



RED

SynchroProject II: Alto rendimiento y salud en mujeres de natación artística

inefc Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya

grceib
Grup de Recerca en Ciències de l'Esport INEFC Barcelona

Hacia la optimización del perfil fisiológico en natación artística mediante la tecnología NIRS

Ignacio Fernández Jarillo

ignaciofernandezjarillo@gmail.com

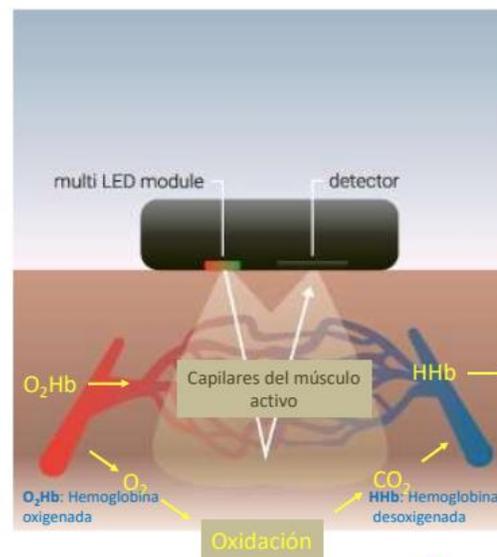
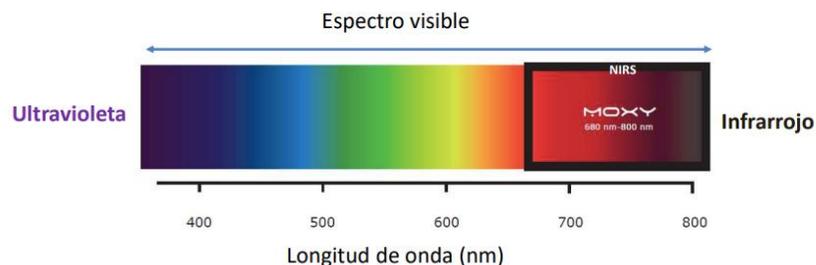


REDES DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS DEL DEPORTE 2024



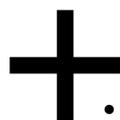
La espectroscopía de infrarrojo cercano (NIRS)

Técnica **no invasiva** que consiste en aplicar **radiación infrarroja** sobre una muestra que queremos analizar.



Tecnología se compone de un **emisor** que emite luz infrarroja con diferentes longitudes de onda y un **detector** que mide la cantidad de luz absorbida por las diferentes formas de hemoglobina y mioglobina (oxigenada y desoxigenada).

Factores que afectan a las mediciones de los dispositivos NIRS



- Lesiones de la piel, tatuajes...
- Entradas de luz indeseadas.
- Movimiento del dispositivo.



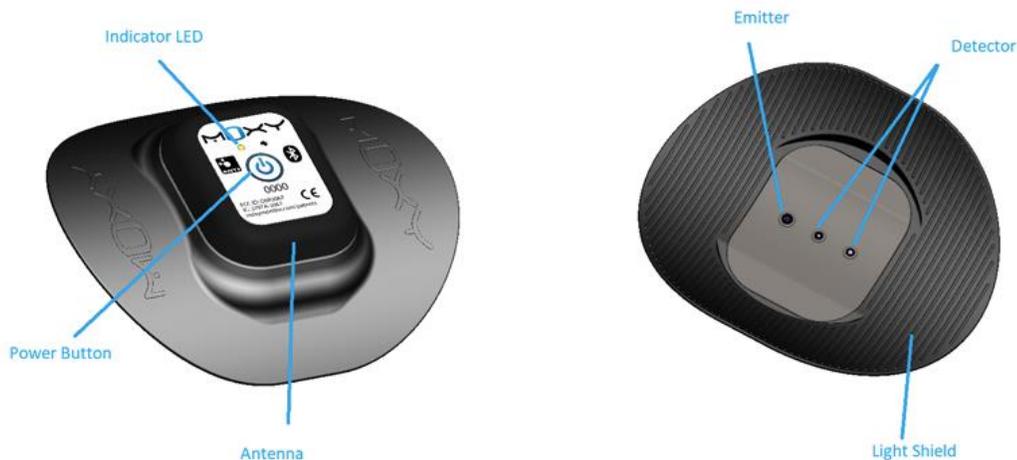


RED

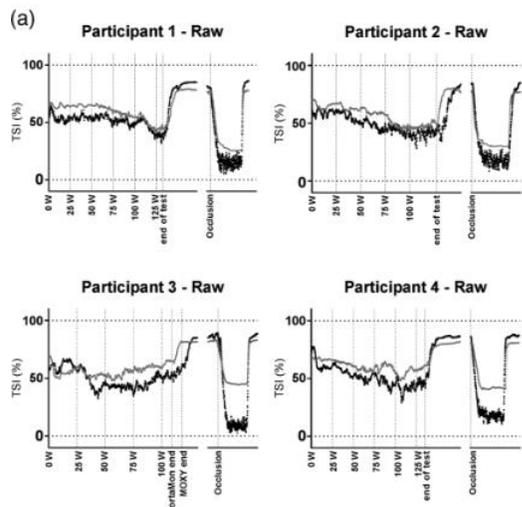
SynchroProject II: Alto rendimiento y salud en mujeres de natación artística



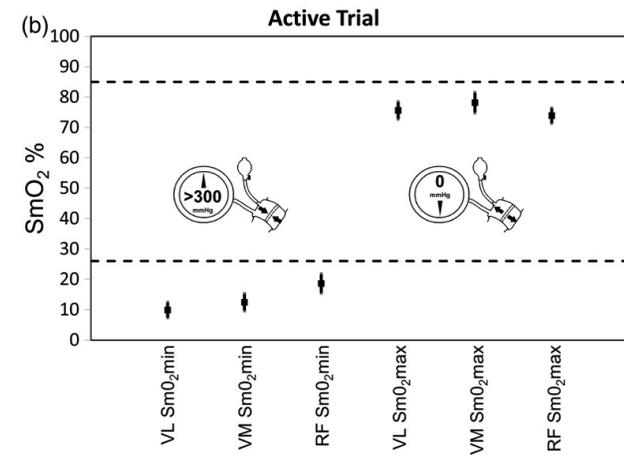
MOXY



Mide la saturación de oxígeno muscular (SmO_2) y el índice de hemoglobina total (ThB).



Comparación de MOXY con dispositivo PortaMon (McManus et al., 2018).



being measured.⁴³ Therefore, when comparing NIRS-derived values for SmO_2 against invasive measures of SvO_2 , the SmO_2 values cannot be higher than the measured value for SvO_2 . SmO_2 should be lower, as SvO_2 is a combination of venous blood returning from all tissue layers, including adipose and skin tissue; this is the premise of venous blood contamination, which will be discussed later. While this does not establish val-

Valores de SmO_2 medidos con MOXY se demostraron inferiores a valores de SvO_2 (Feldmann et al., 2019).





RED

SynchroProject II: Alto rendimiento y salud en mujeres de natación artística

inefc Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya

grceib
Grup de Recerca en Ciències de l'Esport INEFC Barcelona

MOXY en el medio acuático

* The sensor is simply attached with the standard adhesive - no need to place it into plastic. However, the data cannot transmit through the water, so it is downloaded from the sensor after the intervals for analysis.

! Análisis de los datos a posteriori



REDES DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS DEL DEPORTE 2024

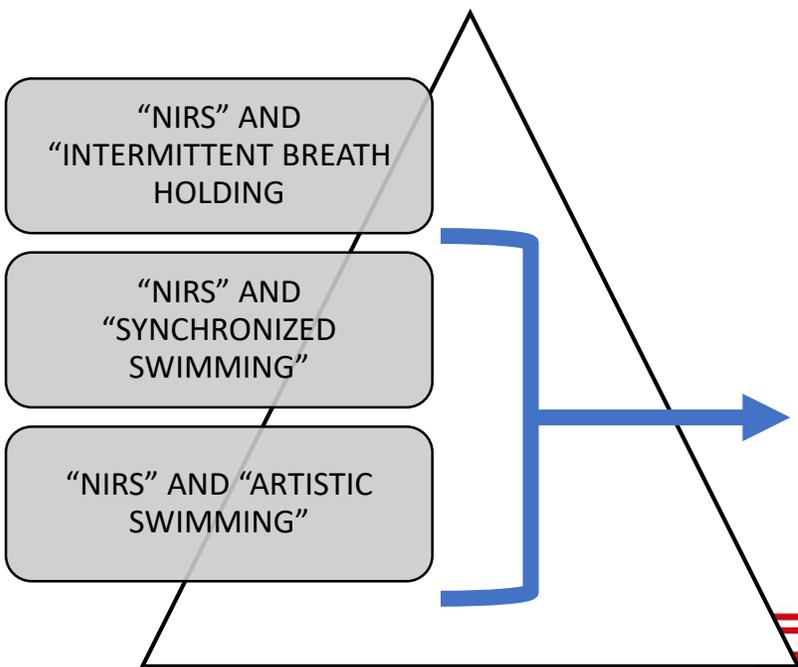




RED

SynchroProject II: Alto rendimiento y salud en mujeres de natación artística

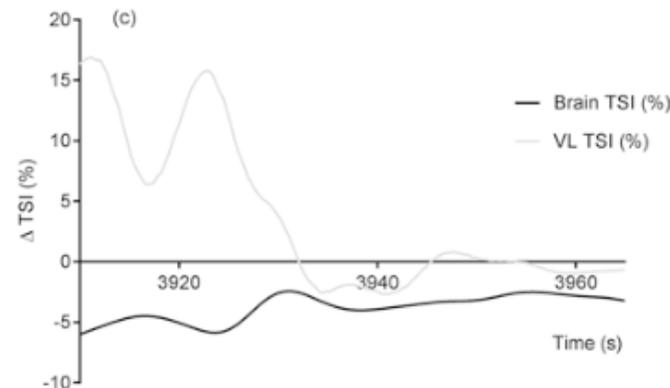
NIRS y natación artística



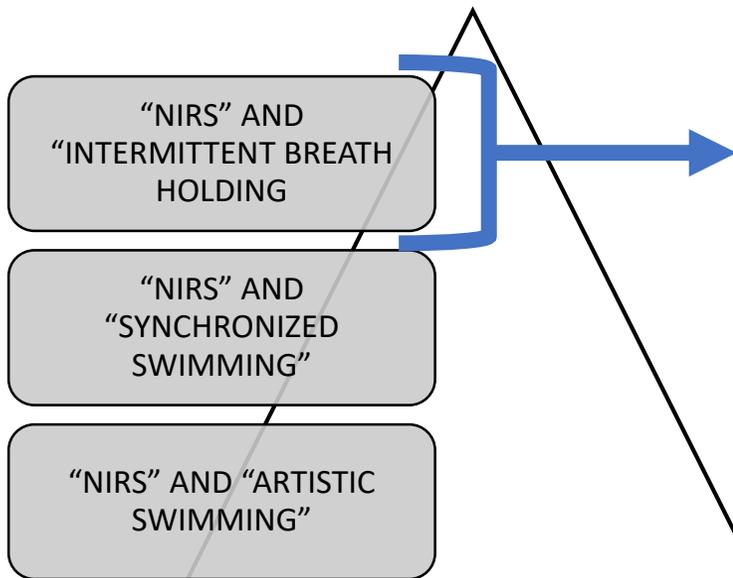
Near Infrared Spectroscopy (NIRS) Observation of *Vastus Lateralis* (Muscle) and *Prefrontal Cortex* (Brain) Tissue Oxygenation During Synchronised Swimming Routines in Elite Athletes

B. Jones and C. E. Cooper

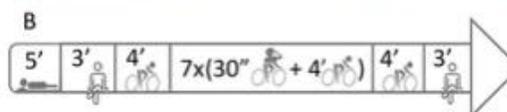
general trend was similar for all athletes). During swim sequences involving dynamic leg kicking exercise, the initial effect of each sequence is a rapid drop in tissue oxygen saturation (TSI) within the muscle. This is consistent with an initial constriction (drop in blood flow in the muscle) accompanied by an increase in oxygen consumption. Cerebral oxygenation remains largely unchanged during both maximal breath-hold and during vigorous exercise.



NIRS y apnea intermitente

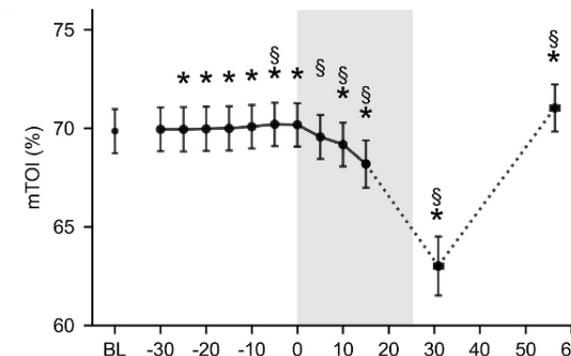
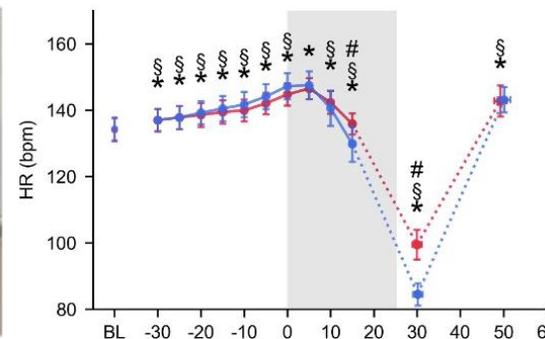


(Bouten et al., 2021)



Results: NIRS parameters showed acute changes to each BH episode in the IBH condition (Total-Hb and delta-Oxy-Hb decreased, deltaDeoxy-Hb increased). Accordingly, in the IBH condition, deltaOxy-Hb was lower (Conclusion: These results suggest that IBH during moderate-intensity exercise provokes consistent changes in muscle oxygenation, leading to lower tissue oxygenation. Our data also indicate that exercise with IBH induces higher BLa).

(Kume et al., 2013)



- Relación SmO₂ (%), FC (lpm).
- SmO₂ es útil para medir carga interna durante las fases de apnea.



RED

SynchroProject II: Alto rendimiento y salud en mujeres de natación artística

inefc Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya

grceib Grup de Recerca en Ciències de l'Esport INEFC Barcelona

Perfil fisiológico y natación artística

Physiological Responses in Relation to Performance during Competition in Elite Synchronized Swimmers

Lara Rodríguez-Zamora¹, Xavier Iglesias^{1*}, Anna Barrero¹, Diego Chaverri¹, Pau Erola², Ferran A. Rodríguez¹

¹INEFC-Barcelona Sports Sciences Research Group, Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya, Universitat de Barcelona, Barcelona, Spain, ²Departament d'Enginyeria Informàtica i Matemàtiques, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, Spain

Abstract

Purpose: We aimed to characterize the cardiovascular, lactate and perceived exertion responses in relation to performance during competition in junior and senior elite synchronized swimmers.

Methods: 34 high level senior (21.4±3.6 years) and junior (15.9±1.0) synchronized swimmers were monitored while performing a total of 96 routines during an official national championship in the technical and free solo, duet and team competitive programs. Heart rate was continuously monitored. Peak blood lactate was obtained from serial capillary samples during recovery. Post-exercise rate of perceived exertion was assessed using the Borg CR-10 scale. Total competition scores were obtained from official records.

Results: Data collection was complete in 54 cases. Pre-exercise mean heart rate (beats·min⁻¹) was 129.1±13.1, and quickly increased during the exercise to attain mean peak values of 191.7±8.7, with interspersed bradycardic events down to 88.8±28.5. Mean peak blood lactate (mmol·L⁻¹) was highest in the free solo (8.5±1.8) and free duet (7.6±1.8) and lowest at the free team (6.2±1.9). Mean RPE (0-10+) was higher in juniors (7.8±0.9) than in seniors (7.1±1.4). Multivariate analysis revealed that heart rate before and minimum heart rate during the routine predicted 26% of variability in final total score.

Conclusions: Cardiovascular responses during competition are characterized by intense anticipatory pre-activation and rapidly developing tachycardia up to maximal levels with interspersed periods of marked bradycardia during the exercise bouts performed in apnea. Moderate blood lactate accumulation suggests an adaptive metabolic response as a result of the specific training adaptations attributed to influence of the diving response in synchronized swimmers. Competitive routines are perceived as very to extremely intense, particularly in the free solo and duets. The magnitude of anticipatory heart rate activation and bradycardic response appear to be related to performance variability.

(Rodríguez-Zamora et al., 2012)



Article

Metabolic and Performance Responses to a Simulated Routine in Elite Artistic Swimmers

David J. Bentley^{1*}, Eric Viana¹ and Heather M. Logan-Sprenger^{1,2}

¹ Faculty of Health Science, Ontario Tech University, 2000 Simcoe Street North, Oshawa, ON L1G 0C5, Canada
² Canadian Sport Institute Ontario, 857 Morningside Avenue, Toronto, ON M1C 0C7, Canada
* Correspondence: bentley.dj@gmail.com

Abstract: The purpose of this investigation was to examine the interrelationship between time spent underwater (UW), movement frequency and accompanying blood acid base balance response. Elite artistic swimmers (n = 6) participated in the investigation and were all familiar with the testing procedures. All athletes completed the same choreographed artistic swimming routine. The routine was videoed and the number of movements during each 'lap' of the routine counted. Fingertip capillary blood samples were collected prior to the routine 60 sec post routine for pH, partial pressure of carbon dioxide (pCO₂), partial pressure of oxygen (pO₂), bicarbonate (HCO₃⁻) and potassium (K⁺), and lactate (La) concentration (mmol/L). On a separate day an incremental exercise test to exhaustion was performed on a cycle ergometer for determination of maximal oxygen uptake (VO₂max). Over half the routine was performed underwater (56 ± 4%). Aside from pCO₂ (-1.07 ± 12.29%, p = 0.686), there were significant changes in all variables measured from the BG analysis. VO₂peak was significantly correlated to total UW of the routine (r = -0.93; p = 0.007), as well as ΔPO₂ r = 0.47 and ΔHCO₃ r = 0.51. There was also a significant correlation between total UW and post routine pCO₂ (r = 0.86; p = 0.030). There was also a significant correlation between total movements during the routine and post pO₂ (r = -0.83; p = 0.044). These data show UW in combination with movement rate during a AS routine influence the metabolic response to the exercise. In addition, VO₂max represents an important performance variable influencing AS performance.

Keywords: fatigue; hypoxia; hypercapnia; performance; aerobic; athletes



Citation: Bentley, D.J., Viana, E., Logan-Sprenger, H.M. Metabolic and Performance Responses to a Simulated Routine in Elite Artistic Swimmers. Sports 2022, 10, 190.

(Bentley et al., 2022)



MINISTERIO DE EDUCACIÓN, FORMACIÓN PROFESIONAL Y DEPORTES

REDES DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS DEL DEPORTE 2024



Consejo Superior de Deportes



RED

SynchroProject II: Alto rendimiento y salud en mujeres de natación artística

inefc Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya

grceib
Grup de Recerca en Ciències de l'Esport INEFC Barcelona

Perfil fisiológico y natación artística

In conclusion, a 5-week TTP increased the technique scores obtained in a TR, but decreased on average the performance and the metabolic response in a 400-m swim. The metabolic response to the TR was equivalent to a 400-m swim, and the physiological profile of the swimmers was linked to the synchronized swimming performance. Hence, more effective training and coaching methods could be developed for synchronized swimmers although definitive conclusions cannot be drawn from this study.

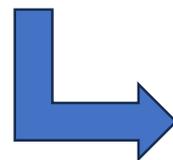
(Chatard et al., 1999)

1

El rendimiento en una rutina de natación artística correlacionó de forma significativa con el perfil fisiológico de las nadadoras.

2

Cinco semanas de trabajo predominantemente técnico mejoró el rendimiento en una rutina de equipo técnico, pero no así los parámetros que conformaban el perfil fisiológico.



- La especificidad es clave.
- Trabajar de forma predominantemente específica una rutina de natación artística no es suficiente para mejorar los factores fisiológicos que influyen en el rendimiento.



MINISTERIO DE EDUCACIÓN, FORMACIÓN PROFESIONAL Y DEPORTES

REDES DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS DEL DEPORTE 2024



Consejo Superior de Deportes



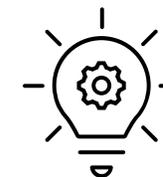
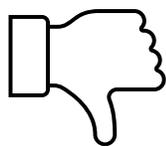
RED

SynchroProject II: Alto rendimiento y salud en mujeres de natación artística

inefc Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya

grceib Grup de Recerca en Ciències de l'Esport INEFC Barcelona

Perfil fisiológico y natación artística



Las evaluaciones necesarias para establecer el perfil fisiológico propuesto por Chatard requieren de una gran inversión de tiempo.

Necesitamos una tecnología que permita integrar la evaluación fisiológica durante la práctica deportiva.

Tecnología NIRS es la solución





RED

SynchroProject II: Alto rendimiento y salud en mujeres de natación artística

inefc Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya

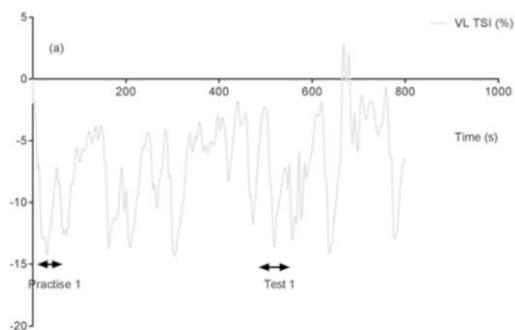
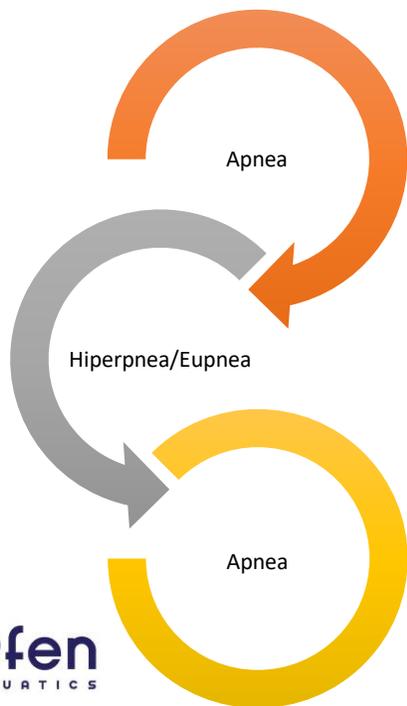
grceib
Grup de Recerca en Ciències de l'Esport INEFC Barcelona

NIRS y natación artística

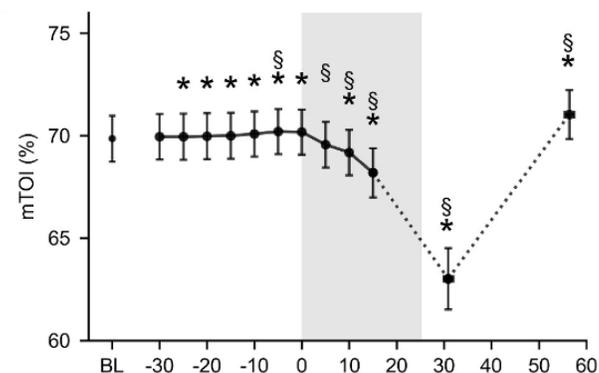
- 1 Estudio del comportamiento de la SmO_2 durante las rutinas de natación artística.
- 2 Diseño e implementación de una evaluación que permita predecir cuáles son las nadadoras susceptibles de sufrir desmayo.
- 3 Integración de la evaluación fisiológica en la práctica deportiva: ratio de desoxigenación y ratio de reoxigenación.



Monitorizar la SmO₂ durante rutinas de natación artística



Fluctuaciones en los niveles de SmO₂ en el VL durante una rutina (Jones & Cooper, 2018).



Reducción de los niveles de SmO₂ durante fases de apnea (Bouten et al., 2021)

Análisis de grupos musculares “principales” y “secundarios” durante rutinas de natación artística: describir y relacionar con parámetros fisiológicos ya estudiados.



RED

SynchroProject II: Alto rendimiento y salud en mujeres de natación artística

inefc Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya

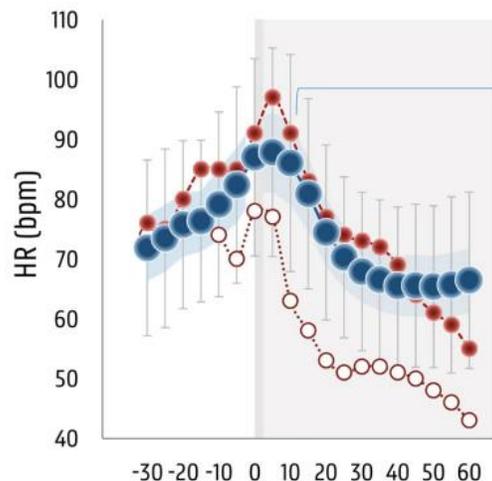
grceib
Grup de Recerca en Ciències de l'Esport INEFC Barcelona

NIRS y natación artística

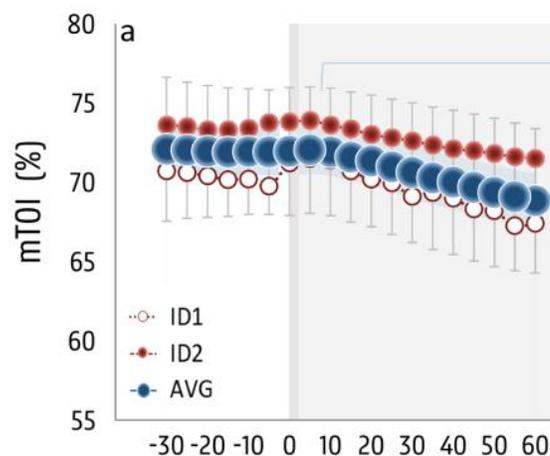
- 1 Estudio del comportamiento de la SmO_2 durante rutinas de natación artística.
- 2 Diseño e implementación de una evaluación que permita predecir cuáles son las nadadoras susceptibles de sufrir desmayo.
- 3 Integración de la evaluación fisiológica en la práctica deportiva: ratio de desoxigenación y ratio de reoxigenación.



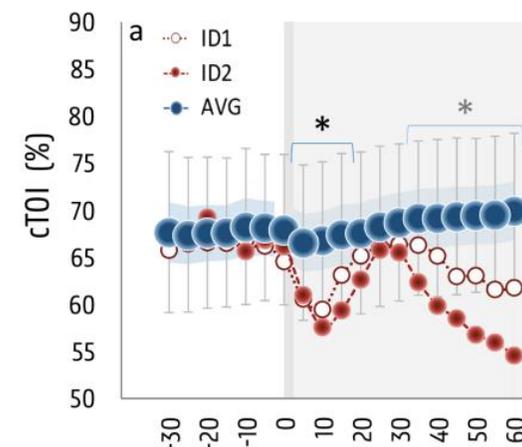
Hacia la prevención del “blackout” mediante la tecnología NIRS



Potente respuesta de bradicardia que les debería proteger



mTOI presenta dinámicas parecidas a las de los otros 29 sujetos.



cTOI presenta un comportamiento irregular, termina cayendo y coincide con mareo/síncope.



RED

SynchroProject II: Alto rendimiento y salud en mujeres de natación artística

inefc Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya

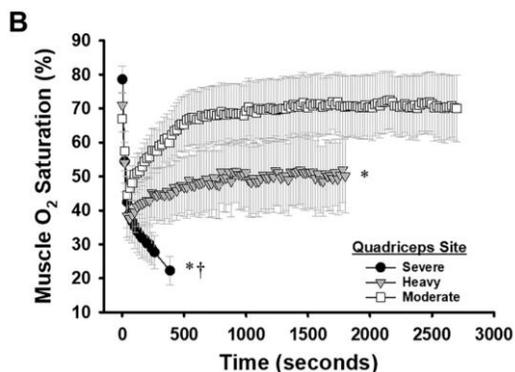
grceib
Grup de Recerca en Ciències de l'Esport INEFC Barcelona

NIRS y natación artística

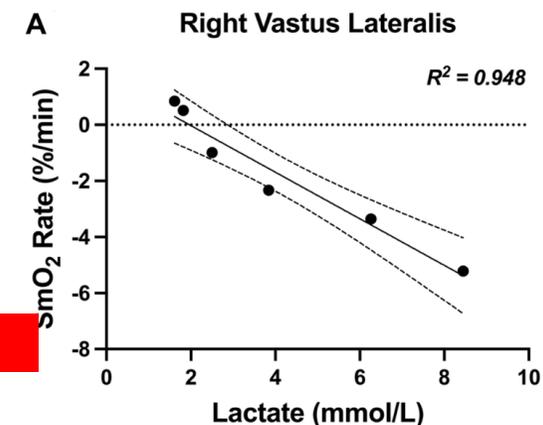
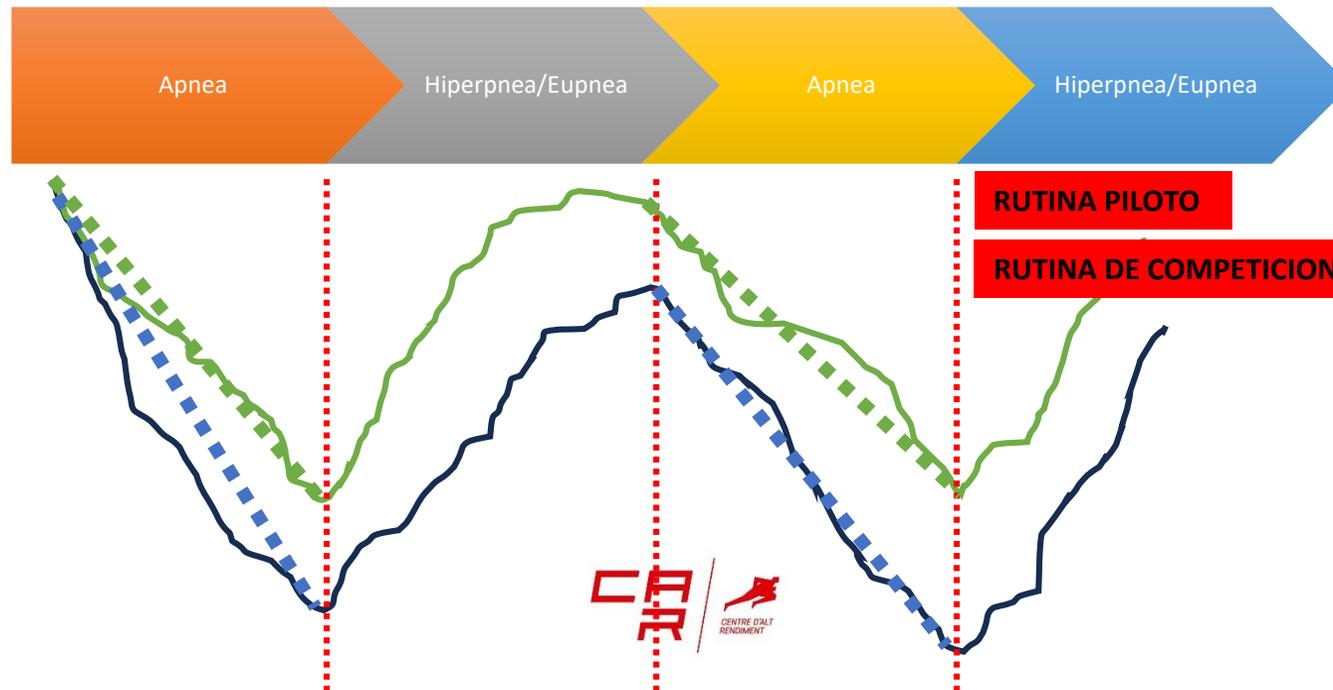
- 1 Estudio del comportamiento de la SmO_2 durante rutinas de natación artística.
- 2 Diseño e implementación de una evaluación que permita predecir cuáles son las nadadoras susceptibles de sufrir desmayo.
- 3 Integración de la evaluación fisiológica en la práctica deportiva: ratio de desoxigenación y ratio de reoxigenación.



Evaluación fisiológica: ratio de desoxigenación



La ratio de desoxigenación correlaciona con la intensidad relativa durante el ejercicio (Kirby et al., 2021).



La ratio de desoxigenación correlaciona con la acumulación de lactato (Batterson et al., 2023).





RED

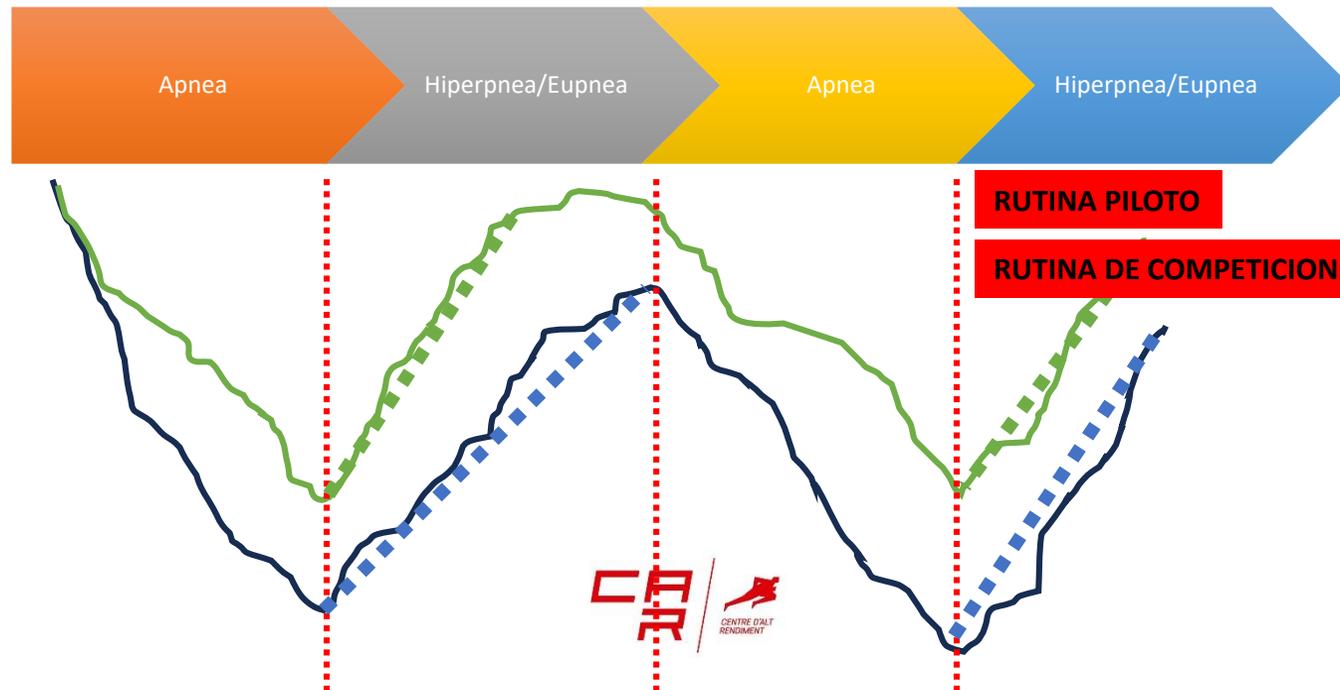
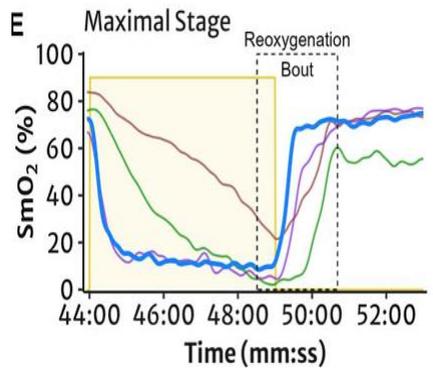
SynchroProject II: Alto rendimiento y salud en mujeres de natación artística

inefc Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya

grceib Grup de Recerca en Ciències de l'Esport INEFC Barcelona

Evaluación fisiológica: ratio de reoxigenación

El músculo principal (VL en ese caso) tuvo la reoxigenación más rápida a todas las intensidades en comparación con musc. accesorios (Arnold et al., 2024).



Una mejor ratio de reoxigenación ha sido asociada con:

- Una mejora de la resistencia.
- Con individuos con mejor forma física.





RED

SynchroProject II: Alto rendimiento y salud en mujeres de natación artística

inefc Institut Nacional
d'Educació Física
de Catalunya

grceib
Grup de Recerca
en Ciències de l'Esport
INEFC Barcelona

Conclusiones

La tecnología NIRS puede ayudar a:

- Entender de forma más profunda las demandas y adaptaciones fisiológicas de la natación artística (nivel sistémico – nivel local/muscular).
- Mejorar los procesos de evaluación del rendimiento deportivo en natación artística.
- Prevenir el desmayo durante la práctica de la natación artística.
- Individualizar el entrenamiento, dentro y fuera del agua.





RED

SynchroProject II: Alto rendimiento y salud en mujeres de natación artística

inefc Institut Nacional
d'Educació Física
de Catalunya

grceib
Grup de Recerca
en Ciències de l'Esport
INEFC Barcelona

Esta presentación forma parte de la RED SynchroProject II: Alto rendimiento y salud en mujeres de natación artística (Referencia: SYNCPROJECT - 99784), que ha sido financiada por el Consejo Superior de Deportes (Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes) a través del programa REDES de investigación en ciencias del deporte 2024



REDES DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS DEL DEPORTE 2024

