización del microciclo, puesto que la mayoría de los estudios no ofrecen contenidos específicos de las sesiones de entrenamiento (por ejemplo, la sesión de entrenamiento del día antes del partido se denominó día del partido [MD]). -1 e incluye, normalmente, saque y recepción).

Para hacer un seguimiento del jugador, lo más efectivo posible a lo largo de cualquier periodo, se debe cuantificar la carga de trabajo y el seguimiento de las variables relacionadas con el estado cardiovascular, neuromuscular y/o subjetivo para conocer de forma exhaustiva las adaptaciones que produce el entrenamiento (Lidor & Ziv, 2010). En este sentido, la frecuencia cardíaca (FC) es un marcador fisiológico objetivo, correspondiente a la carga interna, que se utiliza para evaluar el estado del sistema nervioso autónomo en respuesta al entrenamiento físico y, de esta manera, poder programar las cargas diarias de entrenamiento (Buchheit, 2014). Además, es una opción atractiva debido a su no invasividad y la eficiencia en el tiempo cuando se realiza para un grupo de entrenamiento de deportistas. En voleibol, se ha informado de valores de la FC durante los partidos, con valores de FC máxima de $182,3 \pm 1,5$ y de FC media de $142,7 \pm 8,5$ (Libs et al., 2021).

Según el conocimiento de los autores, este estudio es uno de los primeros en contextualizar la carga interna durante un microciclo en voleibol a través de la FC, a sabiendas de que es un deporte singular por las características marcadas de las posiciones de juego y la poca participación de varios jugadores durante un partido de competición. Con todo ello, nuestro objetivo principal es determinar la carga interna de un equipo de voleibol juvenil femenino en relación con un microciclo estructurado que contenía un partido oficial; y, como objetivo secundario, evaluar las diferencias de carga en una sesión postpartido para igualar a las jugadoras que apenas habían jugado con las que sí. Nuestra hipótesis es que, por una parte, la FC es un método de cuantificación que se puede usar en un microciclo en voleibol y, por otra parte, que las jugadoras que no han jugado el partido necesitarían una sesión con una carga similar o mayor a las que sí jugaron.

Material y Método

Procedimiento

Los datos de la frecuencia cardiaca se registraron en cinco entrenamientos, repartidos en cuatro de ellos durante la semana y un quinto entrenamiento (de carga diferente) el día después del partido. Con el criterio para realizar uno u otro entrenamiento el día después del partido de haber jugado al menos el 25 % del tiempo total de cada set, seis jugadoras (50 % de la muestra) realizaron cada entrenamiento de tal manera que se crearon dos grupos para el análisis posterior. Las sesiones de entrenamiento y el partido se llevaron a cabo en una superficie de madera. La figura 1 muestra el proceso con cada sesión de entrenamiento y el partido, así como los contenidos llevados a cabo según un microciclo estructurado (Cross et al., 2019; Tarregó et al., 2019).

Miércoles MD-4	Jueves MD-3	Viernes MD-2	Sábado MD-1	Domingo MD	Lunes MD+1C MD+1R
1:18	1:25	1:12	0:55	1:45 Set 1: 0:34 Set 2: 0:32 Set 3: 0:39	MD+1C: 1:15 MD+1R: 0:55
Neuromuscular Circuitos condicionales/ Circuitos dirigidos Dinámica intensiva: partidos cortos Duelos de 1x1 a 3x3	Metabólico Circuito técnico dinámico Dinámica extensiva: partidos condicionados Juego real	Optimización Circuitos técnicos Táctica grupal Duelos por posiciones	Activación Circuitos condicionales: velocidad/socio afectivo Dinámica intensiva: partidos cortos/acciones cortas Matices de juego colectivo		MD+1C: Metabólico Circuito técnico dinámico Dinámica extensiva: partidos condicionados Juego real MD+1C: Restauración Circuitos técnico dinámicos Juego real (oposición)

Figura 1. Proceso del estudio. MD, día de partido; 1C, entrenamiento compensatorio; 1R, entrenamiento de recuperación; duración (h:min)

Participantes

Un equipo de 12 jugadoras juveniles de voleibol ($16,3 \pm 0,8$ años de edad; $174,62 \pm 5,68$ cm de altura; $68,89 \pm 5,71$ kg de peso; $5,16 \pm 4,04$ años de experiencia en entrenamiento) participó en este estudio. El equipo competía en la liga federada autonómica correspondiente a su edad y este microciclo corresponde a la fase competitiva en el mes de noviembre. En el equipo, había representantes de todas las demarcaciones: dos colocadoras, tres centrales, dos opuestas, cuatro receptoras y una líbero; todas ellas sin lesiones y en buen estado de salud, lo que permitió que completaran todos los minutos de los entrenamientos sin problemas. Todos los sujetos dieron su

consentimiento informado por escrito de acuerdo con la última versión de la declaración de Helsinki. El protocolo fue aprobado por la comisión de ética local.

VARIABLES Y PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

La frecuencia cardíaca de cada jugadora se obtuvo en cada momento durante los entrenamientos desde que se iniciaba el calentamiento hasta el final de este. El instrumento empleado para ello fue el Polar Team 2 (Polar Electro Oy, Kempele, Finland), cuyo sensor se encontraba en la espalda de las jugadoras en un pequeño chaleco situado bajo la camiseta. Después de cada sesión de entrenamiento y el partido, los datos se exportaban a un ordenador para su posterior análisis.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos descriptivos se informan como medias y desviaciones estándar (SD). En primer lugar, para analizar las diferencias entre cada una de las mediciones, se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) con post-hoc de Tukey para localizar las diferencias entre alguna de ellas. También se calcularon los tamaños del efecto (ES) para determinar diferencias significativas. El nivel de significación se fijó en un 5 %. El análisis estadístico se realizó utilizando Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versión 24.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EE. UU.).

RESULTADOS

La figura 2 presenta los valores medios de la frecuencia cardíaca obtenidos tanto en cada entrenamiento como en el partido para el total de la muestra, mientras que la tabla 1 muestra las variaciones de la frecuencia cardíaca media en cada uno de los grupos a lo largo del microciclo. Al comparar los 2 grupos de entrenamiento el día después del partido, MD + 1C obtuvo mayores registros que MD + 1R ($p < 0,05$; ES: 1,4-1,6). Los valores en MD-4 a MD-1 disminuyeron a medida que se acercaba el partido ($p < 0,01$; ES: 1,4-1,7).

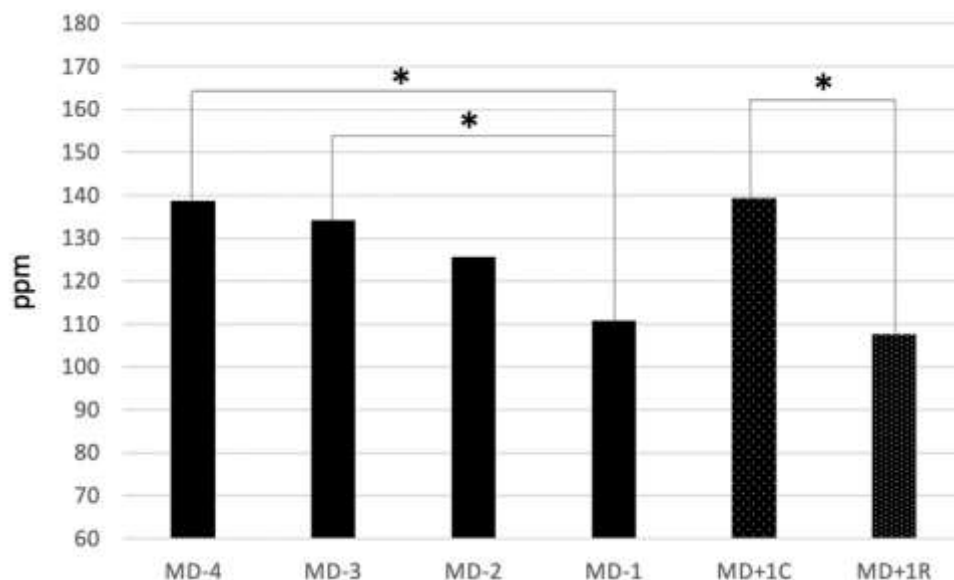


Figura 2. Valores de frecuencia cardíaca, expresada en pulsaciones por minuto (ppm), en entrenamientos y partido. MD, día de partido; 1C, entrenamiento compensatorio; 1R, entrenamiento de recuperación. *Diferencias significativas según post-hoc.

Tabla 1. Variaciones de la frecuencia cardiaca media, expresada en pulsaciones por minuto (ppm), en cada uno de los grupos: MD+1C y MD+1R.

	MD-4	MD-3	MD-2	MD-1	MD+1
MD+1C (n=6)	136,95±9,29	135,77±9,84	125,09±7,06	107,43±10,11	139,29±10,84
MD+1R (n=6)	140,34±9,29	132,67±9,84	126,07±7,06	114,28±10,11	107,64±10,84

MD, día de partido; 1C, entrenamiento compensatorio; 1R, entrenamiento de recuperación

Discusión

En este estudio se examinaron las variaciones temporales durante un microciclo estructurado en periodo competitivo con cinco entrenamientos y un partido de competición. Además, se evaluó la diferencia de carga en una sesión postpartido para compensar a las jugadoras que apenas habían jugado el día anterior con las que sí. Los hallazgos ponen de manifiesto que la FC parece ser un indicador fiable para cuantificar las cargas en un microciclo estructurado de voleibol, y la necesidad de esa sesión compensatoria que minimice las diferencias de cargas entre jugadoras por la participación en el partido de competición. Es por ello que este estudio planteó que las jugadoras sin tiempo de juego en el partido realizaran una sesión de entrenamiento que intentara replicar las cargas de la competición (MD + 1C), mientras que las jugadoras con tiempo de juego completaron una sesión de recuperación en su lugar (MD + 1R). Puesto que se ha reportado previamente que una mayor aproximación al estímulo competitivo es importante para el desarrollo de potencia en titulares frente a suplentes en deportes colectivos (Morgans et al., 2018), MD + 1C puede compensar las reducciones en este componente, ya que produjo la carga de FC más alta del microciclo. La carga elevada para MD + 1C podría atribuirse al pequeño número de jugadoras que participaron en esta sesión, lo que se traduce en un aumento en el tiempo de entrenamiento para partidos condicionados con muchas acciones y duelos, tal y como se ha planteado en fútbol (Fields et al., 2021). Aunque el enfoque de los contenidos empleados en MD + 1C elevó la FC, la investigación futura debería contemplar, para el voleibol, otras medidas de carga como pueden ser aceleraciones y desaceleraciones, saltos, etc., para poder aplicar o no una estrategia mixta de partidos reducidos condicionados y ejercicios basados en carreras para establecer si esto proporciona el mejor estímulo de entrenamiento para jugadoras con tiempo de juego limitado en el partido del día anterior.

Otro hallazgo importante de esta investigación fue que la FC media fue mayor cuatro días antes del partido (MD-4), con valores que se acercan a las de la competición. Sin embargo, el tiempo de entrenamiento para MD-4 en nuestro estudio fue aproximadamente menor que el reportado en la literatura para ese día del microciclo en concreto (Stevens et al., 2017). Además, los valores de FC también diferían sustancialmente de los informados por Stevens et al. (2017) en varios días de la semana de entrenamiento. En esto, probablemente, han influido las diferencias en los estándares competitivos del jugador y en las metodologías de entrenamiento utilizadas en los estudios. Sin embargo, a pesar de estas posibles diferencias en la metodología de entrenamiento, nuestro estudio aún encontró que el MD-4, componente central del microciclo, produjo la mayor carga, lo que resultó en una diferencia estadísticamente significativa con MD-1, un hallazgo respaldado por una gran cantidad de autores en fútbol (Owen et al., 2017; Stevens et al., 2017). Variar los parámetros de entrenamiento de esta manera parece ser la práctica preferida para intentar optimizar las adaptaciones fisiológicas y el rendimiento del jugador de élite (Owen et al., 2017). Con las sesiones MD-4 y MD-3 consideradas las más intensas dentro del microciclo, en las que se espera que las jugadoras realicen esfuerzos intensos repetidos, la variación en cuanto a registros de FC no tuvo una diferencia relevante ($ES=0,31$), al contrario que para esta métrica y estos días reportaron en fútbol Ade et al. (2014). La gran variabilidad en la carga entre sesiones y diferentes métricas, incluida la nuestra (FC), parece ser una combinación impredecible inherente del entrenamiento basado en juegos y las estrategias utilizadas por los entrenadores para variar el estímulo para que los jugadores creen adaptaciones de entrenamiento (Martín-García et al., 2018).

Según los resultados obtenidos, todos los valores medios de FC disminuyeron progresivamente en los días previos a la competición, especialmente en MD-2 y MD-1. Esto ya ha sido evidenciado y es común a la planificación semanal, independientemente del tipo de microciclo empleado en deportes colectivos, y demuestra particularmente que MD-1 tiene la carga más baja (Anderson et al., 2016). Esta tendencia indica claramente una estrategia de puesta a punto, mediante la cual los entrenadores reducen el volumen y la intensidad del entrenamiento cuando se acerca la competición (Owen et al., 2017). No obstante, aunque el microciclo estructurado está definido en cuanto a ideas y propuestas de trabajo para cada día (Háp et al, 2011; Martín-García et al., 2018; Tarregó et al., 2019), no se ha proporcionado ningún contexto específico asociado con cada día de entrenamiento en este deporte. Como este estudio contextualizó cada día de entrenamiento según la literatura, pero conforme a sus propias tareas de entrenamiento para este equipo concreto, la disminución de la carga a medida que se acercaba el partido se relacionó con que las jugadoras pasaron de ejercicios intensos con mucha interacción en MD-4 a ejercicios de activación de baja carga con acciones de saque y recepción en MD-1.

A pesar de que esta investigación pueda reflejar la realidad de muchos equipos femeninos de voleibol y de que esta información podría ser útil para los técnicos cuando intenten gestionar la carga de forma sistemática, el trabajo tiene algunas limitaciones que merecen ser advertidas. Quizá la principal pueda ser el escaso marco teórico existente para fundamentar y tener referencias acerca del microciclo estructurado en voleibol, ya que hay casos de deportes colectivos como el rugby o el baloncesto, pero, prácticamente en su totalidad, se ha investigado sobre fútbol. La muestra es otra limitación a tener en cuenta, ya que solo se trató de un equipo; así como la distinción por puestos específicos de juego, en las cuales los requerimientos físicos difieren unas de otras. Como mejora de esta línea de investigación en planificación en voleibol, proponemos cuantificar otras variables de carga interna tales como biomarcadores o estados anímicos y emocionales, y de carga externa como capacidades físicas o esfuerzos de alta intensidad.

Conclusión

Se antoja necesario una sesión compensatoria después del partido de competición para las jugadoras que apenas juegan con el fin de ajustar las cargas al resto de la plantilla. Además, esta sesión (MD+1C) debe ser más intensa que la sesión planteada a las jugadoras que sí disputan el partido (MD+1R). Las cargas fueron mayores cuatro días antes del partido (MD-4) con valores de FC que se acercan a la competición. La tendencia apunta a una disminución progresiva de la FC media a medida que va avanzando el microciclo y el día antes (MD-1) es cuando los valores fueron menores. Siguiendo con el modelo del microciclo estructurado aquí diseñado, la FC es un método de cuantificación que se puede usar en un microciclo en voleibol, a pesar de la singularidad del deporte, en comparación con otros deportes de equipo en el que ya está implantado de forma habitual.

Bibliografía

- Ade, J., Harley, J., & Bradley, P. S. (2014). The physiological response, time-motion characteristics and reproducibility of various speed endurance drills in elite youth soccer players: Small sided games vs generic running. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9, 471–479.
- Anderson, L., Orme, P., Di Michele, R., Close, G. L., Morgans. R., & Drust, B. (2016). Quantification of training load during one-, two-and three-game week schedules in professional soccer players from the English Premier League: Implications for carbohydrate periodisation. *Journal of Sport Science*, 34, 1250–1259.

- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome?. *Frontiers in Physiology*, 5, 73.
- Cross, R., Siegler, J., Marshall, P., & Lovell, R. (2019). Scheduling of training and recovery during the in-season weekly micro-cycle: Insights from team sport practitioners. *European Journal of Sport Science*, 19(10), 1287-1296.
- Fields, J., Merrigan, J., Feit, M. K., & Jones, M. (2021). Practice Versus Game External Load Measures in Starters and Non-Starters of a Men's Collegiate Soccer Team. *International Journal of Strength and Conditioning*, 1(1), 1-8.
- Gabbett, T. J., & Whiteley, R. (2017). Two training-load paradoxes: can we work harder and smarter, can physical preparation and medical be teammates? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(2), 2-50.
- Háp, P., Stejskal, P., & Jakubec, A. (2011). Volleyball players training intensity monitoring through the use of spectral analysis of heart rate variability during a training microcycle. *Acta Gymnica*, 41(3), 33-38.
- Libs, H., Boos, B., Shipley, F., A. Peacock, C., & J. Sanders, G. . (2021). Variability in Preseason Jump Loads and Heart Rate Intensities in Division I Volleyball . *Journal of Exercise and Nutrition*, 2(2).
- Lidor, L., & Ziv, G. (2010). Physical and physiological attributes of female volleyball players-a review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(7) 1963-1973.
- Lima, R., Castro, H. D. O., Afonso, J., Costa, G. D. C. T., Matos, S., Fernandes, S., & Clemente, F. M. (2021). Effects of Congested Fixture on Men's Volleyball Load Demands: Interactions with Sets Played. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6(2), 53.
- Martín-García, A., Gómez-Díaz, A., Bradley, P., Morera, F. & Casamichana, D. (2018). Quantification of a Professional Football Team's External Load Using a Microcycle Structure. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(12), 3511-3518
- Morgans, R., Di Michele, R., & Drust, B. (2018). Soccer match play as an important component of the power-training stimulus in premier league players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(5), 665-667.
- Owen, A. L., Djaoui, L., Newton, M., Malone, S., & Mendes, B. (2017). A contemporary multi-modal mechanical approach to training monitoring in elite professional soccer. *Science and Medicine in Football*, 1(3), 216-221.
- Stevens, T. G., de Ruiter, C. J., Twisk, J. W., Savelsbergh, G. J., & Beek, P. J. (2017). Quantification of in-season training load relative to match load in professional Dutch Eredivisie football players. *Science and Medicine in Football*, 1(2), 117-125.
- Tarragó, J. R., Seirul-lo, F., & Cos, F. (2019). Training in team sports: structured training in the FCB. *Apunts. Educació Física i Esports*, (137), 103-114.
- Vlantes, T. G., & Readdy, T. (2017). Using microsensor technology to quantify match demands in collegiate Women's volleyball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(12), 3266-3278.

Vachon, A., Berryman, N., Mujika, I., Paquet, J. B., Arvisais, D., & Bosquet, L. (2021). Effects of tapering on neuromuscular and metabolic fitness in team sports: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Sport Science*, 21(3), 300-311.