

## Dinámicas de la variabilidad de la frecuencia cardiaca durante diferentes momentos de recuperación de la fatiga después de ejercicios de tipo anaeróbico y aeróbico

### Dynamics of heart rate variability during different moments of recovery from fatigue after anaerobic and aerobic exercises

HERNÁNDEZ-CRUZ, Germán\*†, QUEZADA-CHACÓN, José Trinidad, RANGEL-COLMENERO, Blanca Rocío y LÓPEZ-GARCÍA, Ricardo

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Organización Deportiva, Avenida universidad s/n, Cd. universitaria San Nicolás de los Garza C.P 66451

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Germán, Hernández-Cruz*

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *José Trinidad, Quezada-Chacón*

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Blanca Rocío, Rangel-Colmenero*

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Ricardo, López-García*

DOI: 10.35429/JNT.2020.12.4.29.35

Recibido 03 de Octubre, 2020; Aceptado 30 de Diciembre, 2020

#### Resumen

El Propósito de este estudio fue examinar las dinámicas de la variabilidad de la frecuencia cardiaca en diferentes tiempos de recuperación en atletas de alto rendimiento posterior a un entrenamiento de alta intensidad. Participaron 18 atletas universitarios de pruebas aeróbicas y pruebas anaeróbicas. La recuperación se analizó a través de la variabilidad de la frecuencia cardiaca con las variables de dominio de tiempo durante 15 minutos en posición supina utilizando el Polar Team2, los registros fueron: antes del entrenamiento, inmediatamente después de terminado el entrenamiento, una hora después, dos horas después y 24 horas posteriores terminado el entrenamiento. Dentro de los resultados se muestran diferencias significativas en el grupo de los anaeróbicos en la MRR ( $p < 0.05$ ) en la toma final con respecto a la toma inicial y con la toma de las 48 horas, la rMSSD ( $p < 0.05$ ) en la toma final con respecto a la toma en reposo, el pNN50 ( $p < 0.05$ ) entre la toma final y la de las 48 horas posterior al entrenamiento. El grupo aeróbico no muestran diferencias significativas entre las tomas en ninguna de las variables. Comparando al grupo aeróbico y al grupo anaeróbico se muestran diferencias significativas en la MRR ( $p < 0.01$ ) tanto en los atletas aeróbicos como en los anaeróbicos, en la rMSSD hay una diferencia significativa en atletas aeróbicos ( $p < 0.05$ ) y en los anaeróbicos una diferencia significativa ( $p < 0.01$ ), en el pNN50 encontramos diferencia significativa ( $p < 0.01$ ) para ambos grupos. En concordancia con los resultados obtenidos se muestra que los atletas entrenados con metabolismo aeróbico presentan mejor recuperación posterior a una sesión de entrenamiento de alta intensidad.

Deporte, Evaluación, Sistema Nervioso Autónomo

#### Abstract

The purpose of this study was to examine the dynamics of heart rate variability at different times of recovery in high performance athletes after a high intensity workout. Involved 18 college athletes with aerobic and anaerobic training. The recovery was analyzed through heart rate variability with variable time domain for 15 minutes in supine position using the Polar Team2, records were before training (rest), immediately after the training (final), an hour later, two hours later and 24 hours after the training. Within results we show significant differences in the group of anaerobic in MRR ( $p < 0.05$ ) in the final measure with respect to the initial measure and 48 hours after, the rMSSD ( $p < 0.05$ ) in final measure with respect to the rest measure, the pNN50 ( $p < 0.05$ ) between the final measure and 48 hours after training. The aerobic group not showed significant difference between any of the variables. Comparing aerobic and anaerobic group we found significant difference in group MRR ( $p < 0.01$ ) in both aerobic and anaerobic athletes, rMSSD shown significant difference in aerobic athletes ( $p < 0.05$ ) and in the Anaerobic a significant difference ( $p < 0.01$ ) in the pNN50 we found significant difference ( $p < 0.01$ ) for both groups. Consistent with the results found, the aerobic metabolism in trained athletes have better recovery after a workout high intensity.

Sport, Assessment, Autonomic nervous system

**Citación:** HERNÁNDEZ-CRUZ, Germán, QUEZADA-CHACÓN, José Trinidad, RANGEL-COLMENERO, Blanca Rocío y LÓPEZ-GARCÍA, Ricardo. Dinámicas de la variabilidad de la frecuencia cardiaca durante diferentes momentos de recuperación de la fatiga después de ejercicios de tipo anaeróbico y aeróbico. Revista de Técnicas de la Enfermería y Salud. 2020, 4-12: 29-35

\*Correspondencia al Autor (correo electrónico: german.hernandezcrz@uanl.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

En deportes como el voleibol, básquetbol y el balonmano los jugadores deben de repetir secuencias de ejecuciones cortas a máxima potencia, como son movimientos cortos (menores de 5 a 25m) con frecuentes cambios de dirección seguidos de movimientos de salto a máxima potencia (Buchheit, 2010). Una de las razones por las que los entrenadores incluyen el entrenamiento aeróbico en deportes como el voleibol es el rango de mejora en la recuperación entre los ejercicios del juego o entre los días de competición (Elliott et. al., 2007). Los beneficios potenciales de la capacidad aeróbica para el rendimiento deportivo del equipo son numerosos. Aunque los jugadores de deportes de equipo parecen pasar la mayor parte de su tiempo a participar en actividades de baja a moderada intensidad, el éxito defensivo y/o ofensivo a menudo depende de las actividades de intensidad menos frecuentes pero más altas, que involucran combinaciones de carreras cortas de velocidad y saltos.

Estas actividades de alta intensidad plantean exigencias extremas en el sistema energético anaeróbico intermitente durante toda la duración de un juego (Stone & Kilding 2009), estas exigencias se ven reflejadas en las dinámicas de trabajo del sistema nervioso autónomo (SNA). La variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC) encuentra sus mecanismos de regulación en el SNA (Bricout et. al., 2010), determinado por las variaciones latido a latido de la frecuencia cardiaca, es el resultado de un control dinámico del sistema cardiovascular regulado por la actividad de los sistemas nerviosos simpático y parasimpático (Biotechnology et. al., 2011).

En los últimos años el interés por el estudio de la VFC ha tomado una importancia relevante para los entrenadores y fisiólogos deportivos como un indicador del rendimiento deportivo. La VFC es un método no invasivo que puede ser utilizado como herramienta para reflejar la actividad del sistema nervioso autónomo (Biotechnology et. al., 2011; Borresen & Lambert, 2008; Boullosa et. al., 2012; Chen et. al., 2011; Makivić et. al., 2013; Plews et. al., 2013b; Sluiter et. al., 2009) y su balance entre el sistema simpático y parasimpático (Bailón et al, 2012).

El estatus del sistema nervioso autónomo juega un rol importante en la respuesta al entrenamiento (Kiviniemi et. al., 2007). Las dinámicas de la VFC durante los primeros momentos de la recuperación después del ejercicio se mantienen no del todo claras, probablemente a la utilización de las evaluaciones metodológicas (Kaikkonen et. al., 2007).

Las variaciones en el comportamiento de la VFC se dan a partir del funcionamiento de las dos ramas del sistema nervioso autónomo que son el sistema nervioso parasimpático (SNP) y el sistema nervioso simpático (SNS). Durante la práctica del ejercicio la actividad de SNS se proyecta desplazando el balance del SNA reduciendo la actividad vagal del SNP (Hautala et. al., 2009). Durante la recuperación después del ejercicio el regreso a niveles normales es primeramente por la reactivación del SNP (Williford et. al., 2010).

Recientemente la VFC se ha utilizado para reflejar los cambios en el SNA y se ha sugerido como una herramienta para medir la adaptación al entrenamiento y la fatiga (Slattery & Coutts, 2014). Un análisis de una única serie de entrenamiento mostraron un efecto combinado negativo (fatiga) y positivo (adaptación) en el rendimiento con una predominancia inicial de la fatiga. Disminuyendo el rendimiento seguido después por un incremento en la adaptación incrementando el rendimiento deportivo (Chalencon et. al., 2015).

Se entiende como fatiga la pérdida de fuerza máxima disponible (Missenard et. al., 2008) en el individuo para seguir realizando las contracciones necesarias dependiendo de la actividad que esté realizando, es un término muy utilizado para describir la disminución en el rendimiento físico asociado con la dificultad real y/o percibida de una tarea o ejercicio (Axel & Anthony, 2011), durante la actividad física se presenta como una incapacidad para mantener el nivel requerido de fuerza. Programas de entrenamiento de atletas de élite típicamente consisten en periodos de altas cargas de entrenamiento con descanso y recuperación limitados (Plews et. al., 2012). La fatiga es un fenómeno complejo y multifacético que tiene una variedad de posibles mecanismos.

Puede ser influenciada por tipo de estímulos, tipo de contracción, duración, frecuencia e intensidad del ejercicio (Halson, 2014). Una respuesta más rápida a la fatiga es reportada en individuos con una incrementada capacidad aeróbica (Vicente-Campos et. al., 2014). La VFC ha sido utilizada para mostrar rasgos de fatiga aguda y también para hacer recomendaciones para una adecuada periodización del entrenamiento (Buchheit et. al., 2013) y de esta manera disminuir los riesgos de baja en el rendimiento deportivo.

Un enfoque de la VFC muestra el potencial para cuantificar el estrés homeostático de una sesión de entrenamiento para medir la recuperación dinámica hacia la homeostasis de descanso al cese del ejercicio (Mann et. al., 2014). Colocándola como un método promisorio para monitorear la adaptación individual al entrenamiento a través de la medición del descanso o su recuperación después del ejercicio (Plews et. al., 2013a).

En la recuperación después de ejercicios con alto nivel de intensidad la VFC cuantifica indirectamente la influencia del SNS y el SNP en el funcionamiento cardiaco, también puede ser una importante herramienta de ayuda en el diagnóstico del estrés y condición cardiovascular en atletas (Mazon et. al., 2013).

La información obtenida a través de la VFC adquiere una metodología fiable sobre las adaptaciones al entrenamiento (Plews, 2013). En deportes como el soccer se ha utilizado para monitorear las sesiones de entrenamiento (Rave, 2010), Bricout (2014) realizó mediciones a través de los métodos de dominio de tiempo y de frecuencia de la VFC en reposo, posterior a un entrenamiento y después de un juego siendo los parámetros de dominio de tiempo los que reflejan cambios en sus valores posterior al estímulo de esfuerzo como lo es el entrenamiento y la competencia. En jugadores de voleibol se monitoreo durante doce semanas de entrenamiento previo a la competición sin encontrar diferencias significativas en los parámetros analizados (Mazon, 2014).

Edmonds (2014) monitoreo a un grupo de jugadores de rugby previo a una competencia y posterior a la competencia, evidenciando cambios significativos terminados la competencia comparada con los registros previos a la competencia.

Sartor (2013) utilizo la VFC como para medir el nivel de entrenamiento y estado fisiológico de un grupo de gimnastas durante 10 semanas reflejando ser una metodología fiable para medir el nivel de entrenamiento y fisiológico en atletas. El propósito del estudio fue examinar las dinámicas de la variabilidad de la frecuencia cardiaca a través de las variables de dominio de tiempo en diferentes tiempos de recuperación en atletas representativos de la Universidad Autónoma de Nuevo León posterior a un entrenamiento de alta intensidad.

### **Metodología**

Se analizaron 18 atletas masculinos (edad  $20.5 \pm 2.54$ ) del equipo representativo TIGRES de la universidad Autónoma de Nuevo León con experticia en competencias nacionales, el primer grupo de 9 atletas correspondía a la disciplina de resistencia y el segundo grupo de 9 atletas eran de la disciplina de velocidad. En relación al propósito del estudio se le pidió al entrenador realizar un entrenamiento de alta intensidad correspondiente al nivel del equipo. Las tomas de VFC se realizaron antes del entrenamiento (reposo), al finalizar el entrenamiento (final), a la hora, dos horas finalizado el entrenamiento y 48 horas posterior del entrenamiento. Se les solicito a los atletas que realizaran trabajo regenerativo durante las 48 horas posterior a la sesión de entrenamiento para monitorear su recuperación. Todos los sujetos firmaron el consentimiento informado. La VFC se registró durante 15 minutos utilizando el Polar Team 2 en posición supina siguiendo las recomendaciones de la Task Force (1996) quien rige el uso e interpretación de la variabilidad de la frecuencia cardiaca. Se utilizo estadística no paramétrica para muestras relacionadas (Friedman) y para muestras independientes (Kruskal Wallis).

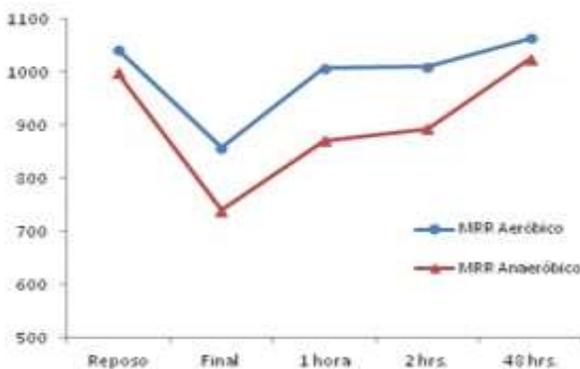
### **Resultados**

Se presentan los datos descriptivos de los atletas en la tabla 1. En el primer análisis que se realizó fue entre las tomas de cada grupo, para ver si existían diferencias entre las tomas realizadas.

	Aeróbicos	Anaeróbicos
Edad (años)	21.6±2.37	20±2.21
Peso (Kg)	62.63±4.44	69.48±6.17
Talla (cm)	169.95±2.56	175.7±4.69
IMC	21.71±1.7	22.48±1.32
VO2 máx.	63.13±7.22	60.67±6.96
FC máx.	187.7±8.38	194.8±8.92

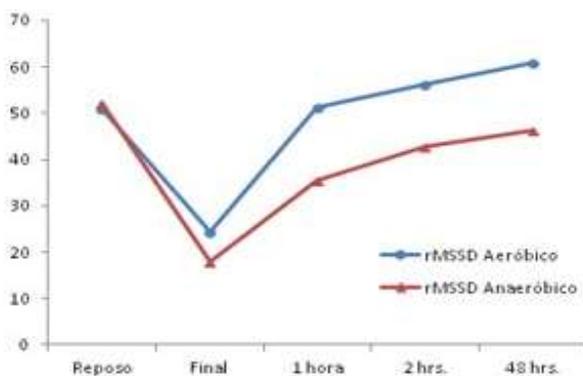
**Tabla 1** Datos descriptivos de los atletas por disciplina

La dinámica del comportamiento de la MRR del grupo aeróbico (figura 1) no muestra diferencias significativas entre las tomas, sólo en el grupo anaeróbico en la toma final con respecto a la toma inicial ( $p < 0.05$ ) y con la toma de las 48 horas posterior al entrenamiento ( $p < 0.01$ ).



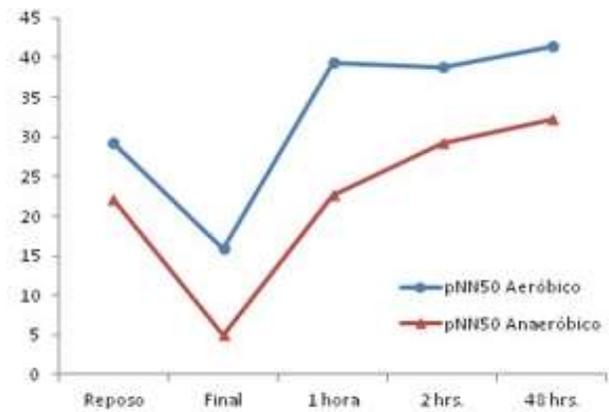
**Figura 1** Dinámica de la MRR del grupo aeróbico y anaeróbico

El comportamiento de la rMSSD en ambos grupos es presentada en la figura 2, el grupo de los atletas aeróbicos no muestra diferencias significativas entre las tomas, sin embargo el grupo de atletas anaeróbicos muestran diferencias significativas en la toma realizada después del entrenamiento con respecto a la toma en reposo ( $p < 0.05$ ).



**Figura 2** Dinámica de la rMSSD del grupo aeróbico y anaeróbico

Con respecto a la variable pNN50 solo encontramos diferencia significativa en el grupo de los anaeróbicos entre la toma final y la de las 48 horas posterior al entrenamiento ( $p < 0.05$ ), en el grupo de atletas aeróbicos no se encontraron diferencias entre las tomas.



**Figura 3** Dinámica del pNN50 del grupo aeróbico y anaeróbico

Posteriormente se realizó un segundo análisis comparando al grupo aeróbico con el grupo anaeróbico en las variables de dominio de tiempo de la VFC, encontrando diferencia significativa en la MRR ( $p < 0.01$ ) tanto en los atletas aeróbicos como en los anaeróbicos, en la variable rMSSD encontramos una diferencia significativa en atletas aeróbicos ( $p < 0.05$ ) y en los anaeróbicos una diferencia significativa ( $p < 0.01$ ), en la variable pNN50 encontramos diferencia significativa ( $p < 0.01$ ) para ambos grupos. Después del entrenamiento las variables analizadas descienden drásticamente mostrando una recuperación a las dos horas y mejor aún a las 48 horas.

## Discusión

El objetivo principal de este estudio consistía en evaluar las dinámicas de la VFC después de un entrenamiento de alta intensidad en atletas con predominancia de entrenamiento metabólica aeróbica y anaeróbica. Del cual observamos una recuperación más rápida en el grupo de los aeróbicos en comparación con los atletas del grupo anaeróbicos, ya que requieren de más horas para alcanzar valores basales o iniciales de recuperación, un comportamiento similar en otras investigaciones se puede observar por efecto de competencias o entrenamientos (Bricout, 2010).

La falla en el mantenimiento de este equilibrio puede conducir rápidamente a consecuencias no deseadas o en la disminución de la capacidad de rendimiento y recuperación (Buchheit & Parouty, 2010) observándose estos procesos a partir del comportamiento de las dinámicas de recuperación de la VFC. La fatiga posterior a un entrenamiento intenso o una competencia se determina por una combinación de factores centrales y perimetrales. El descenso del rendimiento se observa hacia el final de un entrenamiento o competencia surgiendo a partir de la combinación de varios componentes que implican mecanismos del SNC para la producción de energía de la propia célula muscular (Mccall et. al., 2012) y de la regulación de la VFC a partir de mecanismos del SNA.

Seiler et. al., (2007) menciona que atletas altamente entrenados en resistencia mejoran en la recuperación posteriores a 5 minutos a terminado el ejercicio intenso mostrando una tendencia hacia el incremento de la recuperación del SNA.

Merati et. al., (2014) utilizo las variables pNN50 y la rMSSD como indicadores del comportamiento de la actividad parasimpática, con la finalidad de analizar las diferencias antes del entrenamiento y después del entrenamiento, resultando estos indicadores significativamente altos después del entrenamiento comparado con el valor basal o antes del entrenamiento.

Nunan (2010) comparó los valores de la rMSSD en 33 sujetos saludables en ejercicios aeróbicos buscando los cambios en la frecuencia cardiaca a partir de reposo, 1 minuto y 3 minutos, haciendo una diferencia entre la inicial vagal o reposo hasta la de 3 minutos, encontrando una correlación negativa entre estas situaciones. Diferencias significativas entre las mediciones de la rMSSD entre los grupos que se estudiaron por una predominancia cronotípica de la respuesta de la frecuencia cardiaca que es regulada también por la rama parasimpática del SNA (Donovan et. al., 2010).

El comportamiento de la VFC en nuestros resultados corresponden a los mostrados en diversas investigación, así como en distintas situaciones de estudio tales como lo muestra Garrido (2009) ante un esfuerzo extenuante como lo es la competición al provocar una disminución en los valores de pNN50 y SDNN en un jugador de bádminton durante cuatro partidos evidenciando un predominio simpático durante la actividad física y posterior a ella. En deportes de conjunto podemos mencionar el de Shuchun et. al., (2010) en futbol soccer con dos grupos registrando la VFC posterior a una serie de juegos de los cuales reporta diferencias significativas en SDNN y rMSSD posterior a los partidos. Por otro parte Háp et. al., (2011) reporta cambios en la actividad simpática y parasimpática en relación a las cargas de entrenamiento en jugadores de voleibol en los cuales se analizó durante una semana de entrenamiento.

### Conclusiones

La medición VFC se ha propuesto como indicador de funcionamiento cardiovascular predecible de la actividad simpática y parasimpática de la actividad del sistema nervioso autónomo. En el ámbito de la medicina y la fisiología del deporte, el análisis de la VFC ha resultado un instrumento muy prometedor para realizar un seguimiento de los deportistas sencillo y de bajo costo, permitiendo evaluar la buena o la mala adaptación a las cargas de entrenamiento deportivo, posibilitando el control del equilibrio entre salud, entrenamiento y rendimiento deportivo de sus atletas.

En relación al comportamiento de la variabilidad de la frecuencia cardiaca en relación al tipo de entrenamiento podemos indicar que el trabajo aeróbico mejora la recuperación posterior a sesiones de entrenamiento intenso o de las competencias a diferencia del trabajo anaeróbico el cual requiere de mayor tiempo para su recuperación. Estos resultados brindan información a entrenadores sobre la influencia del ejercicio de acuerdo al tipo de entrenamiento aeróbico o anaeróbico sobre la fatiga provocada y tiempo de recuperación requerido, permitiendo ordenar las cargas de entrenamiento dentro de la planificación deportiva.

## Referencias

- Axel, J., & Anthony, R. H. (2011). INTERACTIVE PROCESSES LINK THE MULTIPLE SYMPTOMS OF (Vol. 41).
- Bailón, R., Mainardi, L., Orini, M., Sörnmo, L., & Laguna, P. (2010). Analysis of heart rate variability during exercise stress testing using respiratory information. *Biomedical Signal Processing And Control*, 4(4), 299–310. doi:10.1016/j.bspc.2010.05.005
- Biotechnology, N., Science, R., Medicine, P., Veterans, T., & Hospital, G. (2011). P n a m r s w p a t, 0(0), 1–7.
- Borresen, J., & Lambert, M. I. (2008). Autonomic Control of Heart Rate during and after Exercise Training Status, 38(8), 633–646.
- Boullosa, D. A., Abreu, L., Tuimil, J. L., & Leicht, A. S. (2012). Impact of a soccer match on the cardiac autonomic control of referees. *European Journal of Applied Physiology*, 112(6), 2233–42. doi:10.1007/s00421-011-2202-y
- Bricout, V. a., DeChenaud, S., & Favre-Juvin, A. (2010). Analyses of heart rate variability in young soccer players: The effects of sport activity. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, 154(1-2), 112–116. doi:10.1016/j.autneu.2009.12.001
- Buchheit, M. (2010). Performance and physiological responses to repeated-sprint and jump sequences, 1007–1018. doi:10.1007/s00421-010-1587-3
- Buchheit, M., & Parouty, A. C. J. (2010). Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function, 1153–1167. doi:10.1007/s00421-009-1317-x
- Buchheit, M., Racinais, S., Bilsborough, J. C., Bourdon, P. C., Voss, S. C., Hocking, J., ... Coutts, a J. (2013). Monitoring fitness, fatigue and running performance during a pre-season training camp in elite football players. *Journal of Science and Medicine in Sport / Sports Medicine Australia*, 16(6), 550–5. doi:10.1016/j.jsams.2012.12.003
- Chalencon, S., Pichot, V., Roche, F., René, J., Martin, L., Philippe, G., ... Thierry, B. (2015). Modeling of performance and ANS activity for predicting future responses to training, 589–596. doi:10.1007/s00421-014-3035-2
- Chen, J. Y., Lee, Y. L., Tsai, W. C., Lee, C. H., Chen, P. S., Li, Y. H., ... Lin, L. J. (2011). Cardiac autonomic functions derived from short-term heart rate variability recordings associated with heart rate recovery after treadmill exercise test in young individuals. *Heart and Vessels*, 26, 282–288. doi:10.1007/s00380-010-0048-6
- Donovan, G., Singleton, L. D., Sandercock, G. R. H., & Brodie, D. A. (2010). Resting autonomic modulations and the heart rate response to exercise, 213–221. doi:10.1007/s10286-010-0073-7
- Edmonds, R., Leicht, A., McKean, M., & Burkett, B. (2014). Daily heart rate variability of Paralympic gold medallist swimmers: A 17-week investigation. *Journal of Sport and Health Science*. doi:10.1016/j.jshs.2014.08.002
- Elliott, M. C. C. W., Wagner, P. P., & Chiu, L. (2007). Power athletes and distance training: physiological and biomechanical rationale for change. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 37(1), 47–57. doi:10.2165/00007256-200737010-00004
- Halson, S. L. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes, 44. doi:10.1007/s40279-014-0253-z
- Hautala, A. J., Kiviniemi, A. M., & Tulppo, M. P. (2009). Individual responses to aerobic exercise: the role of the autonomic nervous system. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33(2), 107–15. doi:10.1016/j.neubiorev.2008.04.009
- Kaikkonen, P., Nummela, Æ. A., & Rusko, Æ. H. (2007). Heart rate variability dynamics during early recovery after different endurance exercises, 35, 79–86. doi:10.1007/s00421-007-0559-8 Marzo 2015 Vol.2 No.2 336-344
- Kiviniemi, A. M., Hautala, A. J., Kinnunen, H., & Tulppo, M. P. (2007). Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements. *European Journal of Applied Physiology*, 101(6), 743–51. doi:10.1007/s00421-007-0552-2

- Lee, C. M., & Mendoza, A. (2012). Dissociation of heart rate variability and heart rate recovery in well-trained athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 112(7), 2757–66. doi:10.1007/s00421-011-2258-8
- Makivić, B., Nikić, M. D., & Willis, M. S. (2013). Heart Rate Variability (HRV) as a Tool for Diagnostic and Monitoring Performance in Sport and Physical Activities. *Journal of Exercise Physiology*, 16(3), 103–131.
- Mann, T. N., Webster, C., Lamberts, R. P., & Lambert, M. I. (2014). Effect of exercise intensity on post-exercise oxygen consumption and heart rate recovery. *European Journal of Applied Physiology*, 1809–1820. doi:10.1007/s00421-014-2907-9
- Mazon, J., Gastaldi, A., Di Sacco, T., Cozza, I., Dutra, S., & Souza, H. (2013). Effects of training periodization on cardiac autonomic modulation and endogenous stress markers in volleyball players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 23(1), 114–120. doi:10.1111/j.1600-0838.2011.01357.x
- Mccall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2012). Recovery in Soccer, 42(12), 997–1015.
- Merati, G., Anna, M., Luigi, P., Claudio, I., Agnello, L., Veicsteinas, A., & Castiglioni, P. (2014). Autonomic modulations of heart rate variability and performances in short distance elite swimmers. doi:10.1007/s00421-014-3064-
- Missenard, O., Mottet, D., & Perrey, S. (2008). The role of cocontraction in the impairment of movement accuracy with fatigue. *Experimental Brain Research*, 185(1), 151–6.
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Kilding, A. E., & Buchheit, M. (2012). Heart rate variability in elite triathletes, is variation in variability the key to effective training A case comparison. *European Journal of Applied Physiology*, 112(11), 3729–3741. doi:10.1007/s00421-012-2354-4
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Stanley, J., Kilding, A. E., & Buchheit, M. (2013a). Training Adaptation and Heart Rate Variability in Elite Endurance Athletes : Opening the Door to Effective Monitoring, 773781. doi:10.1007/s40279-013-0071-8
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Stanley, J., Kilding, A. E., & Buchheit, M. (2013b). Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: opening the door to effective monitoring. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 43(9), 773–81. doi:10.1007/s40279-013-0071-8
- Seiler, S., Haugen, O., & Kuffel, E. (2007). Autonomic recovery after exercise in trained athletes: intensity and duration effects. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(8), 136673. doi:10.1249/mss.0b013e318060f17d
- Slattery, L. K. W. K. M., & Coutts, A. J. (2014). A comparison of methods for quantifying training load: relationships between modelled and actual training responses, 11–20. doi:10.1007/s00421-013-2745-1 Marzo 2015 Vol.2 No.2 336-344
- Sluiter, J. K., Guijt, A. M., & Frings-dresen, M. H. (2009). Reproducibility and validity of heart rate variability and respiration rate measurements in participants with prolonged fatigue complaints, 623–630. doi:10.1007/s00420-008-0391-4
- Stone, N. M., & Kilding, A. E. (2009). Aerobic Conditioning for Team Sport Athletes. *Sports Medicine*, 39(8), 615–642. doi:10.2165/00007256-200939080-00002
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996). Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use in: *Circulation*. *European Heart Journal*; 17: 354-81.
- Vicente-Campos, D., López, A. M., Nuñez, M. J., & Chicharro, J. L. (2014). Heart rate recovery normality data recorded in response to a maximal exercise test in physically active men. *European Journal of Applied Physiology*, 114, 1123–1128. doi:10.1007/s00421-014-2847-4
- Williford, H. N., Blessing, Æ. D. L., Shannon, D., & Grandjean, Æ. P. (2010). The relationship between resting heart rate variability and heart rate recovery, 33–38. doi:10.1007/s10286-009-0033-2