

Article

Relación entre el Volumen de Entrenamiento y el Índice de Esfuerzo Percibido en Nadadores

Francine Caetano de Andrade Nogueira¹, Víctor Hugo de Freitas², Bernardo Miloski³, André Henrique de Oliveira Cordeiro⁴, Francisco Zacaron Werneck⁵, Fábio Yuzo Nakamura⁶ y Mauricio Bara-Filho⁷

¹Federal University of Juiz de Fora, Juiz de Fora/MG, Brazil

²State University of Londrina (UEL), Londrina, Paraná, Brazil

³University of Sao Paulo, Sao Paulo/SR Brazil

⁴Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, Brazil

⁵Federal University of Ouro Preto, Ouro Preto/MG, Brazil

⁶Nucleus of High Performance in Sport - NAR, Sao Paulo/SR Brazil; State University of Londrina, Londrina/ PR, Brazil

⁷Federal University of Juiz de Fora/MG - Brazil

RESUMEN

Los marcadores de la carga externa de entrenamiento (ETL), distancia e intensidad, no tienen en cuenta el estrés psicofisiológico de los atletas, o sea, la carga interna de entrenamiento (ITL). Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la relación entre ETL e ITL utilizando el índice de esfuerzo percibido (RPE) y el RPE de la sesión en nadadores. Diecisiete nadadores jóvenes (10 varones, $15,8 \pm 0,87$ años y 7 mujeres, $15,1 \pm 0,46$ años) pertenecientes a un equipo juvenil de nivel nacional participaron en este estudio durante 4 semanas. La carga de entrenamiento externa se planificó utilizando la distancia de nado (en metros) en siete intensidades de entrenamiento diferentes. El RPE de los nadadores se evaluó 30 minutos después de cada sesión de entrenamiento. Se calculó el RPE de la sesión multiplicando el RPE por la duración de la sesión (min). La relación entre las variables se analizó mediante el test de Correlación de Pearson y se realizó una regresión lineal múltiple para estimar el RPE de la sesión en función de las variables independientes (volumen aeróbico y anaeróbico). La distancia de nado en diferentes intensidades presentó una elevada correlación con el RPE y una muy elevada correlación con el RPE de la sesión (0,64, $p < 0,05$ y 0,71, $p < 0,05$, respectivamente). El análisis de regresión indicó que los volúmenes aeróbico y anaeróbico juntos explicaban más del 50% de la variabilidad de la carga interna de entrenamiento (ITL). En conclusión, la distancia de nado en cada sesión de entrenamiento se asoció significativamente con RPE y con el RPE de la sesión en nadadores. En otras palabras, sobre la base de estos resultados, el uso de entrenamiento de alto volumen en intensidades bajas tiene un mayor impacto en RPE y en el RPE de la sesión que el volumen anaeróbico.

Palabras Clave: Natación, volumen de entrenamiento, RPE de la sesión, entrenamiento deportivo

INTRODUCCIÓN

La carga de entrenamiento en natación tradicionalmente se prescribe y se monitoriza usando la distancia recorrida (es decir, los metros recorridos), la velocidad de nado y la recuperación entre series o vueltas, es decir, nadar 10 x 100m, en un

intervalo de 1:40 min (Wallace, Slattery y Coutts, 2009) como indicadores de volumen e intensidad de entrenamiento, respectivamente. Sin embargo, estos marcadores de carga externa de entrenamiento no toman en cuenta las respuestas psicofisiológicas producidas por el ejercicio. Se han propuesto varios métodos para cuantificar esta carga interna de entrenamiento (ITL), utilizando medidas fisiológicas o perceptuales del esfuerzo. La frecuencia cardíaca, el consumo de oxígeno (VO_2) (Impellizzeri, Rampinini y Marcora, 2005), la adrenalina y el cortisol (Vira & Vira, 2000), el lactato sanguíneo y el índice de esfuerzo percibido de la sesión (RPE de la sesión) (Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi y Marcora, 2004, Wallace et al., 2009, Milanez, Pedro, Moreira, Boullosa, Salle-Neto y Nakamura, 2011) han sido utilizados comúnmente para cuantificar la ITL y sus respuestas fisiológicas asociadas en diferentes deportes. Este enfoque podría aportar información importante para promover cantidades de entrenamiento adecuadas con el fin de mejorar el rendimiento y evitar la acumulación excesiva de fatiga y el sobreentrenamiento posterior (Coutts, Wallace, & Slattery, 2005; Coutts, Reaburn, Piva & Murphy, 2007, Freitas, Nakamura, Miloski, Samulski y Bara-Filho, 2014). Se ha sugerido que los métodos de monitorización tradicionales para cuantificar la carga externa de entrenamiento en natación podrían ser complementados por la monitorización de la ITL para optimizar la periodización. Sin embargo, hasta la fecha esto no es una práctica común en esta disciplina deportiva.

Durante la última década, el RPE de la sesión ha surgido como un método práctico y de bajo costo para monitorear la ITL (Foster, Florhaug, Franklin, Gottschall, Hrovatin, Parker et al., 2001). En este método, la ITL se calcula como el producto entre el índice de esfuerzo percibido (RPE) obtenido utilizando una escala de 10 puntos (CR-10) (Borg, Hassmen, & Lagerstrom, 1987) y la duración de la sesión de entrenamiento en minutos (Foster et al., 2001). El método del RPE de la sesión ha sido validado para su uso en varios deportes como el voleibol (Bara Filho, Andrade, Nogueira, & Nakamura, 2013), ejercicios intervalados de ciclismo y baloncesto (Foster et al., 2001), taekwondo (Haddad, Chaouachi, Wong del, Castagna, Hue, Impellizzeri y otros, 2014), fútbol (Impellizzeri et al., 2004, Scott, Lockie, Knight, Clark y Janse de Jonge, 2013) y natación (Wallace et al.; Psycharakis, 2011) ya que se correlaciona bien con otros métodos basados en la frecuencia cardíaca (HR). A pesar de las correlaciones de moderadas a grandes observadas entre el RPE de la sesión y los métodos basados en la HR (Foster et al., 2001, Impellizzeri et al., 2004, Bara Filho et al., 2013, Haddad et al., 2014), se ha sugerido que el RPE de la sesión es el método más adecuado para monitorear la ITL en natación, debido a los ejercicios de alta intensidad realizados en esta disciplina, y al ruido asociado con la monitorización de la frecuencia cardíaca debajo del agua (Wallace et al., 2009).

Algunos estudios (Impellizzeri et al., 2005, Milanez et al., 2011) han demostrado que la ITL surge de la interacción entre la ETL y las características individuales. Así, una misma ETL no puede inducir el mismo estrés psicofisiológico (carga interna) en diferentes atletas (Barroso, Salgueiro, do Carmo & Nakamura, 2015). Para entender cómo la ETL se relaciona con el método RPE de sesión, y para evaluar su idoneidad, es necesario determinar la correlación entre el método tradicional de cuantificación de ETL (es decir, distancia de nado) y el método RPE de la sesión. En jugadores de fútbol la distancia total recorrida durante el entrenamiento presentó una elevada correlación con el RPE de la sesión- ($r=0,71$; $p<0,01$) (Scott et al., 2013). Resultados similares se observaron en jugadores de fútbol australiano ($r=0,81$; $p <0,05$) (Scott, Black, Quinn, & Coutts, 2012). En los nadadores, la distancia total de entrenamiento se correlacionó significativamente con el RPE de la sesión ($r=0,37-0,81$; $p <0,05$) durante un período de programa de entrenamiento intervalado de alta intensidad (Wallace et al., 2009). Sin embargo, la relación entre la distancia de nado y el RPE de la sesión no se conoce con detalle, especialmente cuando se segmenta en las diferentes zonas de intensidad típicas de entrenamiento de natación.

Según Marcora (2009), el esfuerzo percibido proviene de un "sentido de inervaciones" sugerido hace más de 150 años de la siguiente manera: el sentido del esfuerzo se genera a partir del procesamiento de las descargas corolarias de las áreas premotora y motora del cortex (Marcora, 2009). El RPE fue originalmente propuesto por Borg (1962) y se demostró que tenía una alta correlación (0,77- 0,90) con la frecuencia cardíaca durante el proceso de validación. Por lo tanto, el método demostró ser un buen indicador de la intensidad del trabajo fisiológico realizado por los atletas (Skinner, Hutsler, Bergsteinova, & Buskirk, 1973). Según Foster et al. (2001), el valor del RPE medido después del ejercicio es una evaluación global de la intensidad, que puede ser multiplicada por una variable de volumen (i.e., el tiempo en minutos) para calcular la carga de entrenamiento de la sesión (RPE de la sesión). De hecho, estudios con diferentes disciplinas deportivas han sugerido que el volumen de entrenamiento no influye o tiene una influencia pequeña en los valores de RPE (Green, McIntosh, Hornsby, Timme, Gover y Mayes, 2009; Haddad et al., 2014). Sin embargo, Barroso et al. (2015) evaluaron la ITL de los nadadores después de series estandarizadas de entrenamiento intervalado para natación y sus resultados indicaron que el RPE se ve afectado, no sólo por la intensidad sino que también por el volumen de entrenamiento. Por lo tanto, los resultados contradictorios observados en diferentes deportes nos llevan a investigar si el volumen de entrenamiento (es decir, la distancia recorrida) influye de alguna manera en los valores del RPE reportado por los nadadores después de la sesión de entrenamiento.

El objetivo de este estudio fue analizar las correlaciones entre la distancia de nado total y la distancia de nado recorrida en diferentes rangos de intensidad (i.e., la carga de entrenamiento externa) y el RPE y RPE de la sesión (i.e, ITL) en nadadores jóvenes de élite. Sobre la base de estudios previos (Wallace et al., 2009, Barroso et al., 2015), se planteó la hipótesis de que la variable ETL estaría altamente correlacionada con la ITL. Además, el volumen de entrenamiento podría

influir en el RPE, ya que los volúmenes de entrenamiento altos se utilizan frecuentemente en natación. Wallace et al. (2009) informaron que las sesiones de entrenamiento del nadador pueden tener una duración superior a los 90 minutos y los nadadores pueden recorrer hasta 6 km por sesión.

MÉTODOS

Participantes

En el estudio participaron diecisiete jóvenes nadadores (10 varones $15,8 \pm 0,87$ años, $64,7 \pm 3,2$ kg de peso y $175,3 \pm 4,3$ cm de talla y 7 mujeres, $15,1 \pm 0,46$ años, $54,8 \pm 3,7$ kg de peso y $167,2 \pm 5,1$ cm de talla), pertenecientes a un equipo de natación que compite a nivel nacional. El equipo clasificó entre los 5 mejores equipos brasileños el año del estudio. Para ser incluidos en el estudio, los nadadores debían estar registrados en la Confederación Brasileña de Deportes Acuáticos, debían ser menores de 16 años y debían haber estado entrenando por lo menos durante 2 años. Los criterios de exclusión fueron: la aparición de lesiones o enfermedades (es decir, infección en las vías respiratorias superiores) durante el transcurso del estudio y haber consumido sustancias ilegales que podrían influir en el rendimiento. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética en conformidad con lo establecido en la Declaración de Helsinki. Todos los procedimientos fueron explicados a los atletas y a sus tutores quienes firmaron un formulario de consentimiento informado.

Procedimiento

El entrenamiento fue planificado por los entrenadores del equipo de natación sin la participación de los investigadores (Tabla 1). La periodización del entrenamiento se basó en el modelo ATR (Issurin y Kaverin, 1985), en el cual el entrenamiento se dividió en bloques de mesociclos de acumulación, transformación y realización. Las cargas de entrenamiento internas y externas fueron monitorizadas durante 18 sesiones de entrenamiento durante cuatro semanas consecutivas. La primera y segunda semanas (i.e., pertenecientes al bloque de mesociclo de transformación) contemplaron 6 y 5 sesiones de entrenamiento, respectivamente, y la tercera y cuarta semana (i.e., pertenecientes al bloque de mesociclo de realización) contenían 6 y 1 sesiones de entrenamiento, respectivamente. Sólo una sesión fue supervisada en la cuarta semana porque los nadadores viajaron a un campeonato. Este ciclo de entrenamiento se realizó antes del Campeonato Brasileño de Natación Juvenil. Durante los fines de semana, antes del primer día de entrenamiento y entre la segunda y tercera semanas, los atletas asistieron a campeonatos regionales (preparatorios).

Tabla 1. Carga de entrenamiento externa: Cronograma de Periodización de Natación Basado en la Distancia Recorrida en Metros (m).

Semana	Intensidad de entrenamiento	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Distancia total semanal (m)
	AO	800	1200	1200	800	1300	800	6100
	A1	2900	600	1600	2400	1500	2900	11900
	A2	1700	3000	1200	1200	300	1000	8400
	A3	1200	1200	0	0	300	0	2700
	LT	0	0	0	1800	0	400	2200
	LP	0	0	0	0	100	200	300
	S/P	0	200	600	200	1400	0	2400
2	AO	800	1000	500	0	950	0	3250
	A1	2900	2600	600	2000	400	0	8500
	A2	1900	0	100	1000	0	0	3000
	A3	1400	900	100	0	0	0	2400
	LT	0	0	300	0	350	0	650
	LP	0	0	0	0	0	0	0
	S/P	0	100	550	0	250	0	900
3	AO	1300	400	500	1000	700	2200	6100
	A1	1600	2400	1200	2300	3400	400	11300
	A2	0	0	2200	800	200	0	3200
	A3	600	600	600	200	200	0	2200
	LT	200	900	0	100	0	0	1200
	LP	0	0	0	0	0	0	0
	S/P	0	200	0	0	75	200	475
4	AO	200	0	0	0	0	0	200
	A1	2700	0	0	0	0	0	2700
	A2	200	0	0	0	0	0	200
	A3	200	0	0	0	0	0	200
	LT	0	0	0	0	0	0	0
	LP	0	0	0	0	0	0	0
	S/P	200	0	0	0	0	0	200

Nota. Volumen aeróbicos: A0= baja intensidad; A1=intensidad moderada; A2=alta intensidad; A3=intensidad severa; Volumen anaeróbico: LT= tolerancia al lactato; LP=Producción de lactato; S/P=velocidad y potencia.

Monitorización de la carga externa de entrenamiento

La carga externa de entrenamiento fue planificada usando la distancia de nado (en metros) en siete intensidades de entrenamiento diferentes: AO = natación a baja intensidad (es decir, entrada en calor, enfriamiento y entrenamiento de recuperación; concentración de lactato sanguíneo: <2 mmol/L); A1= intensidad moderada (es decir, 2 a 4 seg/100 m más lento que el umbral anaeróbico; concentración de lactato sanguíneo: 2 a 3 mmol/L); A2= alta intensidad (es decir, a umbral anaeróbico; concentración de lactato sanguíneo: 3 a 5 mmol /L); y A3= intensidad muy alta (es decir, 1 a 2 seg/100 m más rápido que el umbral anaeróbico; concentración de lactato sanguíneo: 6 mmol/L o más); Tolerancia al lactato (i.e., máxima, trabajando en el sistema láctico anaeróbico; concentración de lactato sanguíneo: hasta 25 mmol/L); producción de lactato (es decir, 5 seg / 100 m más rápido que el umbral anaeróbico; concentración de lactato sanguíneo: hasta 25 mmol/L); y velocidad y potencia (máximo, trabajando en sistema alactico anaeróbico; ATP-CP) (Maglischo, 2010). El umbral anaeróbico se refiere al segundo umbral metabólico (concentración de lactato en sangre = ~ 4 mmol/L).

En cada sesión se sumó la distancia de natación recorrida en AO + A1 + A2 + A3 para cuantificar el volumen "aeróbico". La distancia de nado recorrida en tolerancia al lactato + producción de lactato + velocidad y potencia fueron sumadas para cuantificar el volumen "anaeróbico". Todas las distancias de nado recorridas en cada sesión fueron sumadas para cuantificar el volumen total. Este es un método propuesto por Maglischo (1999, 2010), ampliamente utilizado en natación para cuantificar la intensidad de los ejercicios en función de la velocidad de nado.

Seguimiento de la carga de entrenamiento interna

La ITL fue monitoreada usando los métodos RPE y RPE de la sesión (Foster et al., 2001). Treinta minutos después de cada sesión de entrenamiento, en su propio ambiente de entrenamiento, los nadadores evaluaron su intensidad de

entrenamiento usando una escala de esfuerzo percibido estandarizada (CR-10) (es decir, 0: descanso a 10: máximo) (Borg et al., 1987). El valor indicado por los nadadores se multiplicó por la duración en minutos de cada sesión de entrenamiento, para cuantificar la ITL en unidades arbitrarias que represen los valores del RPE de la sesión. Este método fue validado para natación por Wallace et al. (2009). Las respuestas a la escala CR-10 fueron recogidas por los investigadores, sin que el personal técnico interfiriera. Los atletas fueron familiarizados con el método antes de comenzar la investigación.

Análisis estadístico

El análisis descriptivo se presenta en forma de media \pm desviación estándar. La normalidad y la homocedasticidad de los datos fueron verificadas utilizando las pruebas de Shapiro-Wilks y Levene, respectivamente. Para comparar las diferencias en la carga interna de entrenamiento entre los dos mesociclos, se aplicó el Test *t* de Student. Se realizó un ANOVA de dos vías para analizar las diferencias de carga de entrenamiento interno entre grupos según el sexo de los participantes para cada bloque de mesociclo (transformación y realización), y luego se realizó el test *post hoc* de Tukey. La relación entre las cargas internas y externas de entrenamiento se analizó mediante el test de correlación de Pearson, siguiendo los siguientes criterios propuestos por Hopkins (2002): <0,10 (trivial), de 0,10 a 0,30 (bajo), 0,31 a 0,50 (Moderada), 0,51 a 0,70 (alta), 0,71 a 0,90 (muy alta), 0,91 a 0,99 (casi perfecta) y 1,0 (perfecta). Se realizó una regresión lineal múltiple utilizando el método Enter para obtener un modelo parsimonioso, que permita la predicción de la carga interna en unidades arbitrarias (RPE de la sesión) en función de las variables independientes (volumen aeróbico y volumen anaeróbico). Para todos los análisis, se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS Statistics para Windows (IBM Corp., 2010), Versión 19.0 con un nivel de significación del 5%.

RESULTADOS

En las Tablas 1 y 2 y en la Figura 1 a y 1 b se describen las cargas de entrenamiento externa e interna (i.e., RPE y RPE de la sesión) durante el periodo de observación. El RPE promedio durante las 18 sesiones de entrenamiento fue $3,4 \pm 1,9$, y los RPE más frecuentes reportados fueron 1 y 2 (42%). No se encontraron diferencias significativas cuando se compararon los RPE entre ambos sexos ($t = 1,8$, $p = 0,06$). En las primeras 11 sesiones pertenecientes al bloque de mesociclo de transformación, el Test *t* de Student demostró que los RPE fueron mayores que en otras sesiones (i.e., Sesiones 12-18, pertenecientes al bloque de mesociclo de realización) ($4,2 \pm 0,3$ frente a $2,2 \pm 0,4$; $F = 9,61$, $p < 0,01$, $\eta^2 = 5,71$). Lo mismo se observó en los valores de RPE de sesión ($425,6 \pm 259,9$ vs. $191,7 \pm 97,0$; $F = 12,33$; $p < 0,01$, $\eta^2 = 1,31$) y el RPE de la sesión promedio durante las 18 sesiones de entrenamiento fue de $333,2 \pm 240,1$.

Tabla 2. RPE y RPE de la Sesión en cada bloque de Mesociclo por Sexo. Nota. RPE dado en "unidades arbitrarias"; TB= Bloque de transformación; RB= Bloque de Realización. †Valor estadísticamente diferente al de los varones ($p < 0,05$).

	RPE(M \pm SD)		RPE Sesión(M \pm SD)	
	Atletas mujeres	Atletas varones	Atletas mujeres	Atletas varones
Total	3,42 \pm 1,8	3,35 \pm 1,6	333,1 \pm 240,1	337,4 \pm 261,6
TB	3,99 \pm 1,7†	4,31 \pm 1,8	407,2 \pm 234,1†	436,8 \pm 236,3
RB	2,44 \pm 0,4	2,02 \pm 0,4	207,2 \pm 81,7	180,7 \pm 57,4

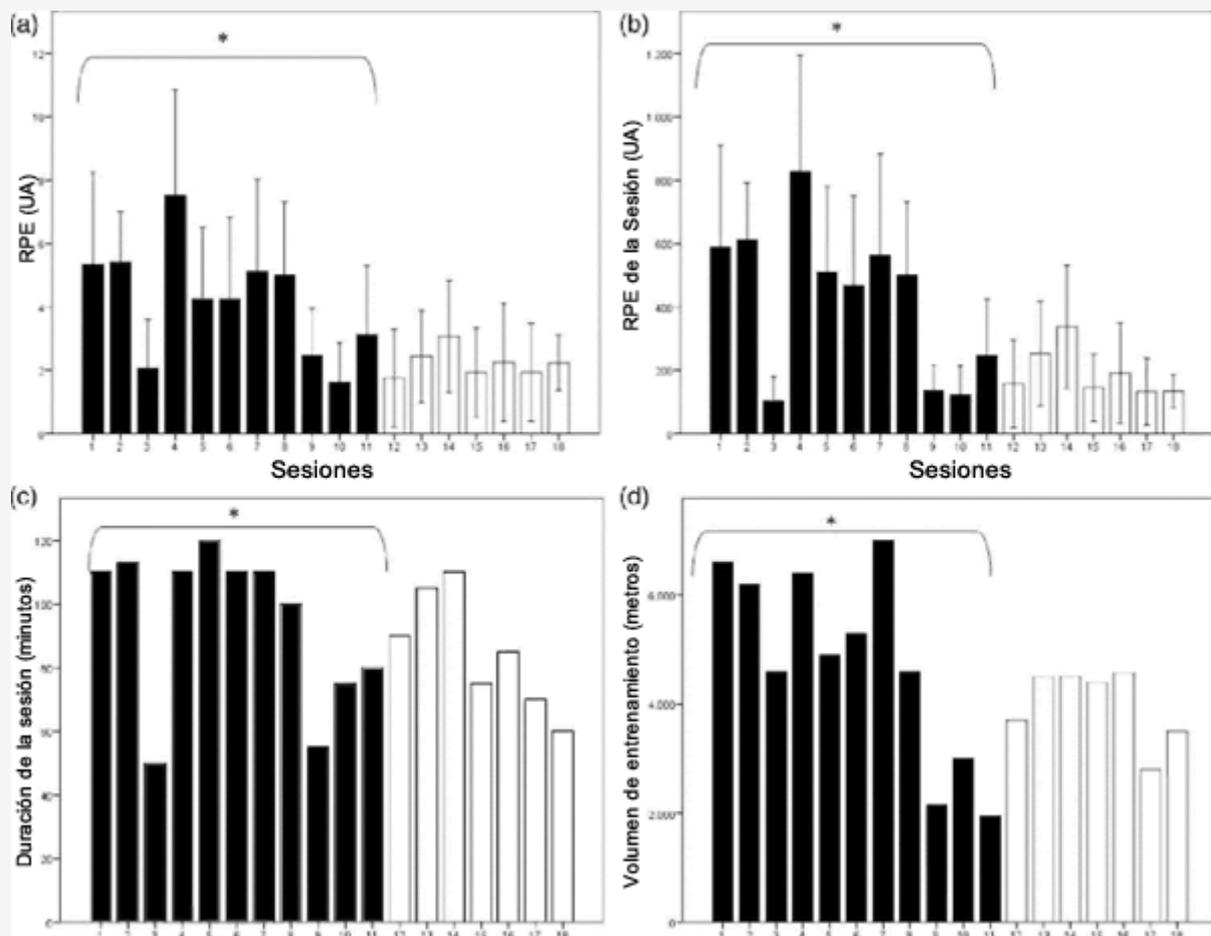


Figura 1. a) Índice de esfuerzo percibido (RPE), b). RPE de la Sesión, c). Duración de la sesión; d). Volumen de entrenamiento (distancia de nado) en las 18 sesiones de entrenamiento de natación (media \pm desviación estándar). Las barras blancas representan el bloque de realización y las barras negras el bloque de transformación. En las primeras 11 sesiones pertenecientes al bloque de transformación del mesociclo, los RPE fueron mayores que en las otras sesiones del bloque de realización ($4,2 \pm 0,3$ vs $2,2 \pm 0,4$, $F = 9,61$, $p < 0,01$, $\eta^2 = 5,71$). Lo mismo se observó en los valores de RPE de la sesión ($425,6 \pm 259,9$ vs $191,7 \pm 97,0$, $F = 12,33$, $p < 0,01$, $\eta^2 = 1,31$) y el RPE de la sesión promedio durante las 18 sesiones de entrenamiento fue de $333,2 \pm 240,1$.

Cuando se compararon los RPE por sexo y períodos (Tabla 2), el ANOVA de dos vías reveló la existencia de diferencias entre los sexos ($F = 5,1$, grado de libertad = 1, $p = 0,03$, $\eta^2_p = 0,04$), períodos ($F = 107,8$, grados de libertad = 1, $p < 0,01$, $\eta^2_p = 0,50$) y la interacción entre sexo y período ($F = 11,9$, grados de libertad = 1, $p < 0,01$, $\eta^2_p = 0,10$). La prueba post-hoc arrojó diferencias significativas cuando los RPE fueron comparados por sexo en el bloque mesociclo de transformación ($p < 0,01$). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre el RPE de atletas mujeres y varones en el bloque mesociclo de realización ($p = 0,69$).

Cuando se compararon los RPE de la sesión por sexo y períodos, el ANOVA de dos vías reveló la existencia de diferencias entre ambos sexos ($F = 9,1$, grado de libertad = 1, $p < 0,01$, $\eta^2_p = 0,07$), en los períodos ($F = 90,6$, grados de libertad = 1, $p < 0,01$, $\eta^2_p = 0,45$) y la interacción entre sexo y período ($F = 12,7$, grados de libertad = 1, $p < 0,01$, $\eta^2_p = 0,10$). El test post-hoc arrojó diferencias significativas cuando se comparó el RPE de sesión entre ambos sexos en el bloque de transformación del mesociclo ($p < 0,01$). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre el RPE de la sesión entre mujeres y varones en el bloque de realización del mesociclo ($p = 0,82$).

Ni la duración de la sesión ni la carga de entrenamiento externa fueron estadísticamente diferentes en todos los atletas en cada sesión. La duración de la sesión varió entre 60 y 120 min. La distancia de nado de cada sesión de entrenamiento se describe en la Tabla 3, Figuras 1c y 1d, respectivamente.

Tabla 3. Duración de la sesión y distancia de nado en cada intensidad de entrenamiento.

	M	SD	Ranqo de variación
Duración (min)	90.0	22.2	50-120
Volumen Total (m)	4475	1445	1950-7000
Volumen Aeróbico Total (m)	3954	1507	
A0 (m)	957	347	
A1 (m)	1788	562	
A2 (m)	792	851	
A3 (m)	417	462	
Volumen Anaeróbico Total (m)	496	632	

Nota. Volumen aeróbico: A0= baja intensidad; A1= intensidad moderada; A2= alta intensidad; A3= intensidad severa.

En la Tabla 4 se presenta la correlación entre el volumen de entrenamiento (i.e., distancia de nado) con el RPE de la sesión y el RPE. El RPE de la sesión-presentó una correlación muy alta con el volumen total, una elevada correlación con el volumen aeróbico y una correlación moderada con A2, A3 y con el volumen anaeróbico. El RPE presentó una alta correlación con el volumen total y una correlación moderada con el volumen aeróbico, A2, A3 y volumen anaeróbico.

Tabla 4. Correlación entre el RPE de la sesión y el RPE con los indicadores de la carga de entrenamiento externa. † $p < 0,01$; * $p < 0,05$

	RPE de la Sesión	RPE
Volumen Total	0,71*	0,64†
Volumen Aeróbico	0,58*	0,50†
Volumen A2	0,45*	0,40*
Volumen A3	0,43*	0,37†
Volumen Anaeróbico	0,35*	0,34†

La regresión lineal múltiple indicó que el volumen aeróbico y el volumen anaeróbico interfirieron con la ITL monitoreada a través del método del RPE de la sesión. La Tabla 5 indica que la combinación de variables independientes explicó más del 50% de la variabilidad de ITL.

Tabla 5. Información de la regresión estadística

Variable	B	SE	B	t	p
Volumen Aeróbico	0,112	0,006	0,71	17,40	<0,001
Volumen Anaeróbico	0,208	0,015	0,55	13,49	<0,001
Adj R ²					0,60
F(2,256)					194

DISCUSIÓN

El principal resultado encontrado en el presente estudio fue que la distancia de nado en diferentes intensidades, se correlacionó significativamente con el RPE y el RPE de la sesión, y que la distancia total de nado en cada sesión de entrenamiento presentó una elevada correlación con RPE y con RPE de la sesión. Además, los volúmenes aeróbicos y

anaeróbicos fueron estimadores significativos de la ITL en el análisis de regresión. Estos resultados sugieren que el volumen de entrenamiento en natación (i.e, la distancia de nado) influye en el RPE y en el RPE de la sesión.

Un aspecto importante a destacar en este estudio es la diferencia que se observó entre las variables de carga interna al comparar los atletas de ambos sexos en el bloque de transformación del mesociclo. Investigaciones previas concluyeron que las mujeres nadadoras tienen estilos de natación más económicos que los varones debido a características antropométricas, tales como una mayor densidad corporal y menor torque hidrodinámico (Onodera, Miyachi, Yano, & Yano, 1999; Barbosa, Fernandes, Keskinen, Colaco, Cardoso et al., 2006; Caspersen, Berthelsen, Eik, Paˆkozdi, & Kjendlie, 2010), factores que podrían afectar positivamente el gasto energético en natación. En consecuencia, el presente estudio demostró que los atletas varones experimentaban una percepción de esfuerzo mayor que las mujeres durante el bloque de transformación del mesociclo (436,8 vs. 407,2, respectivamente), lo que indica la importancia de las características individuales en el estrés fisiológico real impuesto a los nadadores jóvenes de ambos sexos por la carga de entrenamiento externa. Sin embargo, para analizar si estas diferencias se asocian con adaptaciones positivas en ambos sexos, es necesario realizar estudios futuros, que relacionen las cargas de entrenamiento internas de varones y mujeres con el rendimiento deportivo.

En otros estudios se ha observado correlación entre la distancia recorrida durante el ejercicio y el RPE de la sesión (Casamichana, Castellano, Calleja, Roman, & Castagna, 2013; Lovell, Sirotic, Impellizzeri, & Coutts, 2013; Se observaron grandes correlaciones entre la distancia recorrida y el RPE de la sesión en jugadores de fútbol, en fútbol australiano y en jugadores de rugby, lo que corrobora los resultados encontrados en el presente estudio (Casamichana et al., 2013, Scott et al., 2012). Se observó una gran correlación entre el RPE de la sesión y la distancia de nado en nadadores durante un período de entrenamiento de alta intensidad (Wallace et al., 2009). Sin embargo, las correlaciones individuales demostraron que algunos nadadores tenían correlaciones más bajas entre la distancia de nado y el RPE de la sesión ($r=0,37-0,85$), lo que sugiere que en el entrenamiento de alta intensidad la distancia de nado puede no ser una medida precisa para monitorear la carga de entrenamiento. En el presente estudio, el porcentaje de distancia de nado en cada sesión realizada a baja intensidad (es decir, A0 + A1) fue alto, y los nadadores informaron valores de RPE de 1 y 2 con una frecuencia del 42% en todas las sesiones de entrenamiento, lo que sugiere que la característica del entrenamiento fue sustancialmente diferente del estudio mencionado realizado con nadadores (Wallace et al., 2009). Esto sugiere que en sesiones de entrenamiento de natación de baja intensidad, el volumen de entrenamiento puede estar asociado con el RPE de la sesión. Entre el RPE de la sesión y el volumen aeróbico hay una asociación mayor ($\beta= 0,71$) que con el volumen de entrenamiento anaeróbico ($\beta= 0,55$), lo que refuerza la mayor asociación entre el alto volumen de entrenamiento a baja intensidad con el RPE de sesión que se observó en el presente estudio.

Los análisis de regresión sugirieron que todas las variables independientes explicaron en conjunto más del 50% de la variabilidad de la ITL. No obstante, cabe destacar que el propio entrenamiento físico, medido por estos componentes (volúmenes aeróbico y anaeróbico), explicó sólo la mitad de la varianza en la ITL y que otras variables no medidas y no identificadas explicaron una cantidad equivalente. El análisis de regresión se centró en la ETL (es decir, la distancia recorrida en diferentes intensidades) y la ITL. Sin embargo, podrían existir otros factores importantes asociados con los cambios en el esfuerzo percibido a lo largo de la temporada, probablemente factores psicológicos y emocionales. Por ejemplo, Marcora, Staiano y Manning (2009) indicaron que la fatiga mental afecta los valores de RPE y, por lo tanto, el rendimiento físico en un protocolo de ciclismo hasta el agotamiento. Por lo tanto, los entrenadores y atletas deben considerar factores psicofisiológicos muy importantes como las cargas de entrenamiento externas (Borresen & Lambert, 2008), ya que pueden estar vinculados a las fluctuaciones en la ITL durante la temporada. Se necesitan más investigaciones para investigar estas variables y su relación con el RPE y el RPE de la sesión.

La elevada correlación entre la distancia de nado total en cada sesión y los RPE reportados por los nadadores es un hallazgo notable. Estudios previos observaron una correlación baja o nula entre la duración del entrenamiento y los RPE en deportes con diferentes demandas y perfiles metabólicos como taekwondo (Foster et al., 2001, Haddad et al., 2014). Sin embargo, encontraron una correlación moderada entre los RPE y el tiempo transcurrido en alta intensidad (es decir, 91 y 100% de la FC máxima) en sesiones de entrenamiento de taekwondo (Haddad et al., 2014). Sólo el 10% del tiempo de entrenamiento de taekwondo transcurrió en la franja de alta intensidad, lo que sugiere que el volumen de entrenamiento a alta intensidad puede influir en el RPE. Específicamente, en nadadores, Barroso et al. (2015) observaron diferencias en el RPE según el volumen de entrenamiento. Los atletas que realizaron 10 x 100 m presentaron un RPE de sesión más bajo que los que realizaron 20 x 100 m ($p < 0,05$). Estos resultados refuerzan la asociación entre el esfuerzo percibido y el volumen en los nadadores.

Otros resultados encontrados en el presente estudio mostraron una correlación moderada entre los valores de RPE y el volumen anaeróbico. Sin embargo, los resultados también demostraron correlaciones entre RPE y otras intensidades de zonas de entrenamiento. Es posible que el entrenamiento de larga duración pueda disminuir las reservas de glucógeno e influir en los RPE (Haddad et al., 2014). Los nadadores recorrieron entre 1950 y 7000 m y transcurrieron 50 a 120 minutos en cada sesión de entrenamiento, y por lo general realizaron circuitos tales como 4 x 200 m más 8 x 150m, 8 x 250m, 24 x

100m, 4 x 300m más 5 x 200m. En el presente estudio las sesiones de entrenamiento monitoreadas en las primeras 2 semanas correspondieron al final del bloque de mesociclo de transformación, que tiene como objetivo aumentar el estrés y proporcionar poca recuperación (Issurin y Kaverin, 1985). Por lo tanto, el mayor volumen de entrenamiento en este bloque y la proximidad del campeonato brasileño podrían haber promovido una fatiga acumulada en los nadadores y haber aumentado la influencia del volumen de sesiones de entrenamiento sobre la percepción del esfuerzo. El Campeonato Brasileño de Natación Juvenil es la competencia más importante del año para estos atletas y la proximidad de esta competencia podría haber afectado sus emociones y perspectivas, generando un aumento de estrés, a pesar de la disminución de la carga de entrenamiento externo (Nogueira, Nogueira, Miloski, Cordeiro, Werneck, y Bara Filho, 2015). Se sabe que los atletas que acumulan de fatiga reportan valores más altos en la escala del RPE (Wallace et al., 2009; Psycharakis, 2011).

Es interesante destacar el alto volumen de entrenamiento realizado por los nadadores en el presente estudio. En natación el volumen de entrenamiento ha sido tradicionalmente periodizado, con distancias de ~ 70 a 100 km por semana (Costill, Fink, Hargreaves, King, Thomas y Fielding, 1985; Mujika, Lacoste, Barale, Geysant y Chatard, 1996, Termin & Pendergast, 2000). Esto se ha reflejado en una manifestación frecuente de sobreentrenamiento en este deporte, además de la monotonía del entrenamiento debido a los grandes volúmenes y tiempos que transcurren en la misma intensidad (González-Boto, Salguero, Tuero, González-Gallego y Márquez, 2008; Mara, Lima, & Carvalho, 2005). Por lo tanto, es importante cuestionar si esta es la mejor estrategia de planificación del entrenamiento. Además, basándose en estos resultados y en otros estudios (Wallace et al., 2009, Psycharakis, 2011), el problema no solamente es el alto volumen de entrenamiento, sino la distribución inadecuada de las cargas durante la temporada. Pueden y deben utilizarse períodos de alto volumen siempre que se alternen con periodos de recuperación como una mejor manera de organizar las cargas de entrenamiento.

Limitaciones y conclusiones

Este estudio tiene algunas limitaciones como la falta de monitoreo del rendimiento deportivo así como la ausencia de un método fisiológico para monitorear el acondicionamiento físico de los atletas, el bajo número de participantes y el número limitado de sesiones. Por consiguiente, los estudios futuros sobre este tema deberían incorporar una medición fisiológica y una mayor cantidad de sesiones. También los estudios futuros podrían investigar si la fatiga acumulada en los nadadores puede influir en los valores de RPE. En resumen, en los nadadores la distancia de nado en cada sesión de entrenamiento se asoció significativamente con el RPE y el RPE de la sesión. En otras palabras, en función de nuestros resultados, el uso de entrenamiento de alto volumen en intensidades aeróbicas tiene un mayor efecto sobre el RPE y el RPE de la sesión que el volumen anaeróbico. Por lo tanto, sugerimos que los entrenadores utilicen ambos métodos para prescribir (i.e, carga externa de entrenamiento) y monitorear (i.e., carga interna de entrenamiento) el entrenamiento de nadadores debido a la influencia de la carga de entrenamiento externa en el método RPE de la sesión.

Declaración de Conflictos de intereses.

Los autores declaran que no poseer ningún potencial conflicto de intereses con respecto a la investigación, autoría y/o publicación de este artículo.

Financiación

Los autores no recibieron apoyo financiero para la investigación, autoría y/o publicación de este artículo.

REFERENCIAS

1. Bara Filho, M. G., Andrade, F. C. d., Nogueira, R. A., & Nakamura, F. Y. (2013). Comparacao de diferentes metodos de controle da carga interna em jogadores de voleibol. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 19, 143-146. Barbosa, T. M., Fernandes, R., Keskinen, K. L., Colaco, P., Cardoso, C., et al. (2006).
2. Evaluation of the energy expenditure in competitive swimming strokes (*International Journal of Sports & Medicine*). 27(11), 894-899.
3. Barroso, R., Salgueiro, D. F., do Carmo, E. C., & Nakamura, F. Y. (in press) (Training volume and repetition distance affect session rating of perceived exertion and internal load in swimmers.). *International Journal of Sports Physiology and Performance*.
4. Borg, G., Hassmen, P., & Lagerstrom, M. (1987). Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 56(6), 679-685.
5. Borresen, J., & Lambert, M. I. (2008). Quantifying training load: a comparison of subjective and objective methods. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3, 16-30.

6. Casamichana, D., Castellano, J., Calleja, J., Roman, J. S., & Castagna, C. (2013). Relationship between indicators of training load in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(2), 369-374.
7. Caspersen, C., Berthelsen, P. A., Eik, M., Pakozdi, C., & Kjendlie, P.-L. (2010). Added mass in human swimmers: age and gender differences. *Journal of Biomechanics*, 43(12), 2369-2373.
8. Costill, D. L., Fink, W. J., Hargreaves, M., King, D. S., Thomas, R., & Fielding, R. (1985). Metabolic characteristics of skeletal muscle during detraining from competitive swimming. *Medical Science Sports Exercise*, 17(3), 339-343.
9. Coutts, A., Reaburn, P., Piva, T. J., & Murphy, A. (2007). Changes in selected biochemical, muscular strength, power, and endurance measures during deliberate overreaching and tapering in rugby league players. *International Journal of Sports Medicine*, 28(2), 116-124.
10. 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(2), 125-134.
11. Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., et al. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength Conditioning Research*, 15(1), 109-115.
12. Freitas, V. H., Nakamura, F. Y., Miloski, B., Samulski, D., & Bara-Filho, M. B. (2014). Sensitivity of physiological and psychological markers to training load intensification in volleyball players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13, 566-574.
13. Gonzalez-Boto, R., Salguero, A., Tuero, C., Gonzalez-Gallego, J., & Marquez, S. (2008). Monitoring the effects of training load changes on stress and recovery in swimmers. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 64(1), 19-26.
14. Green, J. M., McIntosh, J. R., Hornsby, J., Timme, L., Gover, L., & Mayes, J. L. (2009). Effect of exercise duration on session RPE at an individualized constant workload. *European Journal of Applied Physiology*, 107(5), 501-507.
15. Haddad, M., Chaouachi, A., Wong del, P., Castagna, C., Hue, O., Impellizzeri, F. M., et al. (2014). Influence of exercise intensity and duration on perceived exertion in adolescent Taekwondo athletes. *European Journal of Sport Science*, 14(Suppl 1): S275-S281.
16. Hopkins, W. G. (2002). A new view of statistics. Retrieved from <http://sportssci.org/resource/stats/effectmag.html> accessed on September 13, 2012
17. IBM Corp. Released (2010). IBM SPSS statistics for windows (Version 19. 0). Armonk, NY: IBM Corp.
18. Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medical Science Sports Exercise*, 36(6),1042-1047.
19. Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., & Marcora, S. M. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of Sports Science*, 23(6), 583-592.
20. Issurin, V. B., & Kaverin, V. (1985). Planning and design of annual preparation cycle in canoe-kayak padding. In V. F. Kaverin & E. B. Samsonov (Eds.), *Grebnoj sport (rowing, canoeing, kayaking) [in Russian]* (pp. 5-29). Moscow: FiS Publisher.
21. Lovell, T. W., Sirotic, A. C., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2013). Factors affecting perception of effort (session rating of perceived exertion) during rugby league training. *International Journal of Sports Physiology Performance*, 8(1), 62-69.
22. Maglischo, E. W. (1999). Nadando ainda mais rápido. Sao Paulo: Manole. Maglischo, E. W. (2010). Nadando o mais rápido possível. Sao Paulo: Manole. Marcora, S. M. (2009). Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart, and lungs. *Journal of Applied Physiology*, 106,2060-2062.
23. Marcora, S. M., Staiano, W., & Manning, V. (2009). Mental fatigue impairs physical performance in humans. *Journal of Applied Physiology*, 106, 857-864.
24. Milanez, V. F., Pedro, R. E., Moreira, A., Boullosa, D. A., Salle-Neto, F., & Nakamura, F. Y. (2011). The role of aerobic fitness on session rating of perceived exertion in futsal players. *International Journal of Sports Physiology Performance*, 6(3), 358-366.
25. Mujika, I., Busso, T., Lacoste, L., Barale, F., Geysant, A., & Chatard, J. C. (1996). Modeled responses to training and taper in competitive swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(2), 251-258.
26. Nogueira, F. C. A., Nogueira, R. A., Miloski, B., Cordeiro, A., Werneck, F. Z., & Bara Filho, M. G. (2015). Influencia das cargas de treinamento sobre o rendimento e os niveis de recuperacao em nadadores. *Revista da Educacao Fisica/UEM*, 26(2),231-236.
27. Onodera, S., Miyachi, M., Yano, H., & Yano, L. (1999). Effects of buoyancy and body density on energy cost during swimming. In K. L. Keskinen, P. V. Komi & A. P. Hollander (Eds.), *Biomechanics and medicine in swimming* (pp. 355-358). VIII.
28. Jyvasyla: Gummerus Printing. Psycharakis, S. G. (2011). A longitudinal analysis on the validity and reliability of ratings of perceived exertion for elite swimmers. *Journal of Strength Conditioning Research*, 25(2), 420-426.
29. Rohlfs, I. C. P. M., Mara, L. S., Lima, W. C., & Carvalho, T. C. (2005). Relacao da sindrome do excesso de treinamento com estresse, fadiga e serotonina. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 11, 5.
30. Scott, B. R., Lockie, R. G., Knight, T. J., Clark, A. C., & Janse de Jonge, X. A. (2013). A comparison of methods to quantify the in-season training load of professional soccer players. *International Journal of Sports Physiology Performance*, 8(2), 195-202.
31. Scott, T. J., Black, C., Quinn, J., & Coutts, A. J. (2012). Validity and reliability of the session RPE method for quantifying training in Australian Football: a comparison of the CR10 and CR100 scales. *Journal of Strength Conditioning Research*, 27(1), 270-276.
32. Skinner, J. S., Hutsler, R., Bergsteinova, V., & Buskirk, E. R. (1973). The validity and reliability of rating scale of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports*, 5(2), 94-96.
33. Termin, B., & Pendergast, D. R. (2000). Training using the stroke frequency-velocity relationship to combine biomechanical and metabolic paradigms. *Journal of Swimming Research*, 14, 9.
34. Viru, A., & Viru, M. (2000). Nature of training effects. *Exercise and sport science*. In: W. E. Garret & D. T. Kirkendall (Eds.), Philadelphia: Lippincott Williams & Williams.
35. Wallace, L. K., Slattery, K. M., & Coutts, A. J. (2009). The ecological validity and application of the session-RPE method for quantifying training loads in swimming. *Journal of Strength Conditioning Research*, 23(1), 33-38.

Cita Original

Francine Caetano de Andrade Nogueira, Víctor Hugo de Freitas, Bernardo Miloski, André Henrique de Oliveira Cordeiro, Francisco Zacaron Werneck, Fábio Yuzo Nakamura, Mauricio Gattás Bara-Filho. (2016). Relationship Between Training Volume and Ratings of Perceived Exertion in Swimmers. *Perceptual and Motor Skills*, Vol. 122(1) 319-335