



# Medición de la carga interna para Monitoreo del deportista

**CARLOS SUÁREZ FORERO**

Médico Especialista Medicina del Deporte



 **coldeportes**



**CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE**



# ¿Es necesario monitorear al deportista?

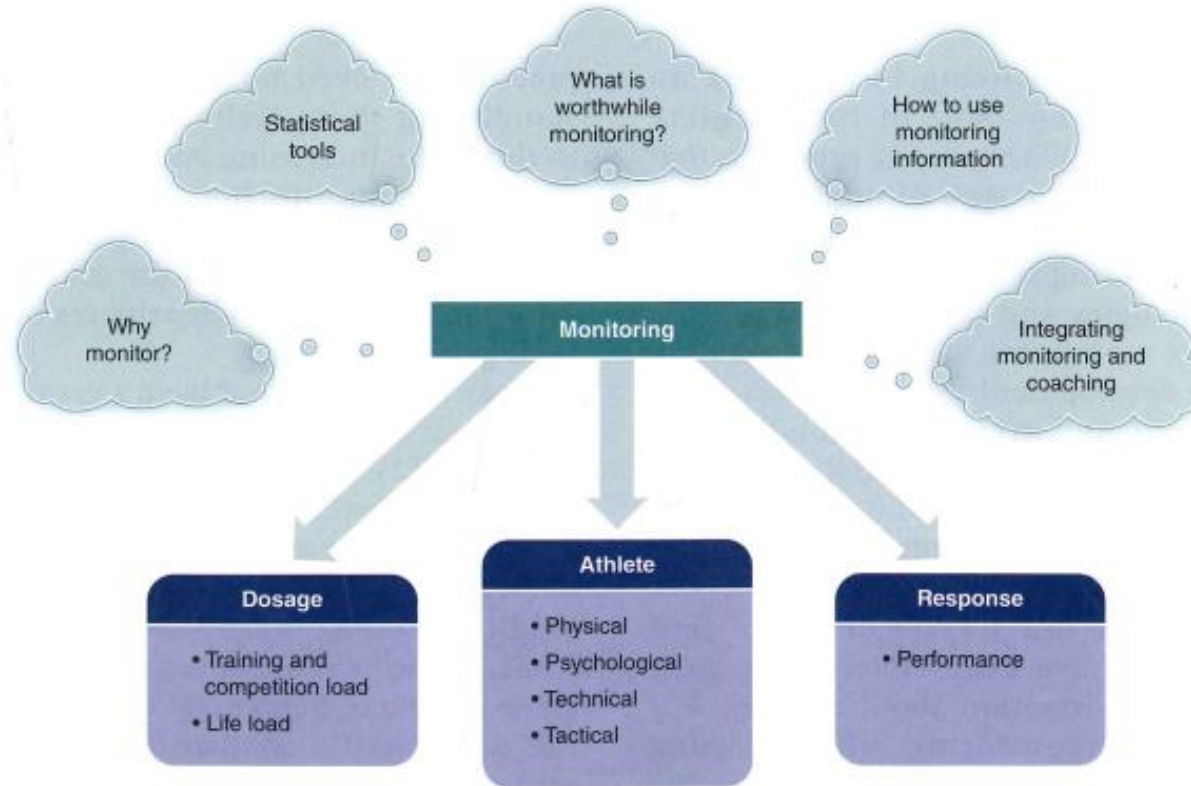


Figure 1.1 Monitoring issues and how monitoring helps athletes.

Mike McGuigan. Monitoring training and performance in athletes. Human Kinetics. 2017,

# Métodos para medir la carga interna

1. Escalas de Percepción del Esfuerzo (RPE)
2. Métodos por Frecuencia Cardíaca
3. Lactato
4. Evaluación del Bienestar (Cuestionarios)

Mike McGuigan. Monitoring training and performance in athletes. Human Kinetics. 2017,



coldeportes



**BARRANQUILLA 2018**

JUEGOS DEPORTIVOS CENTROAMERICANOS Y DEL CARIBE  
CENTRAL AMERICAN AND CARIBBEAN SPORTS GAMES



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



# Carga interna

Respuesta fisiológica y psicológica a una carga externa.

- **Factores que pueden modificar la carga interna:**
  - Edad Biológica - cronológica
  - Edad Deportiva
  - Capacidad Física
  - Genéticos
  - Antecedentes de Lesiones osteomusculares

Mike McGuigan. Monitoring training and performance in athletes. Human Kinetics. 2017,



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE





# Escalas de Percepción del Esfuerzo (RPE)



coldeportes



**BARRANQUILLA 2018**

JUEGOS DEPORTIVOS CENTROAMERICANOS Y DEL CARIBE  
CENTRAL AMERICAN AND CARIBBEAN SPORTS GAMES



ODECABE/CACSO



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



COLOMBIA  
2018

# Percepción del esfuerzo

## Factores que influyen en la RPE

- Componente Hormonal
- Liberación de Neurotransmisores
- Masa muscular reclutada
- Concentración de sustratos energéticos
- Características Psicológicas
- Condiciones Ambientales
- Rasgos en la Personalidad



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



# Gunnar Borg (1974)

## Medida Subjetiva Integrada del Esfuerzo

- A nivel Periférico: muscular y articular
  - Central cardiovascular y respiratoria
  - Sistema Nervioso Central
- **Escala de Borg 6-20:** Correlación con FC. (60 lpm = 6 RPE)

Mike McGuigan. Monitoring training and performance in athletes. Human Kinetics. 2017,



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



# Estudio de Gunnar Borg

SYMPOSIUM

MEDICINE AND SCIENCE IN SPORTS AND EXERCISE  
Vol. 14, No. 5, pp. 377-381, 1982

## Psychophysical bases of perceived exertion

GUNNAR A.V. BORG

*Department of Psychology  
University of Stockholm*

*Box 5602*

*S-114 86 Stockholm, Sweden*

$$R = a + c(S - b)^n$$

- R = Magnitud Percibida
- S= Magnitud Estímulo Físico
- n= exponente (entre 1.5 a 1.7)
- c= constante
- a y b = punto de partida de la función

Correlación: 0.80 – 0.90



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE





# Category Ratio (CR-10)

- **Representación:**
  - 0 = nada de esfuerzo.
  - 10= máximo esfuerzo.
- **Meta-análisis: Confiabilidad de CR-10 (Chen et al, 2002) (escala no lineal)**
  - R= 0.62 (frecuencia Cardiaca)
  - R= 0.57 (lactato)
  - R= 0.64 (VO2 Max)

Mike McGuigan. Monitoring training and performance in athletes. Human Kinetics. 2017,



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



# Comparación RPE – CR10 – CentiMax

*Scand J Med Sci Sports* 2006; 16: 57–69  
Printed in Singapore · All rights reserved  
DOI: 10.1111/j.1600-0838.2005.00448.x

COPYRIGHT © BLACKWELL MUNKSGAARD 2005  
SCANDINAVIAN JOURNAL OF  
MEDICINE & SCIENCE  
IN SPORTS

## A comparison between three rating scales for perceived exertion and two different work tests

E. Borg<sup>1</sup>, L. Kaijser<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Psychology, Stockholm University, Stockholm, Sweden, <sup>2</sup>Karolinska Institute, Huddinge, Sweden  
Corresponding author: Elisabet Borg, Department of Psychology, Stockholm University, SE-106 91, Stockholm, Sweden.  
Tel: +46 8 163850, Fax: +46 8 159342, E-mail: eb@psychology.su.se

Accepted for publication 29 December 2004

Borg, E. A comparison between three rating scales for perceived exertion of exertion and two different work tests. Sca J Med Sci Sports . 2006



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



# Comparación RPE - CR10 - CentiMax

- **Borg-20 vs CR-10 vs centiMax**
- Registro FC y RPE
- **Análisis Estadístico:** Regresión Lineal.
- Correlación individual = 0.97
- **Trabajos > 6 minutos (RPE Borg-20):** Es necesario corregir la desviación

Borg, E. A comparison between three rating scales for perceived exertion of exertion and two different work tests. Sca J Med Sci Sports . 2006



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



## OBJETIVO

1. Obtener la respuesta subjetiva global del deportista.
  2. Incorporación de todos los aspectos del entrenamiento.
- **Carga Total (Unidades Arbitrarias) = RPE Sesión x Duración Sesión(minutos)**

Mike McGuigan. Monitoring training and performance in athletes. Human Kinetics. 2017,



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



# RPE Monotonía

- **Carga Semanal** = Carga de Entrenamiento(UA) x Frecuencia

Entrenamientos Semana.

- **Monotonía** = Variación de la carga a lo largo de la semana.
- **Monotonía** = Promedio de la Carga/DE.
- **DE**= por lo general del microciclo (7-10 días)

Mike McGuigan. Monitoring training and performance in athletes. Human Kinetics. 2017,



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



# RPE Estrés total del entrenamiento

- **Estrés Total** = Monotonía x Carga Semanal.
- **Monotonía + Estrés Total** = Riesgo de lesión-enfermedad.
- **¿Qué es lo relevante?** Encontrar los umbrales de riesgo individual.
- Monitoreo del Deportista.

Mike McGuigan. Monitoring training and performance in athletes. Human Kinetics. 2017,



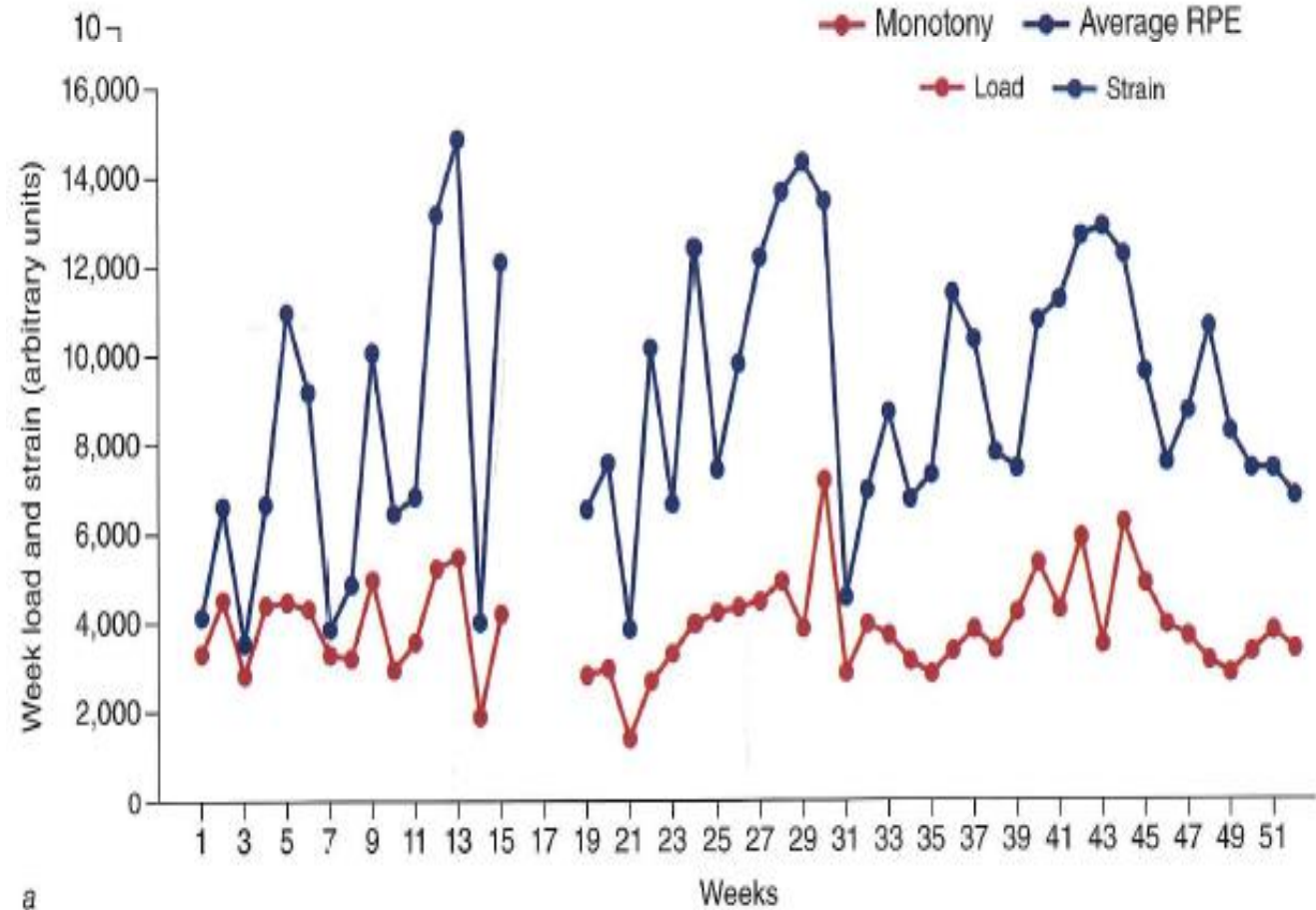
coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



# Monotonía y estrés total



Mike McGuigan. Monitoring training and performance in athletes. Human Kinetics. 2017,



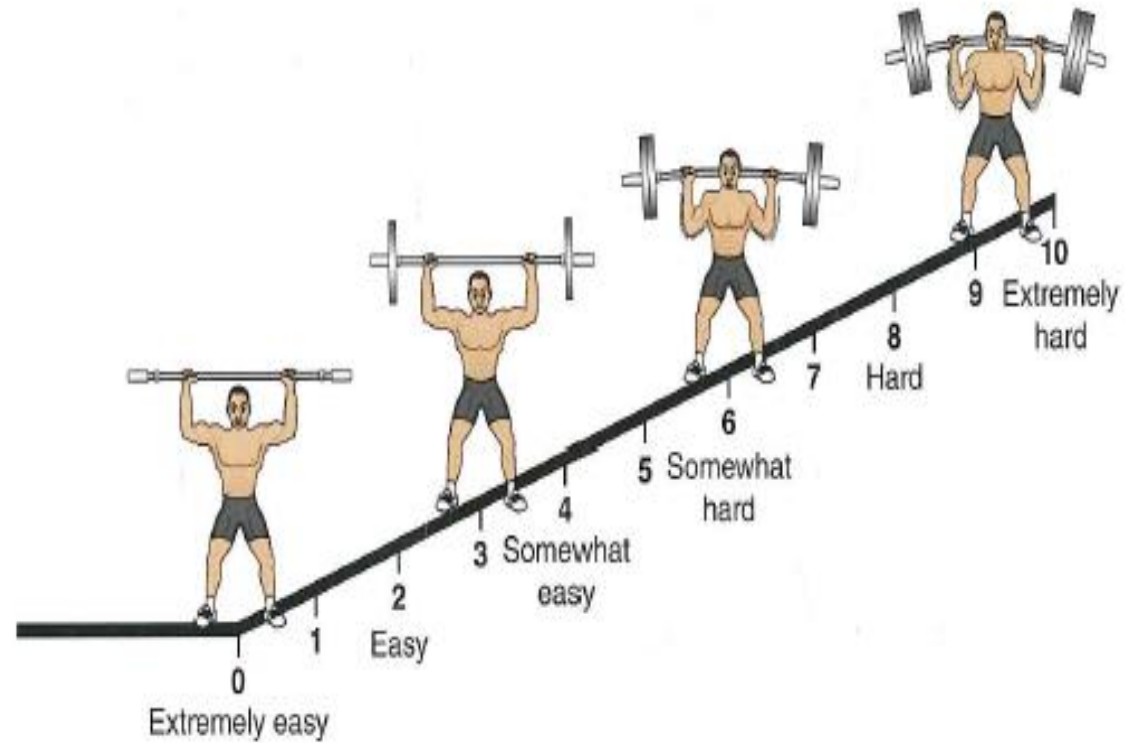
coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



# RPE Implementación práctica (OMNI RPE Scale)



Mike McGuigan. Monitoring training and performance in athletes. Human Kinetics. 2017,



coldeportes



**BARRANQUILLA 2018**

JUEGOS DEPORTIVOS CENTROAMERICANOS Y DEL CARIBE  
CENTRAL AMERICAN AND CARIBBEAN SPORTS GAMES



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



COLOMBIA  
2018





# Frecuencia cardiaca



 **coldeportes**



**BARRANQUILLA 2018**

JUEGOS DEPORTIVOS CENTROAMERICANOS Y DEL CARIBE  
CENTRAL AMERICAN AND CARIBBEAN SPORTS GAMES



ODECABE/CACSO



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



COLOMBIA  


# Training impulse (TRIMP) (Tradicional)

- **Ecuación:**

- D= duración sesión
- Constante e= 2.718

$$\text{TRIMP} = D \times (\Delta \text{ heart rate ratio}) \times e^{(b \times \Delta \text{ heart rate ratio})}$$

- Factor de peso (b=1.67 hombres y 1.92 mujeres)
- Heart rate ratio= (promedio FC ejercicio – FC reposo) / (Fc máximo – Fc reposo)

Mike McGuigan. Monitoring training and performance in athletes. Human Kinetics. 2017,



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



# Training impulse (TRIMP) (Edwards)

- Multiplicación y sumatoria de zonas de intensidad por FC.

zone 1 = 50-60% HR<sub>peak</sub>

- % FC pico

zone 2 = 60-70% HR<sub>peak</sub>

zone 3 = 70-80% HR<sub>peak</sub>

zone 4 = 80-90% HR<sub>peak</sub>

zone 5 = 90-100% HR<sub>peak</sub>

Mike McGuigan. Monitoring training and performance in athletes. Human Kinetics. 2017,



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE





# Training impulse (TRIMP) Limitaciones

---

## ORIGINAL INVESTIGATIONS

---

*International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2008, 3, 16-30  
© 2008 Human Kinetics, Inc.

### Quantifying Training Load: A Comparison of Subjective and Objective Methods

Jill Borresen and Michael I. Lambert

- **RPE-s Vs TRIMP Edwards**
- **Supraestimación de la carga** = si hay aumento del tiempo en zonas altas (TRIMP)
- **Subestimación de la carga** = si hay aumento del tiempo en zonas bajas (RPE-s)
  - Diferencias de 1-2 lpm (cambia el peso de la multiplicación)



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE





# Lactato



coldeportes



**BARRANQUILLA 2018**

JUEGOS DEPORTIVOS CENTROAMERICANOS Y DEL CARIBE  
CENTRAL AMERICAN AND CARIBBEAN SPORTS GAMES



ODECABE/CACSO



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



COLOMBIA  
OLYMPIC

- **Factores que influyen**
  1. Disponibilidad de Glucógeno.
  2. Condiciones ambientales
  3. Hidratación
  4. Tipo de Ejercicio
  5. Técnica de Muestreo
- **Nuevos métodos por espectroscopía infrarrojo**

Mike McGuigan. Monitoring training and performance in athletes. Human Kinetics. 2017,



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



# Lactato nuevas tecnologías (NIRS)

Journal of Strength and Conditioning Research Publish Ahead of Print  
DOI: 10.1519/JSC.0000000000001307

Wearable lactate threshold predicting device is valid and reliable in runners

Nattai R. Borges<sup>1</sup>

Matthew W. Driller<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Central Queensland University, Rockhampton, Australia*

<sup>2</sup> *University of Waikato, Hamilton, New Zealand*



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



# Lactato nuevas tecnologías (NIRS)

- **NIRS:** uno en cada pierna.
  - Según casa precisión 97%
  - Alinear el dispositivo en la parte más gruesa del gastrocnemio.
  - Arroja el cálculo del LT en carga externa (km/h)



Borges y Driller. Wearable lactate threshold predicting device is valid and reliable in runners. Journal of Strength and Conditioning Research. 2016.



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE





# Lactato nuevas tecnologías

Table 2. The inter- and intra-reliability of the wearable lactate threshold predicting device (WLT) including intra-class correlation coefficients, typical error of measurement ( $\text{km}\cdot\text{hr}^{-1}$ ) and coefficient of variation for each comparison. Data are shown as means  $\pm$  SD unless stated otherwise.

	Trial 1 ( $\text{km}\cdot\text{hr}^{-1}$ )	Trial 2 ( $\text{km}\cdot\text{hr}^{-1}$ )	ICC (95% CI)	TEM ( $\text{km}\cdot\text{hr}^{-1}$ ) (95% CI)	CV (%) (95% CI)
Inter-reliability* (n = 12)	12.99 $\pm$ 0.84	13.05 $\pm$ 0.81	0.97 (0.90–0.99)	0.16 (0.12–0.28)	1.2 (0.9–2.1)
Intra-reliability# (n = 12)	13.02 $\pm$ 0.78	13.03 $\pm$ 0.87	0.97 (0.90–0.99)	0.16 (0.11–0.27)	1.2 (0.9–2.1)

\* Inter-reliability of the WLT device as determined during a single test where subjects wore a device on each leg. # Intra-reliability of WLT determined using the same device in a repeated trial separated by < 24 hours. ICC = Intra-class correlation coefficient; TEM = Typical error of measurement; CV = coefficient of variation.

Borges y Driller. Wearable lactate threshold predicting device is valid and reliable in runners. Journal of Strength and Conditioning Research. 2016.



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE





# Evaluación del bienestar



coldeportes



**BARRANQUILLA 2018**

JUEGOS DEPORTIVOS CENTROAMERICANOS Y DEL CARIBE  
CENTRAL AMERICAN AND CARIBBEAN SPORTS GAMES



ODECABE/CACSO



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



COLOMBIA  
OLYMPIC

# Evaluación del Bienestar

- **Borresen y Lambert, 2006.**
  - 24% sobre estimaban la duración del entrenamiento.
  - 17% sub estimaban la duración del entrenamiento.
- **Foster et al, 2001.** Diferencias entre entrenadores y carga interna.
  - Carga total ( $r= 0.72$ )
  - Volumen ( $r= 0.65$ )
  - Intensidad ( $r= 0.75$ )

Mike McGuigan. Monitoring training and performance in athletes. Human Kinetics. 2017,



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



# Evaluación del bienestar

## Cuestionario del estado de ánimo

- Profile of Mood States (POMS)

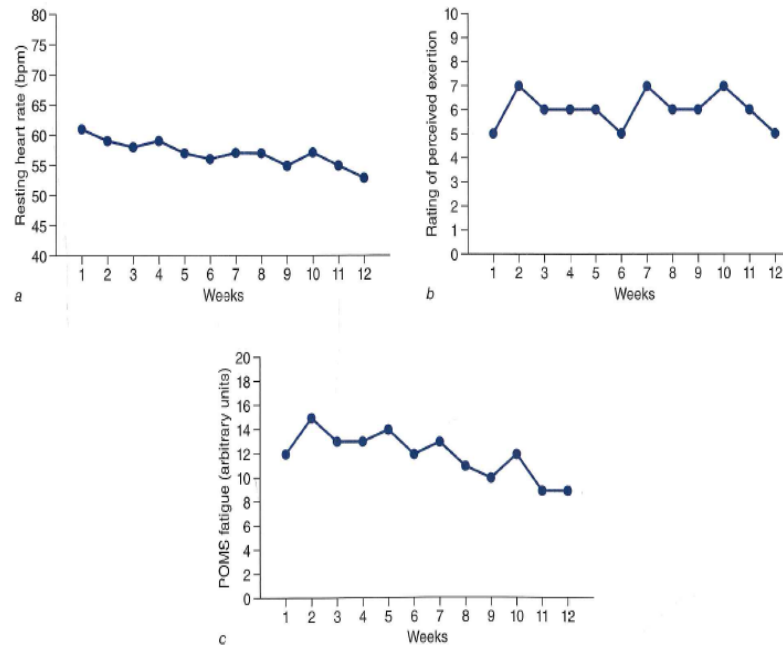


Figure 4.5 Measures of (a) heart rate, (b) RPE, and (c) wellness in runners over a 12-week training block.

Mike McGuigan. Monitoring training and performance in athletes. Human Kinetics. 2017,



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



# Evaluación del bienestar DOMS - intensidad ejercicio

- ¿Qué escala utilizar?
- Neely et al, 1992.
- **CR-10 Vs VAS**
- CR-10 más sensible a intensidades mayores, debido al poder de discriminar las intensidades por ser escala de proporción (anclajes verbales)

**Dolor = VAS**  
**Esfuerzo = CR-10**

Mike McGuigan. Monitoring training and performance in athletes. Human Kinetics. 2017,



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



# Evaluación del bienestar sueño (recuperación)

CHRONOBIOLOGY INTERNATIONAL  
<http://dx.doi.org/10.3109/07420528.2015.1118384>



## The longer the better: Sleep-wake patterns during preparation of the World Rowing Junior Championships

Sarah Kölling<sup>a</sup>, Jürgen M. Steinacker<sup>b</sup>, Stefan Endler<sup>c</sup>, Alexander Ferrauti<sup>a</sup>, Tim Meyer<sup>d</sup>, and Michael Kellmann<sup>a,e</sup>

<sup>a</sup>Ruhr University Bochum, Faculty of Sport Science, Bochum, Germany; <sup>b</sup>University Medical Centre Ulm, Sports and Rehabilitation Medicine, Ulm, Germany; <sup>c</sup>Johannes Gutenberg University Mainz, Institute of Sport Science, Mainz, Germany; <sup>d</sup>Saarland University, Institute of Sports and Preventive Medicine, Saarbruecken, Germany; <sup>e</sup>University of Queensland, School of Human Movement Studies and Nutrition Sciences Brisbane, Australia

- **Pretemporada (Alteración Sueño):** entrenamientos muy tempranos + aumento de cargas
- **Objetivo del Cuestionario** = describir aspectos del sueño (al despertar)
  - **Latencia del Sueño** = Cuanto demoro en dormirse.
  - **Fragmentación del sueño** = Cuanto estuvo despierto



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



# Evaluación del bienestar “Wellness Inventory”

- Evaluación global del ser humano. (Abordaje Global)
- Taylor et al, 2012. “ Fatigue monitoring: A survey current trends”
  - 80% utilizan sus propios cuestionarios.
  - Gran sensibilidad en detectar cambios en estrés y recuperación.
- Uso de Z-scores y DE para detectar cambios en el tiempo.

TABLE 4.1 Wellness Questionnaire for Sleep Quality, Muscle Soreness, Stress Levels, and Fatigue

	1	2	3	4	5	Score
Sleep quality	Very poor	Poor	Average	Good	Very good	
Muscle soreness	Very sore	High	Average	Low	Very low	
Stress level	Very stressed	High	Average	Low	Very low	
Fatigue level	Very fatigued	High	Average	Low	Very low	
Total						

Mike McGuigan. Monitoring training and performance in athletes. Human Kinetics. 2017,



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



# Evaluación del bienestar REST-Q

## Cuestionario de estrés-recuperación para atletas

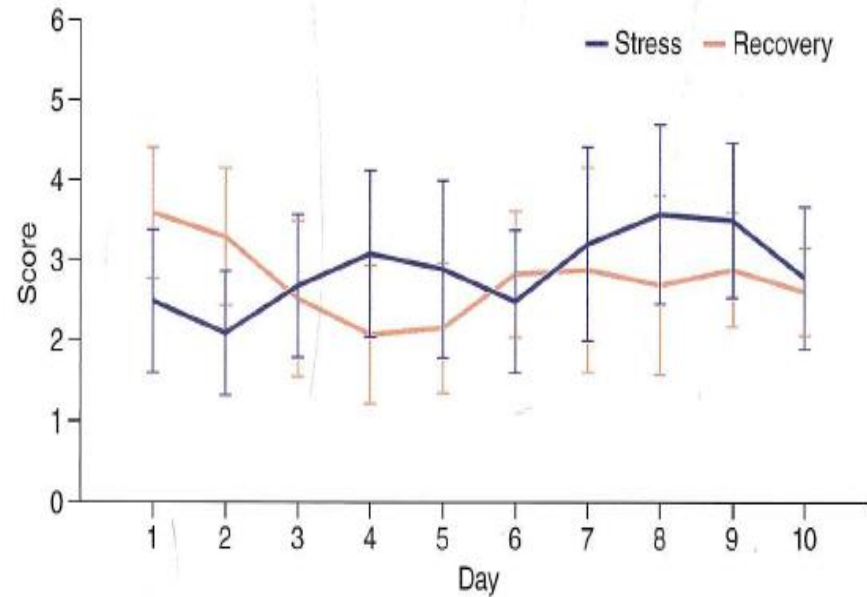


Figure 4.8 Athlete RESTQ-Sport scores over a preseason training phase.

Mike McGuigan. Monitoring training and performance in athletes. Human Kinetics. 2017,



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE







# Evaluación del bienestar

## Escala de recuperación total de calidad

### Modified Total Quality Recovery Scale

- 0 Very, very poor recovery
- 1 Very poor recovery
- 2
- 3 Poor recovery
- 4
- 5 Reasonable recovery
- 6
- 7 Good recovery
- 8
- 9 Very good recovery
- 10 Very, very good recovery

Mike McGuigan. Monitoring training and performance in athletes. Human Kinetics. 2017,



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



# Conclusiones

- RPE, FC, Lactato, Evaluación de bienestar tienen buen nivel de evidencia científica como herramientas para monitorear la carga interna.
- Las escalas propuestas de evaluación del bienestar ayuda a tener un enfoque mas apropiado de la carga interna.
- Monitorear la carga interna del deportista es un desafío para todo el equipo de ciencias aplicadas al deporte.



coldeportes



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE





# Gracias!



 **coldeportes**



**BARRANQUILLA 2018**

JUEGOS DEPORTIVOS CENTROAMERICANOS Y DEL CARIBE  
CENTRAL AMERICAN AND CARIBBEAN SPORTS GAMES



ODECABE/CACSO



CONGRESO  
CENTROAMERICANO  
DE CIENCIAS DEL DEPORTE



COLOMBIA  
2018