

Diseño de un test escalonado especial para evaluar capacidad aerobia en nadadores juveniles

Design of a special staged test to assess aerobic capacity in young swimmers



✉ Dra.C. María Elena González Revuelta ¹*, ✉ Ms.C. Yunia Castillo Liens ¹

<http://opn.to/a/cUxtC>

¹Instituto Nacional de Medicina Deportiva, La Habana, Cuba.

RESUMEN: Aunque la natación es un deporte de iniciación temprana, los estudios de control médico del entrenamiento en nadadores jóvenes no son frecuentes. El objetivo de la investigación fue diseñar un test escalonado para ser utilizado en el entrenamiento y evaluación de la capacidad aeróbica teniendo en cuenta las características funcionales y metabólicas de los nadadores adolescentes. Para su diseño, se utilizaron métodos teóricos y empíricos (observación y medición de la frecuencia cardíaca y el lactato), durante 8 semanas en etapa de preparación general de un macrociclo en 11 estudiantes de la Escuela Nacional de Natación. La aplicación del test al inicio de la etapa, permitió identificar de forma individualizada, los tramos en que se requería la intervención del profesor para modificar la intensidad de nado y propiciar el desarrollo de la capacidad aerobia. Al final de la etapa, el 55% de los atletas lograron evaluación satisfactoria de acuerdo con el comportamiento de la frecuencia cardíaca y el 100% de ellos alcanzaron las cifras de lactato establecidas en el Test Escalonado Especial, lo que habla a favor de un mejor nivel de ajuste de la intensidad de la natación para lograr el desarrollo de la capacidad aerobia.

Palabras clave: natación, test escalonado, natación juvenil, capacidad aerobia.

ABSTRACT: Although swimming is an early initiation sport, medical control studies of training in young swimmers are not frequent. The objective of this research was to design a step test taking into account the functional and metabolic characteristics of adolescent swimmers, to be used in training and evaluation of aerobic capacity at these ages. For its design, theoretical and empirical methods (observation and measurement of heart rate and lactate) were used, during 8 weeks in the general preparation stage of a macrocycle in 11 students of the national swimming school. The application of the test at the beginning of the stage, allowed to identify in an individualized way, the sections in which the intervention of the teacher was required to modify the intensity of swimming and promote the development of aerobic capacity. At the end of the stage, 55% of the athletes achieved satisfactory evaluation according to the behavior of the heart rate and 100% of them reached the lactate figures established in the special step test, which speaks in favor of a better level of Swimming intensity adjustment to achieve aerobic capacity development.

Key words: swimming, step test, youth swimming, aerobic capacity.

INTRODUCCIÓN

La natación es un deporte de iniciación temprana. Su práctica debe hacerse de manera sistemática, planificada y controlada debido a la complejidad de las técnicas de nado, garantizándose así que el deportista desarrolle condiciones morfofuncionales adecuadas, aumente sus reservas cardiopulmonares y mejore la circulación periférica para lograr un buen desarrollo físico, en el que se propicie su potencial

genético y, por ende, un mejor rendimiento deportivo.

En este deporte, para conseguir el máximo rendimiento, uno de los factores determinantes es conocer las posibilidades y ritmo de desarrollo de las capacidades físicas, (Navarro, 2003 y Zaldívar, 2000), lo que permitirá llevar a cabo acciones planificadas y dirigidas como parte del proceso educativo formativo del entrenamiento en estas edades tempranas (Álvarez, Morales, Artiles, 2012).

*Autor para correspondencia: María Elena González Revuelta. E-mail: marielenagonzales@gmail.com

Recibido: 24/01/2020

Aceptado: 29/04/2020

De ahí la necesidad de realizar estudios morfofuncionales en niños y adolescentes, que constituyen la reserva deportiva, lo que permitirá elevar la calidad del control médico del entrenamiento en estas edades.

Por otro lado, no es menos cierto que, aun cuando existe a nivel nacional un Programa de preparación integral del deportista de natación ([INDER. Comisión Nacional de Natación 2017-2020](#)), donde se pautan los diferentes métodos y procedimientos que deben ser realizados con estos atletas, los mismos están sustentados principalmente en la evaluación de indicadores pedagógicos; pero no biomédicos, por lo que resulta de vital importancia tomar en consideración la necesidad de incorporar a este programa otros métodos que permitan relacionar el rendimiento deportivo de los atletas con el estado de su capacidad funcional. ([León, 2018](#), [Anillo, R, Villanueva E, García , O. 2016](#)).

Las posibilidades generales y específicas de adaptación del organismo del deportista se comprueban con ayuda de las pruebas funcionales (test), que se ejecutan como parte del control biomédico del entrenamiento y permiten determinar el estado funcional del organismo en general, y sus posibilidades de adaptación, en respuesta al entrenamiento ([Karpman, 1989](#)).

Las autoras asumen, para la realización del test, como forma de control estandarizada, los criterios metrológicos relacionados con la estandarización, el sistema de evaluación, la confiabilidad y el nivel de evaluación expuestos por [Zatsiorski \(1989\)](#).

En la literatura hay publicados diversos trabajos que abordan en alguna medida el control biomédico del entrenamiento en nadadores élite, tales como los de: [Salazar-Lioggi dice, Arroyo y Pérez \(2006\)](#), [Staviraneas y Stepenson \(2007\)](#), [Hernández, Sánchez y García \(2016\)](#); sin embargo, no son frecuentes estudios como los de [Triposkiadis \(2002\)](#), [García \(2003\)](#), realizados en niños y jóvenes a pesar de que en estas edades el control médico del entrenamiento resulta crucial, por ser este un deporte de iniciación temprana.

Por otra parte, aun cuando existen diversos test escalonados de cargas progresivas para evaluar la condición aerobia en los nadadores adultos y de élite, [Castañón \(2003\)](#); [Pyne, Maw y Goldsmith, \(2000\)](#), los niños no deben ser evaluados por los mismos test que se usan para los adultos, por tener particularidades morfofuncionales diferentes. Hasta la fecha de la investigación, las autoras no pudieron hallar en la literatura revisada test biomédicos específicos para evaluar la adaptación funcional a las cargas de entrenamiento aerobio en niños y adolescentes nadadores; o sea, no encontraron test que midieran variables fisiológicas y metabólicas tales como la frecuencia cardíaca y el lactato. Lo antes expuesto caracteriza la situación problemática que sirvió de motivación para esta investigación cuyo objetivo fue diseñar un test escalonado especial (TEE) que pueda ser utilizado para evaluar la capacidad aerobia en nadadores adolescentes además de permitir la posibilidad de ir reajustando las velocidades de nado durante la etapa de preparación física general de un macrociclo de entrenamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trata de un estudio pre-experimental, longitudinal de corte transversal, realizado durante la etapa de preparación general, del curso 2018-2019, llevado a cabo con 11 nadadores de edad cronológica promedio de 13 años pertenecientes a la Escuela Nacional de Natación de Ciudad de La Habana.

Para su realización se emplearon métodos del nivel teórico y empírico.

Los primeros permitieron el análisis de la evolución y desarrollo de las investigaciones realizadas en torno a los test escalonados, tomando como punto de partida, las características de aquellos que se utilizan en los nadadores adultos para evaluar las diferentes esferas funcionales, y a partir de estos, llegar a emitir juicios y criterios para su adaptación y aplicación a niños y jóvenes, en dependencia de sus características fisiológicas y metabólicas.

Lo anterior permitió inferir las características que debía tener el test escalonado en los niños y adolescentes para cumplimentar el objetivo propuesto, así como deducir las posibles respuestas que se producirían de forma tal que el test escalonado especial propuesto contribuyera al perfeccionamiento del proceso de control médico del entrenamiento deportivo en estas edades.

Al inicio de la etapa se realizaron pruebas con diferentes características en cuanto a la intensidad de nado, a los efectos de seleccionar la intensidad más adecuada para el desarrollo de la capacidad aerobia de acuerdo a la edad. Este procedimiento permitió tomar decisiones en cuanto a la estructura definitiva del test, en aspectos como los porcentajes de frecuencia cardíaca con relación a la predicha a la que deberían nadar, y los valores de lactato que no debían ser sobrepasados para poder entrenar la capacidad aerobia.

Como se infiere de lo antes expresado también fue necesario llevar a cabo métodos empíricos, entre ellos: la observación del desarrollo de las pruebas, la medición de variables como frecuencia cardíaca y las concentraciones de lactato, entonces a partir de ello, realizar los ajustes necesarios hasta

llegar al diseño definitivo que será explicado en el acápite de resultados (Ver [figura 1](#)).

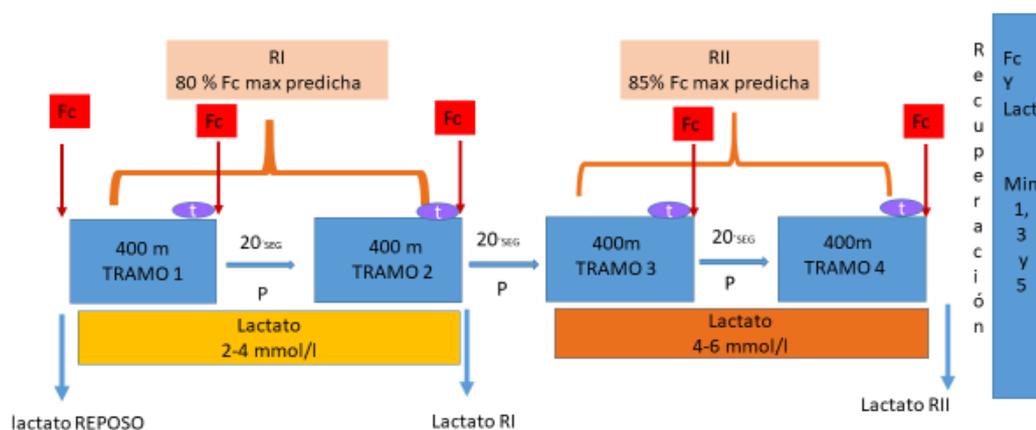
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El TEE se diseñó para nadar 4 tramos de 400 metros estilo libre con 20 segundos de descanso entre ellos; estos se agruparon funcionalmente en dos escalones, que se debían nadar a velocidad progresiva; los dos primeros tramos (primer escalón) a velocidad correspondiente a zona subaerobia (RI), del test de intensidades progresivas, donde las cifras de lactato deben mantenerse entre 2 y 4 mmol/l. y los dos últimos tramos (segundo escalón) que corresponden a la zona supraaeróbica (RII), donde las concentraciones de lactato deben mantenerse entre 4 y 6 mmol/l. ([Álvarez y Hernández, 2005](#)), ([Wolo, 2015](#)), ([Navarro, Oca, 2013](#)).

La zona RI se corresponde con el desarrollo de la resistencia básica.

Entrenar en esta zona contribuye desde el punto de vista fisiológico a desarrollar el sistema cardiorrespiratorio, así como a preservar las reservas de glucógeno, aumentando el nivel de oxidación de ácidos grasos. Además, conforme el atleta mejora su forma física, podrá aprovechar también los beneficios de nadar a una velocidad que le permita ejecutar los movimientos de forma

Diseño del test escalonado especial



Fuente: Elaboración propia de las autoras
Figura 1. Test escalonado especial: sus características

correcta, permitiéndole mejorar su técnica. ([Álvarez, y Hernández, 2005](#)), (Wolo, 2015), ([Navarro, Oca, 2013](#)), ([González, 2018](#))

Entrenar en Zona RII contribuye a consolidar las adaptaciones fisiológicas y metabólicas que se producen al entrenar en zona RI, además al mismo tiempo que aumenta la densidad mitocondrial y la capacidad mitocondrial para metabolizar moléculas de ácido pirúvico, contribuye a retrasar la aparición de la fatiga y de ahí el efecto de desplazar a la derecha el momento de aparición del umbral anaeróbico, por lo que también contribuye a mejorar la capacidad aerobia ([Álvarez y Hernández, 2005](#)), ([Navarro, Oca, 2003](#)), ([González, 2018](#))

Aun cuando entre los 10 y 12 años se puede desarrollar la resistencia aeróbica, hay que tener mucho cuidado de respetar el tiempo de duración y la intensidad de las cargas aplicadas, sobre todo a partir de los 13 años de edad ya que la etapa entre los 13 -14 años es un período crítico en el que no solamente no mejoran su progresión en el desarrollo de la resistencia sino que incluso la pueden empeorar, aun entrenándola sistemáticamente. Este fenómeno conocido como "fatiga fisiológica" coincide con el período de la máxima aceleración de la madurez sexual ([Palau, 2005](#)).

Las intensidades de nado para las zonas de RI y RII se fijaron al 80 y 85% de la frecuencia cardíaca máxima predicha (como indicador de la intensidad máxima de nado), teniendo en cuenta los elementos reportados en la bibliografía revisada con relación al entrenamiento en niños ([García, 2005, 2012, 2007](#)), ([Navarro y Oca, 2003](#)), ([Navarro, 2007](#)), ([Dietrich, Klaus, Lehnertz, 2001](#)), ([Martin, 1998](#)).

La frecuencia cardíaca máxima predicha se estimó utilizando la fórmula de Tanaka 2001, muy relacionada con la edad ($r=0,90$), sin estar influenciada por el sexo ni por la condición física. (Pereira, Boada, Jaimes, Melo, Niño, 2016)

Este test escalonado especial se diferencia del test escalonado tradicional que se realiza en nadadores élite, en que solo incluye el

trabajo en 2 zonas: la subaerobia y la supraeróbica, excluyendo la zona de máximo consumo de oxígeno (R III), por considerar que esto podría constituir un esfuerzo muy grande para niños por debajo de los 15 años de edad debido al fenómeno de "fatiga fisiológica" más arriba comentado ([Palau, 2005](#)), ([Pancorbo, Blanco, 1990](#)), ([Zaldívar, 2000](#)), (Oca, 2001) y en los que además, la capacidad de producir ácido láctico se encuentra limitada debido a la insuficiente maduración y número de las enzimas relacionadas con los sistemas anaerobios de producción de energía ([Karpman, 1989](#)), ([Álvarez, 2005](#)), ([García, 2012](#)) y ([Anillo, Villanueva, y García, 2016](#)).

La realización del test incluye la toma de frecuencia cardíaca, al igual que las de concentraciones de lactato en sangre, como indicadores funcionales de la aptitud cardiovascular y de la condición metabólica respectivamente, parámetros que deben ser bien controlados. La frecuencia cardíaca se determina mediante la toma del pulso radial y sus valores se expresan en latidos/min. Se registra después de 10 minutos de reposo en decúbito supino, así como en los primeros 10 segundos, (y multiplicándose este valor por 6 para obtener la frecuencia cardíaca en un minuto.), al finalizar de cada uno de los cuatro tramos del test. La determinación de lactato se realiza durante el reposo y en los primeros 15 segundos al final del segundo y cuarto tramos del test. Para la determinación de lactato se utiliza una gota de sangre capilar obtenida mediante punción del pulpejo de un dedo de la mano con una lanceta desechable y su aplicación sobre una tira de prueba de lactato. Para la lectura del resultado se utiliza un Analizador Portátil Accusport con un Rango de Medición entre 0,8 mmol/L - 22 mmol/L de lactato.

Si la frecuencia cardíaca o las concentraciones de lactato, o ambas, arrojan valores fuera del rango establecido para cada tramo, el test se deberá evaluar de NO SATISFACTORIO.

El test se basa en el principio de la correlación lineal existente entre el incremento de la velocidad de nado y el

incremento de la frecuencia cardíaca, indicador de la intensidad del trabajo que se está realizando, y también con el incremento de las concentraciones de lactato en sangre como indicador de los metabolitos energéticos que se están utilizando para la ejecución del trabajo. ([García, 2012](#); [Álvarez y Hernández, 2005](#); [Barbany, 2006](#); [Calderón, 2006](#))

Por lo antes expuesto, el test diseñado da la posibilidad de entrenar la capacidad aerobia, debido a que establece rangos de frecuencia cardíaca que deben ser alcanzados en dependencia de la velocidad a la que se nade y además, permite evaluar el comportamiento individual de los nadadores a través del macrociclo, lo que le brinda al entrenador la posibilidad de introducir correcciones a las intensidades de nado en cada tramo para lograr este objetivo.

Aunque este artículo solo ha tenido como objetivo dar a conocer las características del TEE diseñado, resulta interesante referir los resultados derivados de su aplicación en los 11 nadadores que participaron del estudio: al inicio de la etapa el 100% de los nadadores fueron evaluados de mal por el comportamiento de la frecuencia cardíaca y un 27% por arrojar además, valores de lactato entre 6 y 7 mmol/l. Los análisis individualizados de la frecuencia cardíaca y de las cifras de lactato arrojadas por cada estudiante durante la realización del test, permitió al profesor identificar en cada uno de ellos, los tramos de nado en los que se requería su intervención para que, modificando la intensidad de nado se lograra inducir modificaciones de la frecuencia cardíaca y las concentraciones de lactato, dentro de las zonas preestablecidas en el Test Escalonado Especial, y así propiciar el desarrollo de la capacidad aerobia, lográndose a las 8 semanas que un 55% de ellos obtuvieran una evaluación satisfactoria en base al comportamiento de la frecuencia cardíaca y que el 100% lograra las cifras de lactato exigidas en la metodología del TEE, lo que habla a favor de un mejor nivel de ajuste de la intensidad de nado y, con ello, de

la frecuencia cardíaca y el lactato para lograr el desarrollo de la capacidad aerobia.

CONCLUSIONES

El protocolo diseñado permite entrenar la capacidad aerobia de los jóvenes nadadores, tomando como punto de partida o referencia los valores de frecuencia cardíaca y de lactato que se producen durante la ejecución de un test inicial para luego introducir las correcciones pertinentes a la intensidad de nado y contribuir a que dichas variables alcancen valores que se ubiquen dentro de los rangos preestablecidos para el desarrollo de esta capacidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, J. A. y Hernández, L. (2005). Control Médico de la Natación. Monografía. La Habana, Cuba: Instituto de Medicina del Deporte.
- Álvarez, P.M., Morales, Á.A., Artiles, D.L. (2012) OLIMPIA. Revista de la Facultad de Cultura Física de Granma. Vol. IX No. 32, julio-diciembre 2012. ISSN 1817-9088
- Anillo, R., Villanueva, E., García, O. (2016). La Medicina del Deporte, un pilar del rendimiento deportivo. 1ra Edición. La Habana, Cuba: Editorial Deportes.
- Barbany, J. R. (2006). Fisiología del ejercicio físico y el entrenamiento. 2da Edición. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Calderón, M. F. (2006). Fisiología aplicada al deporte. Armenia: Editorial Kinesis.
- Camarero G.S. y col. (2000). Perfil antropométrico en las pruebas de libres (infantiles y juniors). España: Universidad de Valencia. Instituto Valenciano de Educación Física. p. 5.
- Castañón, J. (2003). Test 7x200: Un buen método para el control y las prescripciones de entrenamiento. Asociación Española de Técnicos de Natación, España. Disponible en: <http://www.aetn.es/files/20034-06.pdf>
- Dietrich, M, Klaus, C, Lehnertz, K. (2001). Manual de metodología del entrenamiento

- deportivo. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- García, A. (2003). Aptitud física, maduración y morfología en niños y jóvenes nadadores. Venezuela: Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales
- García, M., Verdugo, D. (2012). Bases del entrenamiento en niños y jóvenes. España: Universidad de Santiago de Compostela.
- García, M. (2007). Metodología para el desarrollo de la resistencia en niños. Tomo IX. 3. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- García, M. y Landa, L. (2005). Resistencia y entrenamiento. Una metodología práctica. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- González, R. (2018). Fisiología del Ejercicio: Respuestas y adaptaciones provocadas por el ejercicio físico y el entrenamiento. 1ra Edición. La Habana, Cuba: Editorial Deportes.
- Hernández, G., Sánchez, O., Garcia, V. (2016) Modelo comportamental para el control de los nadadores de resistencia EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, Año 20, N° 214.
- INDER. (2017-2020). Natación: Programa de Preparación del Deportista. La Habana, Cuba
- Karpman, U. L. (1989). Medicina Deportiva. 4ta Edición. La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación.
- León, S. (2018). Temas de Morfología y Biomecánica Deportiva. 1ra Edición. La Habana, Cuba: Editorial Deportes .
- Martín, A.R. (1998). Desarrollo de la Resistencia a la velocidad para jóvenes. Apunts de Medicina de L Sport Vol XXV. Issue 97 pag 163-170
- Navarro, F. (2003). Propuesta de la Planificación del entrenamiento en agua en los nadadores jóvenes. España: Facultad de Ciencias del deporte de Toledo. Universidad de Castilla La Mancha.
- Navarro, F. y Oca, A. (2003). El entrenamiento del nadador joven. Madrid: Editorial Gymnos.
- Navarro, F. (2007). La iniciación deportiva y la planificación del entrenamiento. La Habana, Cuba: Editorial Deportes.
- Palau, X. (2005). Entrenabilidad de la Resistencia en edades tempranas. <http://www.efdeportes.com> Revista digital. Buenos Aires. Año 10, N° 88, Septiembre 2005.
- Pancorbo A., Blanco J. (1990). Consideraciones sobre el entrenamiento deportivo en la niñez y adolescencia Archivos de Medicina del Deporte Formación Continuada. Volumen VII. Numero 27 Págs. 309-314
- Pyne D., Maw G. and Goldsmith W. (2000), Protocols for the Physiological Assessment of Swimmers. In: Gore C (ed) "Physiological Tests for Elite Athletes", Published for the Australian Sports Commission by Human Kinetics Publishers, Champaign Illinois pp. 372-382.
- Salazar-Lioggiodice M., Arroyo E. y Pérez B. (2006). Anthropometric characteristics and skeletal maturity of male Venezuelan swimmers. Invest Clin. 47(2): 143-154.
- Staviraneas, S. y Stepenson, A. (2007) Lactate testing revisited: A reliable indicator of training progress for all swimmers. Int J Appl Res and Edu in Acquatic Activities. 1(1) 8-16.
- Zaldívar, I. R. (2000). Proyecto nadadores siglo XXI. Tomo V. Cuba. Editorial Deportes.
- Zatsiorski, V.M. (1989). Metrología deportiva: fundamentos de la teoría de las pruebas y evaluaciones. La Habana: Pueblo y Educación.

Conflictos de intereses: Las autoras declaran no presentar conflictos de intereses

Contribución de las autoras: Concepción de las ideas: María Elena González Revuelta, Obtención de los datos: Yunia Castillo Liens, Elaboración del artículo: María Elena González Revuelta y Yunia Castillo Liens, Revisión crítica del documento: María Elena González Revuelta

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)