

Variabilidad de la frecuencia cardiaca en jugadores adultos de voleibol aficionado

Heart rate variability in adult amateur volleyball players

Dr. C. Omar Iván Gavotto-Nogales, <http://orcid.org/0000-0001-9645-2172>

omar.gavotto@unison.mx

Lic. Jorge Agustín López-Méndez, <https://orcid.org/0000-0002-6488-439X>

jorgeavenum@gmail.com

Lic. Luis E. Gavotto-Sánchez, <https://orcid.org/0000-0001-8794-4343>

egavotto@gmail.com

Dr. Saúl Ignacio Vega-Orozco, <https://orcid.org/0000-0002-9609-1650>

saul.vega@unison.mx

Universidad de Sonora Hermosillo, Sonora, México

Recibido: enero, 2021

Aceptado: abril, 2021

Resumen

El objetivo del presente estudio es describir la variabilidad de la frecuencia cardiaca en jugadores adultos de voleibol aficionado antes y después de una competencia. En los campeonatos de voleibol aficionado se organizan diversas competencias estatales y nacionales que se desarrollan durante un período muy corto un jugador puede reaccionar de manera diferente a la intensidad del estímulo y el tiempo de recuperación, y ante una extralimitación o un sobre entrenamiento se puede presentar una reducción del rendimiento. El objetivo del presente estudio ha sido describir la variabilidad de la frecuencia cardiaca en jugadores adultos de voleibol aficionado antes y después de una competencia. El estudio corresponde a un diseño no experimental cuantitativo, longitudinal con un alcance descriptivo. El estudio se realizó con cuatro jugadores aficionados con trayectoria nacional a nivel competitivo. Todos los jugadores presentaron una disminución progresiva de la VFC, provocándose un desequilibrio en el balance simpático-vagal, incrementándose la influencia simpática. Se confirma el agotamiento y la disminución del rendimiento deportivo en los jugadores que participan en torneos intensivos durante un periodo corto de tiempo, presentándose un alto riesgo en los jugadores por la falta de recuperación. Se sugiere a las autoridades deportivas y organizadores de competencias de voleibol, programar los eventos y el rol de juegos con encuentros más distantes que aseguren la recuperación de los jugadores, para cuidar su integridad física y mental.

Palabras clave: Frecuencia cardiaca, deporte, rendimiento deportivo.

Abstract

The objective of the present study is to describe the heart rate variability in adult amateur volleyball players before and after a competition. In amateur volleyball championships, various state and national competitions are organized that take place over a very short period, a player can react differently to the intensity of the stimulus and recovery time, and in the event of an excess or overtraining it may occur a reduction in performance. The objective of the present study was to describe the heart rate variability in adult amateur volleyball players before and after a competition. The study corresponds to a non-experimental, quantitative, longitudinal design with a descriptive scope. The study was carried out with four amateur players with national trajectory at a competitive level. All the players presented a progressive decrease in HRV, causing an imbalance in the sympathetic-vagal balance, increasing the sympathetic influence. The exhaustion and decrease in sports performance is confirmed in the players who participate in intensive lathes for a short period of time, presenting a high risk in the players due to the lack of recovery. It is suggested to the sports authorities and organizers of volleyball competitions, schedule the events and the role of games with more distant encounters that ensure the recovery of the players, to take care of their physical and mental integrity.

Keywords: Heart rate, sport, sports performance.

Introducción

En los campeonatos de voleibol aficionado se organizan diversas competencias estatales y nacionales que se desarrollan durante un período muy corto, dos o tres días, generalmente los fines de semana, para facilitar la organización y disminuir los gastos operativos se programan jornadas intensivas para que el evento pueda terminar en el menor tiempo posible, con varios juegos el mismo día, situación que exige un rendimiento físico-técnico muy elevado para poder lograr un desempeño óptimo. En muchas ocasiones el jugador entrenado no tiene el tiempo suficiente de recuperación, y el agotamiento puede provocar una lesión o mal rendimiento. El nivel de esfuerzo de un jugador dependerá de muchos factores como su estado de salud, la condición física, la intensidad real del ejercicio, la cantidad de ejercicio que se ha realizado, el nivel de estrés en que se encuentran los sistemas fisiológicos implicados, el tiempo de recuperación, entre otros. Por lo que resulta importante estudiar las alteraciones de los bioindicadores que se ven afectados principalmente con el esfuerzo físico realizado durante las competencias deportivas que tienen periodos muy cortos de recuperación.

Barbosa (2020) establece que un jugador puede reaccionar de manera diferente a la intensidad del estímulo y el tiempo de recuperación, y ante una extralimitación o un sobre entrenamiento se puede presentar una reducción del rendimiento, resultando indispensable que pueda recuperarse totalmente para estar en óptimas condiciones en el

siguiente encuentro deportivo. El cuerpo humano está formado por diversos sistemas interconectados, para mantener el equilibrio necesario para trabajar eficientemente. Uno de los máximos responsables de esta interdependencia orgánica es el sistema nervioso (SN), el cual se divide en sistema nervioso central y periférico. El sistema nervioso periférico se subdivide en sistema somático y autónomo. Este último se subdivide en sistema nervioso simpático y parasimpático (Basterra, 2017). La modulación del sistema nervioso autónomo implica el balance entre el tono simpático y parasimpático que afecta la frecuencia cardíaca ante diversas situaciones fisiológicas (Gutiérrez, 2000). La regulación simpática-parasimpática (vagal) produce una activación-desactivación de los tejidos, lo cual es determinante en la respuesta al ejercicio físico.

Esta regulación es muy notoria en el sistema cardiovascular, dándose de modo directo sobre el corazón y los vasos sanguíneos; aunque otros mecanismos pueden modificar la regulación nerviosa inicial, como es el caso de los reflejos químicos y mecánicos (Basterra, 2017). Los mediadores y neurotransmisores más importantes involucrados en el estrés que se presentan ante esta respuesta son las catecolaminas: noradrenalina y adrenalina, y hormonas como la corticotrofina y el cortisol. Estos sistemas se activan cuando es necesario y se inactivan una vez que la situación de cambio o peligro desaparece. El problema ocurre si esa inactivación es ineficiente porque el estresor es muy intenso y/o su efecto es muy prolongado (Santiago, 2018).

Existen diversas técnicas de medición de la actividad simpático-vagal, como la concentración de catecolaminas en sangre, la variabilidad de la frecuencia cardíaca o la recuperación de la frecuencia cardíaca, pudiendo ser esta última una de las más sencillas y no invasivas que existen para tal efecto. La utilización de estos protocolos de ejercicio, son relevantes para determinar el nivel de capacidad física de un sujeto (Basterra, 2017).

El cuerpo estresado incrementa el ritmo cardíaco y, por consiguiente, se aumenta la frecuencia respiratoria para acelerar el flujo de oxigenación en la sangre. El nervio vago regula los efectos de la estimulación del sistema nervioso que se expresa en cambios de actividad pulmonar, digestivo y principalmente, la actividad cardiovascular y ha sido relacionado con la regulación emocional del cuerpo, y que, su actividad se relaciona con la rapidez con lo que una persona se relaja después de estrés. El nervio vago al regular la variabilidad de ritmo cardíaco del cuerpo prolonga y regula las inhalaciones y expiraciones para relajar el cuerpo (Bárcenas, 2018).

El corazón humano tiene latidos irregulares, esto quiere decir que no funciona como un metrónomo, existen distintos intervalos de tiempo que transcurren entre los latidos, por lo tanto, es normal la existencia de variabilidad en la frecuencia cardiaca (López Sánchez, G., López Sánchez, L. y Díaz, 2015). La VFC se define como la variación de la distancia entre los intervalos RR y depende de fluctuaciones en la estimulación del sistema nervioso autónomo (SNA) sobre el corazón (Riojas-Rodríguez, Holguín, González-Hermosillo y Romieu, 2006). De manera concreta, la VFC es la fluctuación de la duración de los intervalos del latido del corazón. Las fluctuaciones cardiacas, están condicionadas por los procesos respiratorios y mediadas por la actividad de los sistemas nerviosos simpático y parasimpático (Maud y Foster, 1991).

El análisis de la VFC cuantifica y separa la respuesta cardiaca autónoma en respuesta parasimpática (vagal) y simpática (adrenérgica). La edad, un problema de salud, el reflejo barorreceptor, la respiración, la temperatura y los cambios de postura, entre otros factores, influyen en la VFC (García-Manso, 2013).

La medición de la VFC es a través de métodos no invasivos para evaluar la respuesta del sistema nervioso autónomo sobre el sistema cardiovascular, evalúa la capacidad de recuperación del sistema cardiovascular como respuesta al ejercicio físico. El análisis de los índices de la VFC refleja la respuesta autonómica cardiovascular a las diferentes cargas de entrenamiento (Porrás y Bernal, 2019). La baja VFC se asocia con alteraciones de las funciones reguladoras y del SNA, que reducen la capacidad del sistema para hacer frente a los factores estresantes internos y externos.

Los primeros estudios de la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC) se realizaron en la Unión Soviética (existente entre 1922-1991); su desarrollo estuvo vinculado principalmente a las evaluaciones realizadas a los cosmonautas en la década del 60 del siglo pasado (Delgado, 2017). Desde entonces se confirmó que un aumento en la VFC es un signo positivo de adaptación al ejercicio (Barbosa, 2020).

La VFC constituye un medio para explorar la influencia del sistema nervioso autónomo en el corazón. Estudios realizados por Cabrera-Rojo, Cabrera-Santos y Gallardo (1997) revelaron que durante una respiración profunda existe un predominio simpático en la inspiración y vagal en la espiración.

Durante el ejercicio físico el balance simpático-vagal depende de la intensidad y duración del ejercicio. Se estima que hasta intensidades de aproximadamente el 50% del

VO₂max los cambios en VRC se deben principalmente a la disminución de la descarga parasimpática acompañada de un aumento progresivo de la influencia simpática (García-Manso, 2013).

La VFC, básicamente consiste en el análisis de las variaciones en el intervalo de tiempo entre latido y latido consecutivos, registrando los intervalos RR (Gutiérrez, 2000). Estudios realizados en adultos sanos registraron un RR de 879,50 con una desviación estándar de 136,94, con frecuencia cardíaca media de 70 pulsaciones por minuto, en posición supino acostado en reposo y un RR 703,27 (DS = 105,77) en posición ortóstica, con frecuencia cardíaca media de 84.5 latidos por minuto (Cabrera-Rojo, Cabrera-Santos y Gallardo, 1997).

Existen diferencias entre la actividad de la VFC en reposo o en ejercicio, resulta lógico pensar también que debe existir un comportamiento diferente en personas entrenadas con relación a las personas sedentarias (Ortiz y Mendoza, 2008).

La VFC ha sido utilizada para estudiar los estados de adaptación al estrés físico (Hall et al., 2004) y psíquico (Sibolboro et al., 2001). Actualmente, su análisis nos aporta información relativa a las adaptaciones producidas, tanto por el entrenamiento como durante la competición, pudiendo ser un buen marcador predictivo de estados de sobre entrenamiento (Hynynen et al., 2006; Achten y Jeukendrup, 2003) (...) el ejercicio aeróbico regular resulta en una reducción de la frecuencia cardíaca, lo que refleja un aumento de la influencia vagal en el ritmo cardíaco (Hottenrott et al. 2006). El ejercicio físico de intensidad baja-moderada se asocia con cambios favorables en la VFC en hombres adultos (Tuomainen et al., 2005; Fagard et al., 1999). Y en lo que se refiere a los efectos del entrenamiento, parece tener una influencia limitada en la VFC cuando es inferior a siete semanas (Buchheit & Gindre 2006; Gamelin et al. 2009). (López Sánchez, G., López Sánchez, L. y Díaz, 2015).

Se ha confirmado que el aumento del estrés se asocia con las disminuciones en el intervalo RR, lo que sugiere un aumento de la actividad del sistema nervioso simpático durante los períodos estresantes del día. La VFC baja transmite una frecuencia cardíaca regular y monótona.

Actualmente, los diseñadores de las tecnologías aplicadas al control de la frecuencia cardíaca, tanto si se encuentra en reposo como practicando algún tipo de actividad estable o creciente, buscan desarrollar nuevas técnicas que se basan en modelos lineales y no lineales (García-Manso, 2013). Existen diferentes instrumentos para obtener la serie temporal de intervalos RR consecutivos (cardiotacograma) algunos de estos requieren equipamiento adicional como electrocardiógrafos, que registra los impulsos eléctricos producidos por el corazón, o bien se utilizan placas conversoras análogo-

digitales (CAD) (Fainstein, *et al.*, 2007). Las ondas del electrocardiograma (ECG), para ser medidas requieren de la instalación de una serie de electrodos que se ubican en el pecho de los sujetos. Este procedimiento se realiza con el fin de medir la actividad eléctrica del corazón y permite a su vez determinar el normal funcionamiento de este (Ortiz y Mendoza, 2008). Sin embargo, actualmente existen otros instrumentos que pueden registrar el RR, como los relojes deportivos, específicamente los relojes Polar S810 y Polar V800, es un método muy práctico en estudios con deportistas para obtener este indicador.

A continuación, se presentan los parámetros estadísticos en reposo para el tiempo dominante, incluyendo la estratificación del nivel de riesgo (tabla 1).

Tabla 1. Referencias de los parámetros estadísticos en reposo para el tiempo dominante, incluyendo la estratificación del nivel de riesgo

Variable	Indicador	Nivel de riesgo
Promedio del intervalo RR	RR menor a 750 ms	Alto nivel de estrés
	RR entre 750 y 900	Moderado nivel de estrés
	RR mayor a 900	Bajo nivel de estrés
Desviación estándar de RR	DE menor a 50	Alto nivel de estrés
	DE entre 50 y 100	Moderado nivel de estrés
	DE mayor a 100	Bajo nivel de estrés

Fuente: De La Cruz, López y Naranjo (2008)

Dentro del contexto de los deportes de equipo de alto rendimiento se encontró que los futbolistas presentan un perfil de VFC diferente a los jugadores de baloncesto o hockey hierba, que muestran un perfil de VFC bastante parecido (Moreno, Parrado y Capdevila, 2013). Al existir pocos estudios en el campo de los deportes de conjunto, resulta relevante aportar registros de la VFC en jugadores de voleibol.

El objetivo del presente estudio es describir la variabilidad de la frecuencia cardiaca en jugadores adultos de voleibol aficionado antes y después de una competencia.

Muestra y metodología

El estudio corresponde a un diseño no experimental cuantitativo, longitudinal con un alcance descriptivo. El estudio se realizó con cuatro jugadores aficionados con trayectoria nacional a nivel competitivo. Al ser una muestra seleccionada por conveniencia y al manejar datos no paramétricos, no es posible hacer inferencias o generalizaciones a otras poblaciones.

Existen varios métodos para el análisis del RR, entre ellos se encuentran: medidas estáticas (análisis del tiempo dominante), métodos geométricos y análisis espectral (análisis de la frecuencia dominante). En el estudio se ha optado por utilizar un método lineal de dominio de tiempo (estadístico y geométrico).

Para el presente estudio se utilizó el análisis del tiempo dominante, el cual se basa en diferentes variables que pueden ser obtenidas de dos formas diferentes, esto es desde las medidas de los intervalos R-R o desde la diferencia entre dichos intervalos. Si se toma las medidas de los intervalos, se obtendrán las siguientes variables (Ortiz y Mendoza, 2008):

- Promedio R-R (ms): es la media de los intervalos R-R. Este dato se obtiene dividiendo la sumatoria de todos los intervalos entre el total de intervalos.
- SDNN (ms): desviación estándar todos los intervalos R-R. Esta variable muestra la variación en cortos y largos periodos en cuanto a la variación en los intervalos R-R (HRV).

Se les pidió a todos los sujetos que lleguen al menos 20 minutos antes a la cancha deportiva para estar en reposo. Al pasar este tiempo, se registró la VFC durante 5 min. Las mediciones se llevaron a cabo en un espacio sin interferencia o contacto con otros atletas o sujetos. El equipo de registro empleado consistió en dos relojes Polar V800 y dos bandas que se colocan en el pecho para enviar la señal al reloj. Para registrar el RR con el Polar V800, primeramente, la banda de transmisión se humedeció con agua para colocar sobre el pecho del jugador. Posteriormente se configuró el Polar con los datos propios de la persona que realizaría la prueba, el tipo de grabación que se requiere (intervalos R-R) y se inicia la grabación de los datos asegurándose que el Polar sí está recibiendo que la información fuera enviada por la banda.

Las frecuencias cardíacas registradas fueron inspeccionadas visualmente, capturadas de forma manual en Excel y, posteriormente. Los parámetros de la VFC analizados fueron: (a) media y desviación de la frecuencia cardíaca (FC) en latidos por minuto; (b) intervalo RR medio (RR) y (c) media de la desviación estándar entre los intervalos RR.

Primera fase del estudio

Las personas a las cuales se le realizaron las mediciones fueron dos atletas hombres con 30 (atleta 1) y 29 años (atleta 2), sin ninguna cardiopatía o enfermedad conocida y con

condición física para desempeñarse a nivel competitivo de la categoría libre en el voleibol aficionado.

Segunda fase del estudio

Las personas a las cuales se le realizaron las mediciones fueron dos atletas hombres con 27 (atleta 3) y 36 años (atleta 4), sin ninguna cardiopatía o enfermedad conocida y con condición física para desempeñarse a nivel competitivo de la categoría libre en el voleibol aficionado.

Resultados

Primera fase del estudio

Considerando los parámetros estadísticos en reposo para el tiempo dominante, incluyendo la estratificación del nivel de riesgo (ver Tabla 2) (De La Cruz, López y Naranjo, 2008).

Tabla 2. Nivel de riesgo de acuerdo al rango de RR y desviación estándar

Promedio del intervalo RR	Nivel de riesgo	Desviación estándar de RR
RR menor a 750 ms	Alto	DE menor a 50
RR entre 750 y 900	Moderado	DE entre 50 y 100
RR mayor a 900	Bajo	DE mayor a 100

A continuación, se presentan los resultados del atleta/jugador 1 (ver Tablas 3 y 4), que realizó cinco juegos en dos días.

Tabla 3. Promedio de las mediciones en el atleta 1 del intervalo RR y desviación estándar, antes y después del primero y segundo juego, en el primer día del campeonato

Promedio del intervalo RR	Primer día del campeonato	Desviación estándar de RR
Moderado (785.93)	Reposo	Moderado (52.82)
Alto (601.51)	Antes de jugar 1	Alto (40.53)
Alto (554.54)	Después de jugar 1	Alto (38.2)
Alto (619.7)	Después de jugar 2	Alto (22.07)

El tiempo transcurrido entre el primer juego y el segundo del primer día de juego fue aproximadamente una hora 30 minutos.

Considerando que en el primer juego el atleta participo dentro de la cancha sólo 15 minutos y en el segundo juego aproximadamente participo 10 minutos de manera activa dentro de la cancha.

Tabla 4. Promedio de las mediciones en el atleta 1 del intervalo RR y desviación estándar, antes y después del primero, segundo y tercer juego, durante el segundo día del campeonato

Promedio del intervalo RR	Segundo día del campeonato	Desviación estándar de RR
Alto (718.4)	Reposo	Moderado (55.38)
Moderado (776.19)	Antes de jugar 1	Moderado (77.41)
Alto (674.73)	Después de jugar 1	Alto (36.42)
Alto (727.17)	Antes de jugar 2	Moderado (50.89)
Alto (717.33)	Después de jugar 2	Alto (44.13)
Alto (747.9)	Antes de jugar 3	Moderado (59.46)
Alto (743.19)	Después de jugar 3	Alto (31.47)

El tiempo transcurrido entre el primer juego y el segundo del sábado fueron 40 minutos y del segundo juego al tercer juego fue aproximadamente una hora.

Tiempo activo en el primer juego del segundo día: 28 min.

Tiempo activo en el segundo juego del segundo día: 25 min.

Tiempo activo en el tercer juego del segundo día: 20 min.

A continuación, se presentan los resultados del atleta/jugador 2 (ver Tablas 5 y 6), que realizó cinco juegos en dos días.

Tabla 5. Promedio de las mediciones en el atleta 2 del intervalo RR y desviación estándar, antes y después del primero y segundo juego, en el primer día del campeonato

Promedio del intervalo RR	Primer día del campeonato	Desviación estándar de RR
Alto (583.82)	Antes de jugar 1	Alto (44.92)
Alto (479.43)	Después de jugar 1	Alto (21.31)
Alto (532.01)	Antes de jugar 2	Alto (45.47)
Alto (540.81)	Después de jugar 2	Alto (33.04)

Tiempo activo en el primer juego del primer día: 45 min.

Tiempo activo en el segundo juego del primer día: 55 min.

Tabla 6. Promedio de las mediciones en el atleta 2 del intervalo RR y desviación estándar, antes y después del primero, segundo y tercer juego, durante el segundo día del campeonato

Promedio del intervalo RR	Segundo día del campeonato	Desviación estándar de RR
Alto (683.85)	Reposo	Alto (32.97)
Alto (671.55)	Antes de jugar 1	Alto (40.57)
Alto (540.85)	Después de jugar 1	Alto (36.29)
Alto (594.6)	Antes de jugar 2	Alto (31.73)
Alto (618.43)	Después de jugar 2	Alto (40.46)
Alto (573.2)	Antes de jugar 3	Alto (23.52)
Alto (564.64)	Después de jugar 3	Alto (32.54)

Tiempo activo en el primer juego del segundo día: 45 min.

Tiempo activo en el segundo juego del segundo día: 20 min.

Tiempo activo en el tercer juego del segundo día: 45 min.

Segunda fase del estudio

A continuación, se presentan los resultados del atleta/jugador 3 (ver Figura 1; Tablas 7, 8 y 9), que realizó cuatro juegos en tres días.

Tabla 7. Promedio de las mediciones en el atleta 3 del intervalo RR y desviación estándar, antes y después del primer juego, en el primer día del campeonato

Promedio del intervalo RR	Primer día del campeonato	Desviación estándar de RR
Moderado (813.82)	Reposo	Moderado (74.99)
Moderado (759.81)	Antes de jugar	Moderado (53.09)
Alto (491.65)	Después de jugar	Alto (20.18)

Tiempo activo en el primer juego del primer día: 1 hora 23 min.

A continuación, se presenta la disminución de la VFC del jugador 3, antes y después del primer juego (Ver Figura 1).

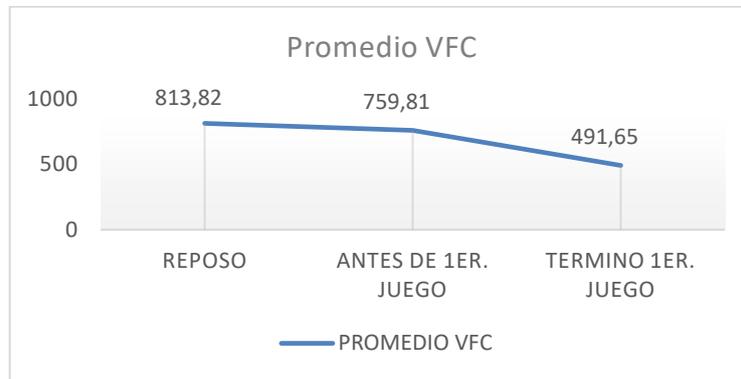


Figura 1. Promedio de la VFC en reposo, antes y después del primer juego del Atleta 3

Tabla 8. Promedio de las mediciones en el atleta 3 del intervalo RR y desviación estándar, antes y después del primero y segundo juego, en el segundo día del campeonato

Promedio del intervalo RR	Segundo día del campeonato	Desviación estándar de RR
Moderado (829.48)	Reposo	Moderado (59.22)
Alto (641.20)	Antes de jugar 1	Moderado (56.54)
Alto (496.57)	Después de jugar 1	Alto (46.26)
Alto (545.73)	Antes de jugar 2	Alto (25.59)
Alto (470.28)	Después de jugar 2	Alto (33.21)

Tiempo activo en el primer juego del segundo día: 1 hora 20 min.

Tiempo activo en el segundo juego del segundo día: 1 hora 45 min.

Tabla 9. Promedio de las mediciones en el atleta 3 del intervalo RR y desviación estándar, antes y después del primer juego, en el tercer día del campeonato

Promedio del intervalo RR	Tercer día del campeonato	Desviación estándar de RR
Moderado (773.24)	Reposo	Bajo (101.06)
Alto (734.10)	Antes de jugar	Moderado (74.38)
Alto (532.93)	Después de jugar	Alto (41.99)

Tiempo activo en el juego del tercer día: 1 hora 40 min.

A continuación, se presentan los resultados del atleta/jugador 4 (ver Tablas 10, 11 y 12), que realizó cuatro juegos en tres días.

Tabla 10. Promedio de las mediciones en el atleta 4 del intervalo RR y desviación estándar, antes y después del primer juego, en el primer día del campeonato

Promedio del intervalo RR	Primer día del campeonato	Desviación estándar de RR
Alto (613.58)	Reposo	Alto (36.45)
Alto (597.52)	Antes de jugar	Alto (25.9)
Alto (468.5)	Después de jugar	Alto (17.3)

Tiempo activo en el primer juego del primer día: 1 hora 23 min.

Tabla 11. Promedio de las mediciones en el atleta 4 del intervalo RR y desviación estándar, antes y después del primero y segundo juego, en el segundo día del campeonato

Promedio del intervalo RR	Segundo día del campeonato	Desviación estándar de RR
Moderado (798.04)	Reposo	Alto (43.37)
Alto (504.71)	Antes de jugar 1	Alto (12.83)
Alto (430.73)	Después de jugar 1	Alto (12.2)
Alto (486.25)	Antes de jugar 2	Alto (7.57)
Alto (454.09)	Después de jugar 2	Alto (7.35)

Tiempo activo en el primer juego del segundo día: 1 hora 20 min.

Tiempo activo en el segundo juego del segundo día: 1 hora 45 min.

Tabla 12. Promedio de las mediciones en el atleta 4 del intervalo RR y desviación estándar, antes y después del primer juego, en el tercer día del campeonato

Promedio del intervalo RR	Tercer día del campeonato	Desviación estándar de RR
Alto (749.12)	Reposo	Alto (36.04)
Alto (585.14)	Antes de jugar	Alto (25.06)
Alto (511.91)	Después de jugar	Alto (8.63)

Tiempo activo en juego del tercer día: 1 hora 40 min.

Discusión

Todos los jugadores mostraron progresivo aumento del nivel de estrés y un desequilibrio en el balance simpático-parasimpático.

Los atletas/jugadores que realizaron cinco juegos en dos días presentaron menor VFC que los jugadores que realizaron cuatro juegos en tres días (ver Tabla 13).

Tabla 13. Comparativo de la VFC entre jugadores

Jugador	Juegos realizados	Días de campeonato	VFC en reposo primer día	VFC después del primer juego	VFC después del segundo juego	VFC después del tercer juego	VFC después del cuarto juego	VFC después del quinto juego	Tiempo jugando en el campeonato
1	5	2	785.93	554.54	619.7	674.73	717.33	743.19	1 h 38 min
2	5	2	583.92	479.43	540.81	540.85	618.42	564.64	3 h 30 min
3	4	3	813.82	491.65	496.57	470.28	532.93		4 h 45 min
4	4	3	613.58	468.5	430.73	454.09	511.91		4 h 45 min

Los datos sugieren que los atletas que participan en más días de campeonato presentan una VFC menor que puede asociarse con una disminución de su rendimiento. El tiempo jugando puede resultar proporcionalmente directo a la VFC, donde entre mayor sea el tiempo jugando menor VFC, como se aprecia en el comparativo del Atleta 1 y 2.

Se puede observar que el jugador 1 tiene una mayor capacidad de recuperación que el jugador 2, al jugar el mismo número de encuentros en los mismos días.

El atleta 4 es quien presenta la mayor edad (36 años) y el mayor nivel de agotamiento con una baja VFC, en contraste con el atleta 3 con quien realizó el mismo número de juegos y días jugando.

Se encontraron datos similares a los obtenidos por Cabrera-Rojo, Cabrera-Santos y Gallardo, (1997) realizados en adultos sanos quienes registraron un RR de 879,50 con una desviación estándar de 136,94, en posición supino y un RR 703,27 (DS = 105,77) en posición ortóstica, por lo que confirma que los atletas valorados en reposo no presentaron alteraciones de la VFC en su estado basal. Sin embargo, al existir diferencias entre los registros de la VFC en reposo o en ejercicio con personas entrenadas como lo ha señalado Ortiz y Mendoza (2008), los datos deben diferir notoriamente de las personas no entrenadas o sedentarias.

Con base en el tiempo de recuperación y la intensidad del ejercicio se presentó una disminución progresiva de la VFC, provocándose un desequilibrio en el balance

simpático-vagal, incrementándose la influencia simpática tal como lo ha señalado García-Manso (2013).

Conclusiones

1. La utilización de un Polar V800, ha resulta ser una tecnología práctica y confiable para dar seguimiento de la VFC antes y después de un juego o entrenamiento.
2. Los datos registrados de la variabilidad de la frecuencia cardiaca y la desviación estándar de la VFC, sugieren que todos los jugadores participantes en el estudio se sometieron a un alto nivel de estrés con predominio del sistema simpático, situación que puede considerarse inapropiada para su rendimiento deportivo.
3. Se confirma el agotamiento y la disminución del rendimiento deportivo en jugadores de voleibol que participan en torneos intensivos durante un periodo corto de tiempo.
4. Participar en encuentros deportivos con periodos muy cortos de recuperación puede ocasionar un riesgo en la salud en los jugadores por la falta de recuperación.

Se sugiere a las autoridades deportivas y organizadores de competencias de voleibol, programar los eventos y el rol de juegos con encuentros más distantes que aseguren la recuperación de los jugadores, para cuidar su integridad física y mental.

Referencias bibliográficas

1. Cabrera, I., Cabrera, A. y Gallardo, G. (1997). Variabilidad de la frecuencia cardíaca en el joven normal. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 16(2), 98-103. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03001997000200004&lng=es&tlng=en
2. Bastera, F. (2017). Análisis de validez de un protocolo novel para la medición de la Recuperación de la Frecuencia Cardíaca (Tesis inédita de doctorado). Universidad de Valencia, España. Recuperado de <https://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/56834/TESIS.DOCTORAL%20JAVIER%20BASTERRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

3. Bárcenas, A. (2018). Gestor de respiración mediante el monitoreo de la actividad cardiaca aplicada al estrés. Universidad de Querétaro. Recuperado de <http://ring.uaq.mx/bitstream/123456789/1508/1/IG-0054-Elisa%20Am%c3%a9rica%20B%c3%a1rcenas%20Mart%c3%adnez.pdf>
4. Barbosa, A. (2020). Respuesta autónoma y su incidencia con el indicador de aptitud física, variabilidad de la frecuencia cardiaca y el vo2max en nadadores jóvenes sanos. *Conecta Libertad*, 20, 60-74. Recuperado de <http://revistaitsl.itslibertad.edu.ec/index.php/ITSL/article/view/117/326>
5. De La Cruz, B., López, C. y Naranjo, J. (2008). Analysis of heart rate variability at rest and during aerobic exercise: A study in healthy people and cardiac patients. *Journal Sport Medicine*, 19. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/5651155_Analysis_of_heart_rate_variability_at_rest_and_during_aerobic_exercise_A_study_in_healthy_people_and_cardiac_patients
6. Delgado, W. (2017). Primeros estudios sobre la variabilidad de la frecuencia cardiaca con métodos cibernéticos en Cuba. *MEDISAN*, 21(3), 346-354. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192017000300015&lng=es&tlng=es.
7. Fainstein, *et al.* (2007). Cardiotacógrafo para estudios de variabilidad de la Frecuencia Cardíaca. *Bioingeniería y Física Médica Cubana*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/264669111_Cardiotacografo_para_estudios_de_variabilidad_de_la_Frecuencia_Cardiaca
8. García, J. (2013). Aplicación de la variabilidad de la frecuencia cardiaca al control del entrenamiento deportivo: análisis en modo frecuencia. *Arch Med Deporte*, 30(1), 43-51. Recuperado de http://femede.es/documentos/REV_02_Variabilidad_153.pdf
9. Gutiérrez, O. (2000). Variabilidad de la frecuencia cardíaca en individuos sanos costarricenses. *Revista Costarricense de Cardiología*, 2(1), 2-10. Recuperado de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-41422000000100002&lng=en&tlng=es.
10. López, G., López, L. y Díaz, A. (2015). Composición corporal y variabilidad de la frecuencia cardiaca: relaciones con edad, sexo, obesidad y actividad física.

Revista Euroamericana de Ciencias del Deporte, 4(2), 33-40. Recuperado de [https://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/46842/1/242921-847531-1-SM%20\(1\).pdf](https://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/46842/1/242921-847531-1-SM%20(1).pdf)

11. Moreno, J., Parrado, E. y Capdevila, L. (2013). Variabilidad de la frecuencia cardíaca y perfiles psicofisiológicos en deportes de equipo de alto rendimiento. *Revista de psicología del deporte*, 22(2), 345-352. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/record/114200>
12. Ortiz, J. y Mendoza, D. (2008). Variabilidad de la frecuencia cardiaca, una herramienta útil. *Revista Digital EF Deportes*, 13(121). Recuperado de <http://www.efdeportes.com/efd121/variabilidad-de-la-frecuencia-cardiaca-una-herramienta-util.htm>
13. Porras, J. y Bernal, M. O. (2019). Variabilidad de la frecuencia cardiaca: evaluación del entrenamiento deportivo. Revisión de tema. *Duazary*, 16(2), 259 - 269. Recuperado de <https://doi.org/10.21676/2389783X.2750>
14. Riojas, H., Holguín, F., González, A. y Romieu, I. (2006). Uso de la variabilidad de la frecuencia cardiaca como marcador de los efectos cardiovasculares asociados con la contaminación del aire. *Salud Pública de México*, 48(4), 348-357. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342006000400010&lng=es&tlng=es
15. Santiago, M. (2018). Efectos de estrés crónico. Mindfulness como estrategia de control y prevención. Universidad de Valladolid. Recuperado de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/32040/TFG-L2138.pdf?sequence=1&isAllowed=y>