

### MONITORIZACIÓN PSICOFISIOLÓGICA DEL PROCESO DE RECUPERACIÓN EN DEPORTISTAS DE ÉLITE DE LA SELECCIÓN ESPAÑOLA DE ESQUÍ DE MONTAÑA A TRAVÉS DE LA RMSSD Y LA PERCEPCIÓN SUBJETIVA DE LA RECUPERACIÓN

Jordi Martín-Guillaumes<sup>1</sup>, Toni Caparrós<sup>1,2</sup>, David Cruz-Puntí<sup>3</sup>, Lluç Montull<sup>1</sup>, Gil Orriols<sup>2</sup> y Lluís Capdevila<sup>4</sup>

INEFC Barcelona, España<sup>1</sup>, Universitat de Vic, España<sup>2</sup>, Universitat de Girona, España<sup>3</sup> y Universitat Autònoma de Barcelona, España<sup>4</sup>

**RESUMEN:** El presente estudio tiene como objetivo monitorizar el proceso de recuperación psicofisiológica en deportistas de élite de la Selección Española de Esquí de Montaña ( $n = 6$ ) durante un mesociclo estructurado en tres microciclos de carga. A lo largo de este período, se han obtenido registros diarios a través de la Evaluación Ecológica Momentánea de la variabilidad de la frecuencia cardíaca y la percepción subjetiva de la recuperación, cada mañana en reposo. Los resultados muestran una relación positiva entre la raíz cuadrada del promedio de la suma de las diferencias al cuadrado de los intervalos RR y la percepción subjetiva de la recuperación de los registros en reposo en los cuatro atletas masculinos ( $\rho = .453, p = .03; \rho = .550, p = .045; \rho = .719, p = .09; \rho = .571, p = .087$ ). El trabajo propone la interpretación conjunta de ambos parámetros en reposo para evaluar la respuesta al entrenamiento.

**PALABRAS CLAVE:** pretemporada, percepción subjetiva, RMSSD, recuperación.

### PSICOFISIOLOGICAL MONITORING OF THE RECOVERY PROCESS IN THE ELITE ATHLETES OF THE SPANISH NATIONAL SKI MOUNTAINEERING TEAM THROUGH THE RMSSD AND THE SUBJECTIVE PERCEPTION OF RECOVERY

**ABSTRACT:** The present study aims to monitor the psychophysiological recovery process in elite athletes of the Spanish National Ski Mountaineering Team ( $n = 6$ ) during a basic mesocycle structured in three training load microcycles. Throughout this period, daily evaluations have been carried out through the Ecological Momentary Assessment, evaluating the heart rate variability and the psychobiological perceived recovery status each morning at rest. The results show a positive relationship between the square root of the sum of the squared differences of the RR intervals and the perceived recovery status of the resting data in the four male athletes ( $\rho = .453, p = .03; \rho = .550, p = .045; \rho = .719, p = .09; \rho = .571, p = .087$ ). The paper proposes the unified interpretation between both resting parameters to evaluate the response to training.

**KEYWORDS:** preseason, subjective perception, RMSSD, recovery.

### MONITORIZAÇÃO PSICOFISIOLÓGICA DO PROCESSO DE RECUPERAÇÃO EM ATLETAS DE ÉLITE DA SELECÇÃO ESPANHOLA DE SKI DE MONTANHA ATRAVÉS DA RMSSD E A PERCEPÇÃO SUBJETIVA DA SUA RECUPERAÇÃO

**RESUMO:** O presente estudo tem como objetivo monitorizar o processo de recuperação psicofisiológica em desportistas de elite da Seleção Espanhola de Ski de Montanha ( $n = 6$ ) mensalmente com base estruturada em três microciclos de carga. Durante este período, levaram-se a cabo dois registos diários através da Avaliação Ecológica Momentânea, avaliando a variedade da frequência cardíaca e a escala psicobiológica em estado de recuperação avaliada em cada manhã de repouso. Os resultados mostram uma relação positiva entre a raiz quadrada da média da soma das diferenças ao quadrado dos intervalos RR e a escala psicobiológica da recuperação registrada nos dias de repouso nos quatro atletas masculinos ( $\rho = .453, p = .03; \rho = .550, p = .045; \rho = .719, p = .09; \rho = .571, p = .087$ ). O trabalho resulta da interpretação em conjunto de ambos os parâmetros em repouso para avaliar a reposta aos estímulos do treinamento.

**PALAVRAS CHAVE:** pré-temporada, percepção subjetiva, RMSSD, recuperação.

Manuscrito recibido: 09/01/2017  
Manuscrito aceptado: 31/08/2017

Dirección de contacto: Jordi Martín Guillaumes. Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (INEFC). Avinguda de l'Estadi, 14, 08038 Barcelona (Barcelona). España.  
Correo-e: jordimartinguillaumes@gmail.com

La elevada densidad de las cargas de entrenamiento a la que los deportistas de élite están sometidos a lo largo de una temporada, alteran el equilibrio del proceso de estrés-recuperación, aumentando la fatiga psicológica (Síndrome de Burnout), junto al riesgo de padecer el Síndrome de Sobreentrenamiento (SSE) (Carlin, Garcés de los Fayos y De Francisco, 2012; De Francisco, Garcés de los Fayos y Arce, 2015; Simola, Samulski y Prado, 2007).

Anticipar estados avanzados de fatiga a través de la monitorización del estado psicofisiológico de los atletas y de su respuesta al entrenamiento, permite el ajuste interactivo de los planes de entrenamiento para mejorar el rendimiento deportivo, prevenir sobrecargas, optimizar la recuperación y minimizar la carga lesiva (Berengüí, Ortín, Garcés de los Fayos y Hidalgo, 2017; Fuller, Junge y Dvorak, 2012; Gabbett, 2016; Reynoso et al., 2016).

A lo largo de las últimas décadas, las ciencias aplicadas al deporte han tomado conciencia de la importancia de desarrollar metodologías para poder controlar la salud de los deportistas. No obstante, las últimas tendencias metodológicas hacen referencia a evaluaciones diligentes no invasivas previas a las sesiones de entrenamiento. Entre ellas se encuentra la evaluación ecológica momentánea (EEM), método que permite la recogida de datos en tiempo real sobre los estados del sujeto, objetivando mecanismos de regeneración, disminuyendo el sesgo en el registro y aumentando la validez ecológica (Kanning y Schlicht, 2010; Sandercock y Brodie, 2006; Shiffman, Stone y Hufford, 2008). En este contexto, la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca (VFC) resulta una herramienta eficaz para monitorizar la adaptación a la carga diaria y al programa de entrenamiento (Buchheit et al., 2006; Capdevila et al., 2008; Makivić y Nikić, 2013; Parrado et al., 2009). Moreno (2015) propone la monitorización psicofisiológica del proceso de estrés-recuperación como herramienta de EEM en situaciones deportivas a partir del análisis combinado de la VFC y de indicadores cognitivos y conductuales (Cervantes, Rodas y Capdevila, 2009). Una variabilidad que resulta consecuencia de las interacciones entre el sistema cardiovascular y el sistema nervioso autónomo, éste último basado en el equilibrio entre el sistema nervioso parasimpático y el sistema nervioso simpático (Pumprla, Howorka, Groves, Chester y Nolan, 2002). La rama parasimpática gestiona cambios reflejos de la frecuencia cardíaca (FC), disminuyéndola gracias a la acción del nervio vago a través de su neurotransmisor, la acetilcolina, relacionándose directamente con los parámetros temporales de la VFC: los intervalos RR, su desviación estándar (SDNN), la raíz cuadrada del promedio de la suma de las diferencias al cuadrado de los intervalos RR (RMSSD) y el porcentaje de intervalos RR consecutivos que discrepan más de 50 entre ellos (pNN50) (Xhyheri, Manfrini, Mazzolini, Pizzi y Bugiardi, 2012). Por otro lado, la rama simpática es la responsable del aumento de la FC, la contractilidad y la velocidad de conducción a través de los receptores adrenérgicos, produciendo una disminución de los parámetros de dominio temporal de la VFC a causa del estrés (Föhr et al., 2016). Buchheit (2014) sugiere la RMSSD en reposo como parámetro con mayor sensibilidad parasimpática, siendo el marcador más válido para la monitorización de registros diarios de corta duración.

Cambios en este parámetro registrados bajo un patrón de respiración espontánea permiten la identificación precoz de síntomas globales de fatiga (Schmitt, Regnard y Millet, 2015). No obstante, este marcador puede ser complementado por otros parámetros psicofisiológicos no invasivos.

Laurent et al (2011) desarrollaron la percepción subjetiva de la recuperación (PSR) como una escala numérica de 0 a 10 que mide el grado de concordancia de la percepción de recuperación individual, estratificada en diversos niveles de recuperación en relación a su predisposición al rendimiento en entrenamiento, facilitando la identificación y prevención de los estados de fatiga (Föhr et al., 2016). La funcionalidad de la escala recae en la similitud con la percepción subjetiva del esfuerzo (PSE), transfiriendo la excepcionalidad de la evaluación del estado del organismo durante el ejercicio a la recuperación día a día (Álvarez, Murillo, Usan, Ros y Manonelles, 2016). La mayor sensibilidad a las variaciones subjetivas perceptuales por parte de los deportistas de élite facilita la comprensión de las dinámicas de cargas, identificando el estado de recuperación de cada deportista previo a las sesiones de entrenamiento (Balsalobre, Tejero y del Campo, 2015).

El objetivo del estudio recae en monitorizar el proceso de recuperación durante el entrenamiento de pretemporada en esquiadores de montaña de élite, a fin de ofrecer modelos ecológicos aplicables al diseño y a la evaluación psicofisiológica del deportista a través de la RMSSD del dominio temporal de la variabilidad de la frecuencia cardíaca y de la percepción subjetiva de la recuperación.

## MÉTODO

### Participantes

La muestra del estudio está formada por seis deportistas de élite de la Selección Española masculina de Esquí de Montaña, cuatro hombres con una edad media de 25.3 ( $\pm$  6.4) años, 175 ( $\pm$  5.4) cm de altura, 65.3 ( $\pm$  4.4) kg de peso y un consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) de 76.2 ( $\pm$  5.3) ml/min/kg; y dos mujeres con unas edades de 23.1 años y 43.3 años, alturas de 171.08 cm y de 157.8 cm, pesos de 52.2 kg y 53.5 kg, y valores de  $VO_{2m\acute{a}x}$  de 58.3 ml/min/kg y 54.4 ml/min/kg. Los atletas han mostrado su consentimiento informado para realizar el estudio, manteniéndose la confidencialidad y el anonimato de los datos personales a lo largo del seguimiento del estudio, conforme a los Principios Éticos de la Asociación Médica Mundial (Declaración de Helsinki).

### Procedimiento y material

Durante la primera concentración de pretemporada de la Selección Española de Esquí de Montaña 2015-16, se evaluaron un total de 126 registros de VFC y PSR. La concentración tuvo lugar en la localidad francesa de Tignes-le-Lac (Rhône-Alpes), situada a 2100 metros de altitud. Las condiciones de evaluación fueron: una evaluación completa por día (cuestionario y registro VFC), cada mañana al momento de levantarse en ayunas (ver Figura 1). El registro de la VFC consistió en tres minutos en situación de reposo, posición supina y un patrón de respiración libre ininterrumpida (Moreno, 2015). Todos los registros de los intervalos RR (tiempo en milisegundos entre latidos cardíacos consecutivos) se han recogido mediante una banda cardíaca

torácica con conexión *Bluetooth* (marca Polar, modelo H7), a través de dispositivos móviles con sistema operativo *Android 4.3.2* o *iOS 7*. Para ello se ha utilizado la *App FitLab® Cardiocheck* (*Healthsportlab.com*, Barcelona, España), creada especialmente para realizar estudios según este formato y que se ha hecho extensiva al mundo del entrenamiento y del alto rendimiento deportivo. Los datos fueron recogidos por los propios participantes atendiendo al protocolo indicado, después de un proceso de familiarización previa de diez días. Previamente al registro de la VFC, los participantes valoraban la percepción de su recuperación según la escala PSR (ver Tabla 1). La carga de trabajo ha sido cuantificada como el tiempo de entrenamiento específico (TEE). Se han registrado entrenamientos individuales, posteriores a cada análisis, mediante dispositivos GPS que cuantifican el trabajo de cada uno de los sujetos desde el inicio al final del entrenamiento (*Suntoo Ambit 3*, *Polar RC3 GPS* y *Garmin Forerunner 310 xt*).

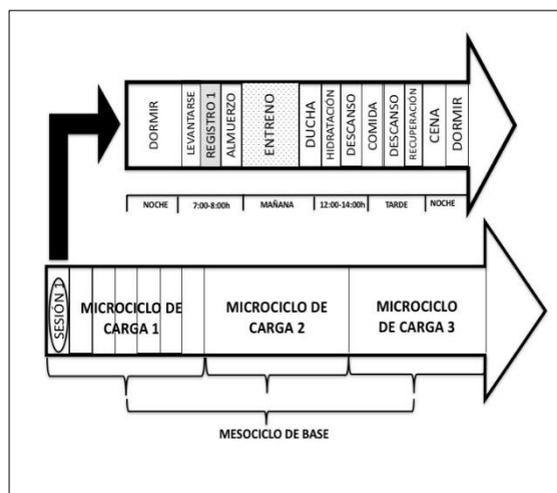


Figura 1. Los registros diarios se han llevado a cabo a lo largo de tres microciclos de carga dentro de un mesociclo de base en el marco de la pretemporada anual de los deportistas.

### Análisis estadístico

Se ha realizado un análisis descriptivo de los registros previos al entrenamiento, utilizando la prueba no paramétrica de correlación de Spearman (*rho*) para analizar la relación entre la VFC, la PSR y el TEE. Los datos fueron tratados a través del paquete estadístico *IBM SPSS Statistics (v.21)* para *Mac OS X*.

### RESULTADOS

Los parámetros de VFC obtenidos de cada Atleta (A) en cada Mesociclo (M) se expresan junto a su Desviación Típica (DT) (ver Tabla 2). A partir de los resultados, se puede observar un decrecimiento de los parámetros del dominio temporal de la VFC en los atletas masculinos (Uno, Dos, Tres y Cuatro), mientras que en las atletas femeninas (Cinco y Seis) no se observa una tendencia uniforme. Por otra parte, la PSR mantiene una dinámica decreciente entre todos los atletas estudiados a lo largo del mesociclo, relacionándose positivamente con el parámetro RMSSD en reposo para Atleta Uno ( $rho = .453; p = .03$ ),

Atleta Dos ( $rho = .550; p = .045$ ), Atleta Tres ( $rho = .719; p = .09$ ) y Atleta Cuatro ( $rho = .571; p = .087$ ).

Tabla 1

La escala de la Percepción Subjetiva de la Recuperación. Los deportistas eran evaluados mediante la pregunta "¿Cómo te sientes ahora mismo?"

Escala de la Percepción Subjetiva de la Recuperación		
10	Muy bien recuperado/Muy energético	Esperado incremento del rendimiento
9		
8	Bien recuperado/Algo energético	
7		
6	Moderada recuperación	Esperado mantenimiento del rendimiento
5	Justa recuperación	
4	Algo recuperado	
3		
2	No bien recuperado/Algo cansado	Esperada disminución del rendimiento
1		
0	Pobre recuperación/Extremamente cansado	

### DISCUSIÓN

La literatura ha asociado ciertos cambios del dominio temporal de la VFC con distintos estados anímicos y de condición física a través de la monitorización longitudinal de la fatiga psicofisiológica (Plews, Laursen, Stanley, Kilding y Buchheit, 2013). El decremento de los parámetros de VFC en el dominio temporal en los cuatro atletas masculinos se puede explicar debido a la actividad del sistema nervioso autónomo, que regula la VFC disminuyéndola a lo largo del transcurso de las sesiones de entrenamiento que configuran el microciclo (Plews, Laursen, Stanley, et al., 2013). Esta dinámica se puede ver incrementada en deportes de montaña como el esquí de montaña, debido a la adaptación que requiere un entrenamiento que transcurre en alturas de 2100 metros a 3747 metros respecto al nivel del mar. La dificultad de recuperar a estas alturas enlentece la respuesta fisiológica a lo largo de las horas posteriores al entrenamiento, alargando consecuentemente el estado funcional de fatiga (Rodríguez et al., 2015). Estas condiciones derivan a un estado de hipoxia, que se puede ver amplificado en los resultados de las dos atletas femeninas por aspectos hormonales (Schäfer et al., 2015).

Los resultados hallados van en la línea propuesta por Buchheit (2014), quién expone la RMSSD en reposo como el indicador más adecuado para monitorizar la modulación parasimpática. Aumentos de los niveles de estrés a lo largo del microciclo pueden ser detectados mediante decrementos significativos de este parámetro bajo una dinámica de cargas acumuladas (Plews, Loursen, Kilding y Buchheit, 2013). No obstante, en los resultados obtenidos no se observan cambios respecto al TEE a pesar del decremento longitudinal de la PSR. Alteraciones subjetivas referentes al estado de fatiga pueden ser detectados precozmente a través de percepciones individuales para evitar estados de fatiga global, resultando la PSR como un predictor de los cambios del parámetro RMSSD. La relación entre la combinación de marcadores no invasivos como la RMSSD y la PSR ofrecen una valoración integrativa de la fatiga y permite su monitorización frente a una determinada dinámica de cargas

(Buchheit, 2012; McLean Coutts, Kelly, McGuigan y Cormack, 2010).

Tabla 2

Valores totales del TEE (en horas), y promedios y desviación típica de los parámetros temporales de la VFC (en milisegundos) y PSR.

		TEE	DOMINIO TEMPORAL VFC				PSR
			RR ± DT	SDNN ± DT	RMSSD ± DT	pNN50 ± DT	PSR ± DT
A1	M1	21.3	1515.97±334.13	135.82±25.6	151.06±30.66	65.97±12.38	9.01±1.05
	M2	17.1	1261.33±103.43	110.55±21.91	149.74±11.74	66.56±4.53	8.90±0.44
	M3	19.4	1043.28±101.91	83.01±9.31	147.39±10.21	61.34±7.03	8.84±0.44
A2	M1	19.54	1351.95±259.34	115.2±29.25	142.09±23.43	67.55±4.25	8.6±0.78
	M2	15.3	1131.73±192.32	101.18±16.2	137.42±18.93	66.94±4.25	8.4±1.37
	M3	17.3	1050.13±201.2	97.45±11.89	124.71±8.74	50.44±5.54	8.01±0.7
A3	M1	20.4	1245.25±221.53	110.43±35.35	133.68±20.20	61.16±8.93	8.6±1.51
	M2	20.1	1174.79±149.79	107.06±7.01	122.73±19.1	56.41±14.67	8.54±1.5
	M3	18.7	1068.46±155.33	103.35±16.32	117.1±11.08	49.06±10.54	8.23±0.51
A4	M1	19.5	1272.56±121.2	118.09±29.72	159.96±17.15	64.09±7.76	8.9±0.89
	M2	18.3	1189.17±191.2	109.95±39.52	144.04±20.12	62.93±7.39	8.88±1.26
	M3	19.29	1091.34±111.1	106.31±12.85	139.65±4.68	52.01±6.04	8.6±0.7
A5	M1	14.3	1075.05±232.23	115.55±14.35	122.83±11.20	65.75±14.55	8.42±0.23
	M2	15.9	1136.68±192.25	117.44±5.05	128.32±14.55	45.26±9.51	8.24±0.22
	M3	13.5	950.15±120.56	103.45±15.42	119.02±4.77	54.58±9.8	7.99±0.54
A6	M1	15.2	1035.65±193.55	105.92±39.74	118.33±6.54	51.55±16.35	8.93±0.99
	M2	13.5	1075.16±182.9	106.33±29.92	126.14±32.11	57.21±5.57	8.86±0.81
	M3	14.7	921.42±202.95	105.31±12.54	117.65±9.32	46.69±16.2	8.42±0.33

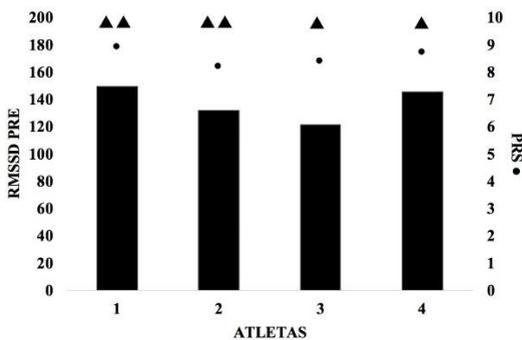


Figura 2. Valores medios de cómputo total de las tres semanas de entrenamiento para las variables RMSSD y PSR en los cuatro atletas masculinos. Se indica con “\*\*p < .01” y “\*p < .05” la correlación entre las dos variables mediante la prueba no paramétrica de correlación de Spearman (*rho*).

En conclusión, el presente trabajo propone una metodología sistemática para la monitorización individual no invasiva del proceso de recuperación a través de la EEM. La interpretación conjunta de los perfiles del parámetro RMSSD (VFC) y de la PSR en reposo a lo largo del mesociclo de pretemporada de los deportistas de élite masculinos de esquí de montaña puede ayudar a identificar precozmente signos de fatiga, permitiendo modular la dinámica de carga en función de la realidad condicional a lo largo del proceso de entrenamiento. Estos perfiles, individuales para cada atleta, pueden variar a lo largo de la temporada, debiendo ser revisados al inicio de cada período en función del calendario competitivo. Por otra parte, se propone la PSR como herramienta complementaria a la monitorización del proceso de estrés-recuperación a falta del

equipamiento necesario para registrar y analizar la variabilidad de la frecuencia cardíaca, dada la naturaleza del entorno y el contexto del esquí de montaña.

#### Limitaciones

Los datos del estudio se han obtenidos en condiciones de entrenamiento tan excepcionales como los deportistas que las aportan. La muestra analizada ofrece un campo de trabajo poco habitual dadas las características del entorno de trabajo del deporte de alto rendimiento en general, y de la montaña en concreto. Esta excepcionalidad es a su vez un factor limitante del estudio, dado que el tamaño de la muestra es reducido. Un estudio longitudinal a lo largo de temporadas posteriores permitiría validar y aportar más fiabilidad sobre la aplicabilidad del método propuesto.

#### REFERENCIAS

- Álvarez, J., Murillo, V., Usan, P., Ros, R., y Manoelles, P. (2016). Percepción subjetiva como método de control de la intensidad en fútbol sala. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 30, 9-14.
- Balsalobre-Fernández, C., Tejero-González, C. M., y del Campo-Vecino, J. (2015). Seasonal strength performance and its relationship with training load on elite runners. *Journal of Sports Science and Medicine*, 14(1), 9-15.
- Berengüí, R., Ortín, F. J., Garcés de Los Fayos, E. J., y Hidalgo, M. D. (2017). Personalidad y lesiones en el alto rendimiento deportivo en modalidades individuales. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 12(1), 15-22.
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*, 5(73), 1-19.

- Buchheit, M., Simon, C., Charloux, A., Doutreleau, S., Piquard, F., y Brandenberger, G. (2006). Relationship between very high physical activity energy expenditure, heart rate variability and self-estimate of health status in middle-aged individuals. *International Journal of Sports Medicine*, 27(9), 697-701.
- Capdevila, L., Rodas, G., Ocaña, M., Parrado, E., Pintanel, M., y Valero, M. (2008). Variabilidad de la frecuencia cardíaca como indicador de salud en el deporte: validación con un cuestionario de calidad de vida (SF-12). *Revista Apunts de Medicina de l'Esport*, 43(158), 62-69.
- Carlin, M., Garcés de los Fayos, E. J., y De Francisco, C. (2012). El síndrome de burnout en deportistas: nuevas perspectivas de investigación. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 7(1), 33-47.
- Cervantes, J., Rodas, G., y Capdevila, L. (2009). Perfil psicofisiológico de rendimiento en nadadores basado en la variabilidad de la frecuencia cardíaca y en estados de ansiedad precompetitiva. *Revista de Psicología del Deporte*, 18, 37-52.
- De Francisco, C., Garcés de los Fayos, E. J., y Arce, C. (2015). La medida del síndrome de burnout en deportistas: una perspectiva multidimensional. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 10(2), 173-178.
- Föhr, T., Tolvanen, A., Myllymäki, T., Järvelä-Reijonen, E., Peuhkuri, K., Rantala, S., Kolehmainen, M., ... Kujala, U. M. (2016). Physical activity, heart rate variability-based stress and recovery, and subjective stress during a 9-month study period. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 27(6), 612-621.
- Fuller, C. W., Junge, A., y Dvorak, J. (2012). Risk management: FIFA's approach for protecting the health of football players. *British Journal of Sports Medicine*, 46(1), 11-17.
- Gabbett, T. J. (2016). The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273-280.
- Kanning, M., y Schlicht, W. (2010). Be active and become happy: an ecological momentary assessment of physical activity and mood. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 32(2), 253-261.
- Laurent, C. M., Green, J. M., Bishop, P. A., Sjökvist, J., Schumacher, R. E., Richardson, M. T., y Curtner-Smith, M. (2011). A practical approach to monitoring recovery: development of a perceived recovery status scale. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(3), 620-628.
- Makivić, B., Nikić, M. D., Willis, M. S., Education, P., y Parovića, B. (2013). Heart rate variability (HRV) as a tool for diagnostic and monitoring performance in sport and physical activities. *Journal of Exercise Physiology Online*, 16(3), 118-126.
- McLean, B. D., Coutts, A. J., Kelly, V., McGuigan, M. R., y Cormack, S. J. (2010). Neuromuscular, endocrine, and perceptual fatigue responses during different length between-match microcycles in professional rugby league players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(3), 367-383.
- Moreno, J. (2015). *Esport, salut i HRV: monitorització psicofisiològica de l'estrès i la recuperació amb dispositius mòbils*. (Tesis doctoral sin publicar). Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España.
- Parrado, E., Cervantes, J. C., Ocaña, M., Pintanel, M., Valero, M., y Capdevila, L. (2009). Evaluación de la conducta activa: el registro seminal de actividad física (RSAF). *Revista de Psicología del Deporte*, 18(2), 197-216.
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Kilding, A. E., y Buchheit, M. (2013). Evaluating training adaptation with heart-rate measures: a methodological comparison. *International Journal of Sports Physiology*, 8(6), 688-691.
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Stanley, J., Kilding, A. E., y Buchheit, M. (2013). Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: opening the door to effective monitoring. *Sports Medicine*, 43(9), 773-781.
- Pumprla, J., Howorka, K., Groves, D., Chester, M., y Nolan, J. (2002). Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. *International Journal of Cardiology*, 84(1), 1-14.
- Reynoso, F., Hernández, G., López, J., Rangel, J., Quezada, J., y Jaenes, J. (2016). Balance de estrés-recuperación en jugadores universitarios de voleibol durante una temporada. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 30, 193-197.
- Rodríguez, F. A., Iglesias, X., Feriche, B., Calderón-Soto, C., Chaverri, D., Wachsmuth, N. B., ... Levine, B. D. (2015). Altitude training in elite swimmers for sea level performance (Altitude Project). *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(9), 1965-1978.
- Sandercock, G. R., y Brodie, D. A. (2006). The use of heart rate variability measures to assess autonomic control during exercise. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16(5), 302-313.
- Schäfer, D., Gjerdalen, G. F., Solberg, E. E., Khokhlova, M., Badtieva, V., Herzig, D., ... Wilhelm, M. (2015). Sex differences in heart rate variability: a longitudinal study in international elite cross-country skiers. *European Journal of Applied Physiology*, 115(10), 2107-2114.
- Schmitt, L., Regnard, J., y Millet, G. P. (2015). Monitoring fatigue status with HRV measures in elite athletes: an avenue beyond RMSD? *Frontiers in Physiology*, 6, 343.
- Simola, R. A., Samulski, D. M., y Prado, L. S. (2007). Overtraining: una abordagem multidisciplinar. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 2(1), 61-76.
- Shiffman, S., Stone, A. A., y Hufford, M. R. (2008). Ecological momentary assessment. *Annual Review of Clinical Psychology*, 4, 1-32.
- Xhyheri, B., Manfrini, O., Mazzolini, M., Pizzi, C., y Bugiardini, R. (2012). Heart rate variability today. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 55(3), 321-331.

