

Article

El Entrenamiento de Alta Intensidad y Volumen Reducido Atenúa el Estrés y los Niveles de Recuperación de Nadadores de Elite

Anne-Marie Elbea¹, Camilla P. Rasmussen², Glen Nielsena¹ y Nikolai B. Nordsborg¹

¹Department of Nutrition, Exercise and Sport (NEXS), University of Copenhagen, Copenhagen K, Denmark

²Department of Psychology, University of Copenhagen, Copenhagen K, Denmark

RESUMEN

Este estudio investigó el efecto de incrementar el entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIT) a expensas del volumen total de entrenamiento sobre el estrés y los niveles de recuperación de nadadores de élite. Cuarenta y un nadadores de élite participaron en el estudio y fueron aleatoriamente asignados a un grupo HIT o a un grupo Control (CON). Once nadadores no pudieron completar los cuestionarios. Durante las 12 semanas del estudio, ambos grupos entrenaron aproximadamente 12 h por semana. La cantidad de HIT fue aprox. 5 hs vs 1 hora; y la distancia total fue aprox. 17 km vs. aprox. 35 km por semana para HIT y CON respectivamente. El grupo HIT realizó 6-10 x10-30 s de esfuerzo máximo intercalado con 2-4 min de descanso. El cuestionario de Recuperación del Estrés en Deportes (Recovery Stress Questionnaire-Sport) se utilizó para medir el estrés de los nadadores y los niveles de recuperación. Después de la intervención de 12 semanas, el nivel de estrés general fue de 16,6% menor (2,6-30,7%, media y 95% CI) y el nivel de recuperación general fue 6,5 % mayor (0,7-12,4%) en el grupo HIT en comparación con el grupo CON, luego de realizar un ajuste en función de los valores iniciales. No se observaron efectos significativos en el estrés específico del deporte ni en la recuperación específica del deporte. Los resultados revelaron que aumentar la intensidad del entrenamiento y reducir el volumen de entrenamiento durante 12 semanas puede reducir el estrés general y aumentar los niveles generales de recuperación en los nadadores competitivos.

Palabras Clave: Natación, RESTQ, sobreentrenamiento

INTRODUCCIÓN

Para alcanzar el máximo rendimiento en los deportes de élite, a lo largo de los años el volumen y la intensidad del entrenamiento han ido en aumento y hay muchos estudios centrados en cómo entrenar óptimamente para alcanzar el máximo rendimiento (Buchheit & Laursen, m 2013a, m 2013b; Laursen, 2010; Laursen & Jenkins, 2002). La natación es un deporte que se caracteriza por cargas de entrenamiento muy altas, que generalmente implican menor intensidad y mayor volumen de entrenamiento (Aspenes & Karlsen, 2012; Sharp, 2000). Sin embargo, el incremento de la carga de entrenamiento total se asocia con un mayor riesgo de alcanzar un estado de sobreentrenamiento (Budgett, 1998, Kellmann, 2002a; Lehmann, Foster, Gastmann, Keizer & Steinacker, 1999). Por lo tanto, el estrés del entrenamiento fijado

debe estar óptimamente equilibrado con una recuperación adecuada (Kuipers, 1998, Rowbottom, Keast, & Morton, 1998).

La recuperación es el proceso que permite a lo largo del tiempo recuperar la capacidad física y mental. El proceso de recuperación abarca varios sistemas fisiológicos tales como el cardiovascular, hormonal, endocrino y muscular, pero la recuperación mental y social también es de suma importancia (Lehmann et al., 1999). En los deportes de élite es fundamental optimizar los estados de recuperación del estrés de los atletas. La recuperación efectiva de las cargas de entrenamiento y de las competencias, y los factores estresantes no vinculados con el entrenamiento, a menudo pueden determinar el éxito o el fracaso deportivo. El alto rendimiento sólo es posible con un tiempo de recuperación adecuado y un balance positivo entre la recuperación y el estrés (Kellmann, 2002b). Según Kellmann (2002a & 2002b) los atletas experimentan estrés ocasionado tanto por el entrenamiento como por factores externos al entrenamiento (por ejemplo, escuela, trabajo, familia). Todo este estrés debe ser compensado con suficiente recuperación mental, física y social.

Los científicos del deporte se esfuerzan por encontrar nuevos enfoques para mejorar la calidad y la cantidad de entrenamiento deportivo así como encontrar la carga de entrenamiento óptima (Smith, Hopkins, & Lowe, 2011). Sin embargo, las cargas de entrenamiento no deben exceder los límites físicos y psicológicos del atleta ni conducir al sobreentrenamiento, fatiga, lesión, enfermedad o agotamiento. Cuando se investigan nuevos métodos de entrenamiento, es necesario monitorear los niveles de estrés y supervisar la recuperación del atleta para evitar el sobreentrenamiento. Sin embargo, Kenttá y Hassmén (1998), afirman que frecuentemente la recuperación es descuidada debido a la creencia instintiva de los atletas y de los entrenadores de que la optimización del rendimiento se produce sólo a través de un mayor volumen e intensidad de entrenamiento y no a través de una recuperación óptima.

Recientemente, se ha incrementado el interés por el estudio de la efectividad de series de entrenamiento muy breves e intensas para asegurar una mayor adaptación al entrenamiento en atletas de élite (Buchheit & Laursen, 2013a, 2013b; Faude et al., 2008; Iaiá & Bangsbo, 2010; Laursen 2010; Laursen & Jenkins, 2002; Sperlich et al., 2010). El entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIT), en forma de series de ejercicio máximo de 4-6 x 30 s intercaladas con 3-5 minutos de descanso, ha demostrado ser un estímulo potente para la adaptación muscular y cardiovascular en personas no entrenadas (Gibala, Little, Macdonald, & Hawley, 2012) y en atletas (Iaiá y Bangsbo, 2010). Por ejemplo, en ciclistas altamente entrenados se ha observado que el VO₂max mejora 6-8% después de HIT (Laursen, Shing, Peake, Coombes, & Jenkins, 2002). Además, el rendimiento en ejercicios de alta intensidad breves, carreras intermitentes y ejercicio de resistencia, tales como la prueba contrarreloj de ciclismo de 40 km, mejoró aprox. 5-6% luego de aplicar HIT en individuos entrenados (Iaiá y Bangsbo, 2010; Laursen et al., 2002). En un estudio reciente observamos que una disminución del 50% en la distancia y la implementación de algo más del doble de HIT durante 12 semanas no provocó mejoras y tampoco afectó el rendimiento ni la capacidad fisiológica de nadadores de élite (Kilen et al., 2014).

Debido a que HIT se asocia con cortos periodos de ejercicio de alta intensidad y periodos de recuperación más largos, se ha planteado la hipótesis que sería posible disminuir el estrés general y posiblemente facilitar la recuperación en los nadadores. Hasta el momento no se ha investigado el impacto del HIT sobre el estrés de los atletas y los niveles de recuperación en natación.

MÉTODOS

Participantes

Cuarenta y un nadadores competitivos participaron en el estudio. De éstos, 30 nadadores completaron los cuestionarios proporcionados. Los atletas nadaban 8-16 h por semana con una distancia promedio semanal de 20000-60000 m. Los nadadores inscriptos competían principalmente en eventos de 50-200 m. Los nadadores (19 varones, 11 mujeres, edad media = 18,27 años, s = 2,80) participaron en las pruebas de rendimiento de natación y realizaron las determinaciones de estrés y de recuperación al comienzo y al final del estudio. Todos los nadadores participantes habían estado entrenando durante más de 3 años y al menos cinco veces 2 h por semana, y algunos nadadores entrenaban hasta ocho veces por semana 2 h por sesión. Integrantes de cuatro equipos diferentes fueron asignados aleatoriamente a un grupo de intervención (grupo HIT, n= 20 con 14 hombres y 6 mujeres) o grupo control (grupo CON; n= 21, con 16 varones y 5 mujeres). Dentro de cada equipo, los nadadores fueron asignados a ambos grupos HIT y CON. Los nadadores estaban compitiendo en niveles que iban de élite regional a élite nacional. Los nadadores tenían diferentes estilos principales (5 mariposas, 4 espalda, 5 pecho, 22 estilo libre y 5

medley). Los detalles sobre los nadadores incluidos y las intervenciones de entrenamiento fueron publicados en otros trabajos (Kilen et al., 2014).

Consideraciones éticas

Los participantes dieron su consentimiento informado antes del inicio del estudio. En el caso de que los participantes tuvieran menos de 18 años, el consentimiento fue proporcionado por sus padres/tutores. Este estudio se ajustó al código De Ética de la Asociación Médica Mundial (Declaración de Helsinki), y todos los procedimientos fueron aprobados por el Comité de Ética de las comunidades de Copenhague y Frederiksberg en Dinamarca.

Diseño del estudio

Un período de intervención de 12 semanas se llevó a cabo en la media temporada competitiva de febrero a mayo. El kilometraje total de entrenamiento del grupo de intervención se redujo a la mitad comparado con su entrenamiento usual, mientras que la cantidad de HIT fue duplicada. En Kilen et al (2014) se presenta la información detallada sobre el volumen y la intensidad del entrenamiento. Brevemente, se utilizaron tres categorías principales para describir el entrenamiento: aeróbico de baja intensidad (<70% de la frecuencia cardiaca máxima), aeróbico de alta intensidad (con el objetivo de obtener una frecuencia cardiaca máxima y > 90% del VO₂max) y HIT (esfuerzo máximo de 20-90 s con una relación descanso: trabajo > 4). En el grupo control, el entrenamiento aeróbico de baja intensidad promedio fue de 11,2 h por semana, el entrenamiento aeróbico de alta intensidad alcanzó un promedio de 1,4 h por semana y el HIT un promedio de 1,2 h por semana. En el grupo HIT, el entrenamiento aeróbico de baja intensidad promedio fue de 7,6 h por semana, el entrenamiento aeróbico de alta intensidad promedio fue de 1,4 h por semana y el HIT promedio fue de 4,8 h por semana. La distancia total de entrenamiento para los grupos Control y HIT durante la intervención de 12 semanas fue de 246 y 140 km, respectivamente. El entrenamiento de ambos grupos fue supervisado por los entrenadores habituales de los respectivos clubes, y suponemos que los clubes participantes adhirieron plenamente a la intervención acordada. Dado que la intervención duró 12 semanas, es probable que el esfuerzo individual y la intensidad del entrenamiento hayan variado, pero no se introdujeron variaciones sistemáticas en la intensidad del entrenamiento como parte del diseño del estudio.

Instrumentos de Medida

El nivel de recuperación del estrés de los atletas se midió usando la versión danesa del Cuestionario de Recuperación de Estrés para Deportes (RESTQ-Sport). El RESTQ-Sport (Kellmann y Kallus, 2001) evalúa sistemáticamente el estado de recuperación frente al estrés de un atleta y consta de 77 ítems (contempla 19 sub escalas con cuatro ítems cada una más un ítem correspondiente a la entrada en calor) que los participantes responden retrospectivamente. Se utiliza una escala de tipo Likert con valores que varían de 0 (nunca) a 6 (siempre), que indican hasta que punto un individuo está físicamente y/o mentalmente estresado y con qué frecuencia el participante participó en varias actividades durante los últimos tres días/noches.

El RESTQ-Sport consta de cuatro súper-escalas y 19 sub-escalas (ver Figura 1). Ejemplos de algunos de los ítems son: "En el pasado (tres) días/noches ... mi cuerpo estaba fuerte" (estaba en forma) o "En el pasado (tres) días/noches ... tenía un descanso satisfactorio" (calidad de sueño). Los puntajes altos en las escalas de estrés reflejan un estrés subjetivo intenso, mientras que las puntuaciones altas en las escalas orientadas a la recuperación indican buenos niveles de recuperación percibidos. La versión danesa traducida presenta una buena consistencia interna (Cronbach $\alpha = 0,67-0,89$, Elbe, 2008). Las consistencias internas de esta muestra se presentan en la Tabla II.

Súper escalas	Estrés general	Recuperación general	Estrés específico del Deporte	Recuperación específica del deporte
Sub escalas	Estrés General Estrés Emocional Estrés social Conflictos/Presión Fatiga Falta de energía Problemas físicos	Éxito Recuperación social Recuperación física Bienestar general Calidad del sueño	Descansos interrumpidos Agotamiento emocional Lesiones	Estar en forma Desempeño personal Auto eficacia Auto control

Figura 1. Súper escalas y sub escalas del RESTQ-Sport (Kellmann & Kallus, 2001).

Procesamiento de datos y análisis estadísticos

Los análisis estadísticos se realizaron con el software SPSS 19. Se utilizó el *Test t* para muestras independientes para

detectar cualquier diferencia entre el grupo que realizó la intervención (HIT) y el grupo control (CON) en los niveles de estrés y de recuperación; en el rendimiento de nado y en la edad al inicio del estudio (antes de la intervención). Se utilizó un test gamma para analizar si había diferencias en la distribución entre los géneros. La confiabilidad de cada sub escala y súper escala en el cuestionario RESTQ-Sport para esta muestra se analizó usando el estadístico alfa de Cronbach. Los efectos de la intervención se analizaron comparando los tiempos de nado así como las puntuaciones medias en los niveles de estrés y de recuperación entre el grupo de intervención y el grupo de control después de la intervención de 12 semanas, realizando un ajuste en función de los valores iniciales de cada variable de medición usando el procedimiento del Modelo Lineal General. Las medidas del tamaño del efecto se basaron en el coeficiente de correlación biserial puntual (r de Pearson) para las asociaciones entre el régimen de entrenamiento (intervención versus control) y los niveles de estrés y de recuperación, así como también para los tiempos de nado

RESULTADOS

La Tabla I presenta las características iniciales de los 30 nadadores. No se observaron diferencias significativas entre el grupo HIT y el grupo control en la distribución por edad o género. Por otra parte, no se observaron diferencias en los valores medios iniciales de las variables dependientes: estrés general, recuperación general, estrés específico del deporte, recuperación específica del deporte, pruebas de natación de 100 y 200 m. Además, no se encontraron diferencias en ninguna de las 19 sub escalas del RESTQ-Sport (datos no presentados). Se realizó una prueba de consistencia interna en las súper escalas del RESTQ-Sport que se utilizaron como variables dependientes en el estudio (Tabla II). Tal como se observa en la Tabla II, los valores del estadístico alfa de Cronbach revelaron niveles aceptables (Streiner and Norman, 2008) para las súper escalas representativas del estrés general, recuperación general y recuperación específica del deporte. Sin embargo, la consistencia interna de los ítems utilizados para medir el estrés específico del deporte al inicio del estudio fue muy baja (valor α de Cronbach = 0,47) y, por lo tanto, no se incluyó en el siguiente análisis de los efectos de la intervención.

Tabla I. Características iniciales de las muestras del grupo control (CON) y del grupo intervención (HIT)

	Grupo Control (CON)	Grupo Intervención (HIT)	<i>P</i> valor
Mejor marca personal en 100 m estilo libre (s)	59,5 (2,7)	62,19 (4,7)	0,150
Mejor marca personal en 200 m estilo libre (s)	133,0 (6,5)	135,33 (8,1)	0,474
Puntuación de Estrés General	43,0 (14,8)	44,00 (20,9)	0,898
Puntuación de recuperación general	71,0 (9,7)	70,36 (11,6)	0,890
Puntuación del estrés específico del deporte	20,6 (4,8)	20,55 (6,3)	0,970
Puntuación de la recuperación específica del deporte	54,1 (11,7)	51,27 (12,0)	0,584
Edad en años	18,3 (3,3)	17,82 (2,4)	0,713
% de mujeres	36,4	54,5	0,384

Tabla II. Valores del estadístico α de Cronbach para las súper escalas del RESTQ-Sport obtenidos al inicio del estudio y al final del mismo

	Comienzo del estudio	Fin del estudio
Estrés General	0,90	0,93
Recuperación General	0,83	0,76
Estrés específico del deporte	0,47	0,83
Recuperación específica del deporte	0,85	0,87

La Tabla III demuestra que la intervención consistente en bajar el volumen y aumentar la intensidad de las sesiones de entrenamiento tuvo un impacto positivo en los niveles de estrés general y de recuperación general. Después de la intervención de 12 semanas, la puntuación del grupo de intervención (HIT) obtenida en el ítem de estrés general fue 16,63 menor (95% CI: 2,57-30,68, $P = 0,023$) y la puntuación en el ítem de recuperación general fue 6,51 mayor (95% CI: 0,67-12,36, $P = 0,031$) que la del grupo de control después de ajustar para las puntuaciones obtenidas al inicio. Esto significa que se obtuvieron grandes efectos positivos por la intervención tanto en el estrés general ($r = 0,49$) como en la recuperación general ($r = 0,47$). Sólo se observó un efecto positivo significativo límite ($P = 0,074$, $r = 0,32$) en la recuperación específica del deporte.

Tabla III. Efectos de la intervención de entrenamiento de alta intensidad sobre el estrés general de los atletas, la recuperación general y la recuperación específica del deporte. Los datos se presentan en como diferencias en las puntuaciones medias (95% CI) entre el grupo que realizó la intervención (HIT) y el grupo control (CON) (tomado como referencia) después de 12 semanas y tras haber realizado ajustes en función de los valores obtenidos al inicio del estudio.

	Diferencia en puntuación (95% CI)	r	P valor
Estrés General	-16,6 (-30,7 a -2,6)	0,49	0,023
Recuperación General	6,5 (0,7 a 12,4)	0,47	0,031
Recuperación específica del deporte	8,6 (-0,9 a 18,1)	0,32	0,074

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran que una reducción en el volumen de entrenamiento junto con un incremento en la intensidad puede reducir significativamente los niveles de estrés y mejorar los niveles de recuperación de los nadadores de élite. Una posible explicación para los efectos de tamaño mediano a grande (sobre la base de los valores de la r de Pearson) que observamos en los niveles de recuperación frente al estrés está relacionada con el contenido del entrenamiento. Este entrenamiento implica menos volumen, es más variado y contiene más períodos de descanso que el entrenamiento habitual de los nadadores y, por lo tanto, podría significar menos estrés para los atletas y podría disminuir las posibilidades de sobreentrenamiento. Es posible que el entrenamiento prolongado, sin variedad, de alto volumen, pueda ser el responsable de los mayores niveles de estrés del grupo control. De acuerdo con Kellmann (2002a) la recuperación puede ocurrir de diferentes maneras. La recuperación puede lograrse reduciendo el estrés, cambiando el tipo de estrés o tomando un descanso completo de la actividad estresante. Con respecto a este estudio el HIT ofrece más oportunidades para interrumpir el estrés del entrenamiento. Probablemente un volumen de entrenamiento más bajo aporte más tiempo para recuperarse y pueda ser percibido como menos monótono y por lo tanto menos estresante, y además proporciona un mayor tiempo para la recuperación. Esto puede haber causado que el grupo de intervención desarrolle menor estrés y mayores niveles de recuperación durante la intervención. Estudios previos han demostrado una correlación entre el alto volumen de entrenamiento y estados desfavorables de recuperación frente al estrés (González-Boto, Salguero, Tuero, González-Gallego y Márquez, & 2008; Kellmann & Günther, 2000; Máestu, Jürimäe, Kreegipuu y Jürimäe, & 2006), que a largo plazo pueden conducir al agotamiento.

Este es el primer estudio que analiza el efecto de un período prolongado (12 semanas) de entrenamiento de natación de volumen reducido y de alta intensidad sobre los niveles de estrés y de recuperación de un grupo de atletas de élite. Es importante destacar que el estudio incluyó un grupo de intervención controlado y un grupo control. Hay otros estudios que fueron publicados recientemente que investigaron los estados de estrés y recuperación en atletas de elite (di Fonso, Nakamura, Bortoli, Robazza y Bertollo, 2013; Morales et al. 2014; Nunes et al. 2014) durante mayores períodos de tiempo

y dos de estos estudios utilizaron también el cuestionario RESTQ-Sport para analizar el estrés y la recuperación. El aspecto innovador de este estudio es que se focalizó en un deporte de resistencia, es decir, la natación, y que comparó dos tipos diferentes de formas de entrenamiento.

Limitaciones del estudio

Treinta participantes es un número bastante grande para un estudio con nadadores de primer nivel. Sin embargo, el tamaño de la muestra podría disminuir la probabilidad de tener una consistencia interna satisfactoria en las escalas, tal como ocurrió en el caso de la medición del estrés específico del deporte. Otra limitación del estudio actual es la inclusión de cuatro equipos diferentes con diferentes entrenadores. A pesar de la instrucción de los nadadores y entrenadores, y de que se visitaron las instalaciones de entrenamiento, no es posible verificar al 100% que los nadadores hayan completado el entrenamiento según lo prescrito en todo momento.

Futuras perspectivas de investigación

En el futuro, también podría ser productivo realizar estudios sobre muestras más grandes con el fin de evaluar con una adecuada potencia estadística los cambios en el estrés y la recuperación en subgrupos importantes como el género y la edad. Las diferencias de género con respecto a las percepciones de estrés y recuperación han sido previamente identificadas por di Fronso et al. (2013). El enfoque cuantitativo del estudio dificulta la identificación de las razones subyacentes para el menor nivel de estrés y la mayor recuperación desarrollados por el grupo HIT. Sin embargo, sería muy importante poder comprender qué es exactamente lo que está causando el menor nivel de estrés y el mayor nivel de recuperación (Seiler, & 2010). Por lo tanto, es necesario realizar estudios futuros con un diseño cualitativo, con el fin de investigar y describir los procesos que están interviniendo con mayor detalle. Además también es importante analizar los efectos a mas largo plazo (i.e mas de 12 meses) del menor volumen y la mayor intensidad con el fin de determinar si es el cambio y la variación del régimen de entrenamiento per se o el bajo volumen de entrenamiento quien ejerce el efecto sobre el estrés y la recuperación de los atletas.

Implicancias prácticas

Es de importancia práctica señalar que una reducción de 50% en la distancia y una cantidad superior al doble de HIT durante 12 semanas no mejoró ni perjudicó el rendimiento ni la capacidad fisiológica del grupo actual de nadadores de élite, tal como se informó en otro estudio (Kilen et al. 2014). Junto con los hallazgos actuales, esto sugiere que un período de HIT de hasta 12 semanas puede ser utilizado para reducir el estrés psicológico de los atletas y podría tener una función preventiva con respecto al sobre entrenamiento. Además, este estudio brinda apoyo adicional para el uso del RESTQ-Sport como herramienta para monitorear los niveles de estrés y recuperación de los atletas y confirma que es una herramienta práctica para reconocer potencialmente las primeras etapas de entrenamiento a corto plazo (Coutts, Wallace y Slattery, 2007; Nunes et al., 2014).

CONCLUSIÓN

El presente estudio demostró que un régimen de entrenamiento de natación de volumen reducido y mayor intensidad provocó niveles de estrés y recuperación significativamente mejores en los nadadores que realizaron entrenamiento de alta intensidad y bajo volumen, en comparación con el grupo control. Junto con nuestros resultados anteriores (Kilen et al., 2014), los resultados indican que un aumento de la cantidad de HIT junto con un menor volumen ni mejora ni perjudica el rendimiento pero puede prevenir la aparición en el tiempo de sobreentrenamiento a corto plazo y agotamiento debido al menor estrés y a los mayores niveles de recuperación.

Declaración de intereses

Ningún conflicto potencial de interés fue reportado por los autores.

REFERENCIAS

1. Aspenes, S. T., & Karlsen, T. (2012). Exercise-training intervention studies in competitive swimming. *Sports Medicine*, 42, 527-543. doi:10.2165/11630760-000000000-00000

1. Coutts, A. J., Wallace, L. K., & Slattery, K. M. (2007). Monitoring changes in performance, physiology, biochemistry, and psychology during overreaching and recovery in triathletes. *International Journal of Sports Medicine*, *28*, 125-134. doi:10.1055/s-2006-924146
2. Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013a). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. *Part I: Cardio-pulmonary emphasis*. *Sports Medicine*, *43*, 927-954. doi:10.1007/s40279-013-0029-x
2. di Fronso, S., Nakamura, F. Y., Bortoli, L., Robazza, C., & Bertollo, M. (2013). Stress/recovery balance in basketball amateur players: Differences by gender and preparation phases. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *8*, 618-622. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23479432>
3. Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013b). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. *Part II: Anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications*. *Sports Medicine*, *43*, 927-954. doi:10.1007/s40279-013-0066-5
3. Elbe, A.-M. (2008). The Danish version of the recovery-stress questionnaire for athletes. *Unpublished manuscript*.
4. Budgett, R. (1998). Fatigue and underperformance in athletes: The overtraining syndrome. *British Journal of Sports Medicine*, *32*, 107-110. doi:10.1136/bjism.32.2.107
4. Faude, O., Meyer, T., Scharhag, J., Weins, F., Urhausen, A., & Kindermann, W. (2008). Volume vs. intensity in the training of competitive swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, *29*, 906-912. doi:10.1055/s-2008-1038377
5. Gibala, M. J., Little, J. P., Macdonald, M. J., & Hawley, J. A. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *Journal of Physiology*, *590*, 1077-1084. doi:10.1113/jphysiol.2011.224725
6. González-Boto, R., Salguero, A., Tuero, C., González-Gallego, J., & Márquez, S. (2008). Monitoring the effects of training load changes on stress and recovery in swimmers. *Journal of Physiology and Biochemistry*, *64*, 19-16. doi:10.1007/BF03168231
7. Iaia, F. M., & Bangsbo, J. (2010). Speed endurance training is a powerful stimulus for physiological adaptations and performance improvements of athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *20*, 11-23. doi:10.1111/j.1600-0838.2010.01193.x
8. Kellmann, M. (2002a). Underrecovery and overtraining: Different concepts - similar impact. In M. Kellmann (Ed.), *Enhancing recovery: Preventing underperformance in athletes* (pp. 3-24). Champaign, IL: Human Kinetics.
9. Kellmann, M. (2002b). Psychological assessment of underrecovery. In M. Kellmann (Ed.), *Enhancing recovery: Preventing underperformance in athletes* (pp. 37-55). Champaign, IL: Human Kinetics.
10. Kellmann, M., & Günther, K.-D. (2000). Changes in stress and recovery in elite rowers during preparation for the Olympic Games. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *32*, 676- 683. doi:10.1097/00005768-2000030000-00019
11. Kellmann, M., & Kallus, K. W. (2001). Recovery-stress questionnaire for athletes: User manual. Champaign, IL: Human Kinetics.
12. Kenttä, G., & Hassmén, P. (1998). Overtraining and recovery. *A conceptual model*. *Sports Medicine*, *26*, 1-16. doi:10.2165/00007256-199826010-00001
13. Kilen, A., Larsson, T. H., Jørgensen, M., Johansen, L., Jørgensen, S., & Nordsborg, N. B. (2014). Effects of 12 weeks high-intensity & reduced-volume training in elite athletes. *PLoS ONE*, *9*, 1-8. doi:10.1371/journal.pone.0095025
14. Kuipers, H. (1998). Training and overtraining: An introduction. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *30*, 1137-1139. doi:10.1097/00005768-199807000-00018
15. Laursen, P. B. (2010). Training for intense exercise performance: High-intensity or high-volume? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *20*, 1-10. doi:10.1111/j.1600-0838.2010.01184.x
16. Laursen, P. B., Shing, C. M., Peake, J. M., Coombes, J. S., & Jenkins, D. G. (2002). Interval training program optimization in highly trained endurance cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *34*(11), 1801-1807. doi:10.1249/01.mss.0000036691.95035.7d
17. Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training. *Optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes*. *Sports Medicine*, *32*, 53-73. doi:10.2165/00007256-200232010-00003
18. Lehmann, M., Foster, C., Gastmann, U., Keizer, H., & Steinacker, J. M. (1999). Definitions, types, symptoms, findings, underlying mechanisms, and frequency of overtraining and overtraining syndrome. In M. Lehmann, C. Foster, U. Gastmann, H. Keizer, & J. M. Steinacker (Eds.), *Overload, performance incompetence, and regeneration in sport* (pp. 1-5). New York, NY: Kluwer Academic/Plenum Publication.
19. Mäestu, J., Jürimäe, J., Kreegipuu, K., & Jürimäe, T. (2006). Changes in perceived stress and recovery during heavy training in highly trained male rowers. *The Sport Psychologist*, *20*, 24-39.
20. Morales, J., Alamo, J. M., Garcia-Massó, X., Buscà, B., López, J. L., Serra-Añó, P., & González, L. M. (2014). Use of heart rate variability in monitoring stress and recovery in judo athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, *28*, 1896- 1905. doi:10.1519/JSC.0000000000000328
21. Nunes, J. A., Moreira, A., Crewther, B. T., Nosaka, K., Viveiros, L., & Aoki, M. S. (2014). Monitoring training load, recovery- stress state, immune-endocrine responses and physical performance in elite female basketball players during a periodized training program. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, *28*, 2973-2980. doi:10.1519/JSC.0000000000000499
22. Rowbottom, D. G., Keast, D., & Morton, A. R. (1998). Monitoring and preventing of overreaching and overtraining in endurance athletes. In R. B. Kreider, A. C. Fry, & M. L. O'Toole (Eds.), *Overtraining in Sport* (pp. 895-904). Champaign, IL: Human Kinetics.
23. Seiler, S. (2010). What is best practice for training intensity and duration distribution? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *5*, 276-291.
24. Sharp, R. (2000). Physiology of swimming. In W. Garret & D. T. Kirkendall (Eds.), *Exercise and sport science* (pp. 895-904). Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins.
25. Smith, T. B., Hopkins, W. G., & Lowe, T. E. (2011). Are the useful physiological or psychological markers for monitoring overload training in elite rowers? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *6*, 469-484. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21934172>

26. Streiner, D. L., & Norman, G. R. (2008). *Biostatistics, the bare essentials*. Hamilton, ON: B. C. Decker.
27. Sperlich, B., Zinner, C., Heilemann, I., Kjendlie, P.-L., Holm-berg, H.-C., & Mester, J. (2010). High-intensity interval training improves VO₂ peak, maximal lactate accumulation, time trial and competition performance in 9-11-year-old swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 110, 1029- 1036. doi:10.1007/s00421-010-1586-4

Cita Original

Anne-Marie Elbe, Camilla P. Rasmussen, Glen Nielsen & Nikolai B. Nordsborg (2015): High intensity and reduced volume training attenuates stress and recovery levels in elite swimmers. *European Journal of Sport Science*. DOI:10.1080/17461391.2015.1028466