

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 1 de 22

FECHA miércoles, 29 de noviembre de 2017

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
 BIBLIOTECA
 Ciudad

UNIDAD REGIONAL	Extensión Soacha
TIPO DE DOCUMENTO	Trabajo De Grado
FACULTAD	Ciencias Del Deporte Y La Educación Física
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Especialización
PROGRAMA ACADÉMICO	Especialización Procesos Pedagógicos del Entrenamiento Deportivo

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
ROJAS VARGAS	MARGARITA ROSA	65.770.062

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*



**MACROPROCESO DE APOYO
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

**CÓDIGO: AAAR113
VERSIÓN: 3
VIGENCIA: 2017-11-16
PAGINA: 2 de 22**

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
CAVIATIVA CASTRO	YANETH PATRICIA
BELTRAN RODRIGUEZ	JOSE DIEGO

TÍTULO DEL DOCUMENTO

VALORACION DEL UMBRAL ANAEROBICO POR MEDIO DE UN TEST INCREMENTAL Y PRUEBA DE LACTATO EN SANGRE A NADADORES JUVENILES

SUBTÍTULO

(Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía

ESPECIALISTA EN PROCESOS PEDAGOGICOS DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO

21/10/2017

NÚMERO DE PÁGINAS

12

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)

ESPAÑOL	INGLÉS
1. <i>Lactato</i>	<i>Lactate</i>
2. <i>Test Incremental</i>	<i>Incremental Test</i>
3. <i>Sangre</i>	<i>Blood</i>
4. <i>Nadadores</i>	<i>Swimmers</i>
5. <i>Zonas de entrenamiento</i>	<i>Training zone</i>
6. <i>Umbral</i>	<i>Threshold</i>

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 3 de 22

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS (Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

Los nadadores de alto rendimiento requieren una adecuada planificación de las cargas de entrenamiento para mejorar los resultados (reducir tiempos). Dentro de las variables que ayudan a determinar las intensidades de entrenamiento se encuentran, la Frecuencia Cardíaca, el umbral de Lactato, el umbral ventilatorio, el VO₂ máximo entre otros. Para esta investigación se midió el comportamiento del lactato en sangre con un test incremental en campo, en piscina de 25 m. El test consistió en nadar 7 series de 200 metros, donde la intensidad aumentaba en cada serie (protocolo establecido), cada nadador nadó en su estilo principal y entre cada serie la frecuencia cardíaca y los valores del lactato sanguíneo fueron medidos. El objetivo de este estudio fue evaluar el umbral anaeróbico (umbral de Lactato) de nadadores juveniles Elite, para conocer zonas de intensidad del entrenamiento. Se evaluaron 4 hombres 6 mujeres con un promedio de edad media de 14,9 años ($\pm 1,8$) y un IMC promedio de 20 ($\pm 1,7$).

Los resultados mostraron el valor del umbral anaeróbico para cada uno de los nadadores, el cual se situó a partir de la quinta serie (1000 metros) en un promedio de 4,6 mmol/l, el cual según la teoría revalida que el umbral de Lactato se dispara a partir de los 4 mmol/l. Asimismo, este promedio ratifica la teoría de que cuanto menor es la cantidad de lactato producido y mayor el nivel de intensidad alcanzado, mayor es la capacidad aeróbica.

High performance swimmers require an adequate planning of training loads to improve results (reduce times). Among the variables that help determine training intensities are: heart rate, lactate threshold, ventilatory threshold, maximum VO₂ among others. For this investigation, the behavior of blood lactate was measured with an incremental test in the field, in a pool of 25 m. The test consisted of swimming 7 series of 200 meters, where the intensity increased in each series (established protocol), each swimmer swam in his/her main style and between each series the heart rate and blood lactate values was measured. The objective of this study was to measure the anaerobic threshold (Lactate threshold) of juvenile Elite swimmers, to know areas of training intensity. Four men and six women were evaluated with an average age of 14.9 years (± 1.8) and an average BMI of 20 (± 1.7).

The results showed the value of the anaerobic threshold for each of the swimmers, which was placed from the fifth series (1000 meters) with an average of 4.6 mmol / l, which according to the theory revalidates that the threshold of Lactate is triggered from 4 mmol / l. Likewise, this average confirms the theory that the lower the amount of lactate produced and the greater the level of intensity achieved, the greater the aerobic capacity.



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 4 de 22

AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son: Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 5 de 22

contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

SI ___ NO X.

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 6 de 22

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 7 de 22

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el “Manual del Repositorio Institucional AAAM003”

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

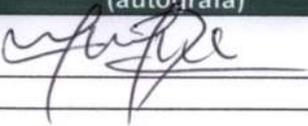
Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. VALORACION DEL UMBRAL ANAEROBICO POR MEDIO DE UN TEST INCREMENTAL Y PRUEBA DE LACTATO EN SANGRE A NADADORES JUVENILES. PDF	TEXTO
2.	
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:



**MACROPROCESO DE APOYO
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

**CÓDIGO: AAAr113
VERSIÓN: 3
VIGENCIA: 2017-11-16
PAGINA: 8 de 22**

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafa)
MARGARITA ROSA ROJAS VARGAS	

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16 PAGINA: 9 de 22

Valoración del umbral anaeróbico por medio de un test incremental y prueba de lactato en sangre a nadadores juveniles.

Margarita R. Rojas¹

¹Universidad de Cundinamarca, extensión Soacha Cundinamarca

Abstract: High performance swimmers require an adequate planning of training loads to improve results (reduce times). Among the variables that help determine training intensities are: heart rate, lactate threshold, ventilatory threshold, maximum VO₂ among others. For this investigation, the behavior of blood lactate was measured with an incremental test in the field, in a pool of 25 m. The test consisted of swimming 7 series of 200 meters, where the intensity increased in each series (established protocol), each swimmer swam in his/her main style and between each series the heart rate and blood lactate values was measured. The objective of this study was to measure the anaerobic threshold (Lactate threshold) of juvenile Elite swimmers, to know areas of training intensity. Four men and six women were evaluated with an average age of 14.9 years (\pm 1.8) and an average BMI of 20 (\pm 1.7). The results showed the value of the anaerobic threshold for each of the swimmers, which was placed from the fifth series (1000 meters) with an average of 4.6 mmol / l, which according to the theory revalidates that the threshold of Lactate is triggered from 4 mmol / l. Likewise, this average confirms the theory that the lower the amount of lactate produced and the greater the level of intensity achieved, the greater the aerobic capacity.

PALABRAS CLAVE

Test incremental, lactato, nadadores, zonas de entrenamiento, sangre, umbral.

KEYWORDS

Incremental test, lactate, swimmers, training zones, blood, threshold.

1 Introducción

La Natación se originó por la necesidad del hombre de dominar el agua y servirse de ella. La natación es una de las actividades de ocio más populares en el mundo, sus beneficios cardiovasculares se recomiendan para mejorar la salud y la condición física.

La Natación de carreras es un deporte Olímpico, en donde hay varios estilos para desplazarse dentro del agua, a nivel competitivo se utilizan los estilos la mariposa, la espalda, la braza (o pecho) y el crol o estilo libre, existe otra prueba que combina todos los cuatro estilos, todos ellos están regulados por el reglamento internacional de natación FINA. (En francés, Fédération internationale de natation, www.fina.org), En natación, se compete individualmente y en equipos en

pruebas de relevos. Las competencias de natación se realizan en piscinas de 25 metros o 50 metros (olímpica) debidamente reglamentada para poder validar las marcas o records que se realicen.

En Colombia la Natación es un deporte federado, lo rige la Federación Colombiana de Natación (FECNA), la FECNA a su vez se rige por las normas FINA (Federación Internacional). La natación es un deporte de especialización temprana, los niños ya empiezan a participar desde los 7-8 años en festivales. A nivel Colombiano se empieza a competir en semillero menor de 10 años, Infantil 10 y 11 años y juvenil I 12 a 14 años juvenil 2 de 14 a 17 años; A partir de los 12 años ya hay competencias a nivel Nacional; esto implica o requiere proceso de entrenamiento adecuado desde edades tempranas trabajando

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co
NIT: 890.680.062-2

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 10 de 22

las capacidades acordes a las necesidades de la natación, de la forma correcta en cada etapa de su desarrollo. (E Ruiz 2001)

El entrenamiento deportivo “es el proceso de adaptación del organismo a todas las cargas funcionales crecientes, a mayores exigencias en la manifestación de la fuerza y la rapidez, a la resistencia y a la flexibilidad, la coordinación de los movimientos y la habilidad, a más elevados esfuerzos volitivos y tensiones síquicas y a muchas otras exigencias de la actividad deportiva”. Ozolin (1983). Teniendo en cuenta el anterior concepto se puede decir que, si no se planifica apropiadamente en edades juveniles (14-17 Años), ya en edad adulta es más difícil potencializar un nadador, el cual no alcanzara su máximo rendimiento. Para la planificación de las cargas de entrenamiento, los entrenadores se apoyan, además de los propios resultados o tiempos que tienen los nadadores, en la realización de test específicos, que miden diferentes variables, en esta investigación se aplicó los test que miden en nivel del lactato en sangre, los cuales evidencian la intensidad del esfuerzo durante la aplicación de la prueba. En natación se aplican test incrementales, durante los cuales gradualmente se va aumentando la carga, como el test 5X100, 7X200, 5X400, 3X800, etc. esto depende de si el nadador es fondista o velocista, y la prueba en la que compite. (Díaz 2010). Entre cada serie se toma el nivel de lactato y la FC, para su posterior análisis, el cual indicara la zona de entrenamiento y la capacidad aeróbica de cada nadador. En Colombia algunos entrenadores tienen acceso a este tipo de test, con ayuda del departamento médico de su departamento y para deportistas que están vinculados en programas específicos de rendimiento, por ejemplo el UCAD (Unidad de Ciencias aplicadas al deporte) del instituto distrital de recreación y deporte en Bogotá. También las universidades sus estudiantes aplican estos test, como parte de sus proyectos de investigación. (Remolina 2015).

Investigaciones sobre el tema de lactato en deportistas se encuentran muchos, concretamente en la Universidad Estatal Paulista (UNESP) en Brasil 2014, investigaron la variación del lactato en un periodo de

entrenamiento de 12 semanas en 8 nadadores con mínimo dos años de entrenamiento; el test consistió en nadar 5 series de 200m con descansos de 1 minuto, y las pruebas se tomaron en tres momentos. La conclusión fue que el LTM (lactate minimum test) se puede utilizar para medir capacidad aeróbica y para prescribir entrenamiento aeróbico y anaeróbico en programas de natación.

Otro estudio lo realizaron (Sperlich, Mester, Zinner, Malte y Wahl) en Alemania 2001, titulado comparación entre diferentes protocolos de evaluación por etapas en natación de elite. Evaluaron 10 nadadores con el test de 7X200, 5X200 y 5X3minutos, y compararon los resultados del comportamiento del lactato donde concluyeron que los test con protocolos de distancia constante (7X200) arrojan velocidades superiores contrario a los de duración constante (5X3 minutos).

Por las conclusiones de los estudios ya mencionados se escogió el test 7X200 metros del fisiólogo David Pyne.

El objetivo de este estudio es valorar el umbral anaeróbico según el comportamiento del lactato en sangre obtenido en el test de 7X200m, para conocer las zonas de entrenamiento de cada nadador y así orientar al entrenador en la planificación de las cargas de entrenamiento.

2 Reservas de energía

El cuerpo humano necesita energía para realizar cualquier movimiento, especialmente los gestos deportivos dependen de la capacidad de los músculos para extraer energía de los nutrientes de la alimentación (Proteínas, carbohidratos y grasas). Los músculos no pueden extraer directamente la energía útil para su contracción a partir de los alimentos. (Díaz 2010) El compuesto ATP, o adenosintrifosfato es un intermediario entre la energía liberada por los alimentos y la energía necesaria para la contracción del musculo, cuya ruptura libera la energía que la célula muscular puede utilizar inmediatamente para contraerse. Todas las células del cuerpo disponen de una determinada concentración de ATP para la vida celular, por tanto, la célula muscular dispone de cierta



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 11 de 22

cantidad de ATP para sus funciones. (López Chicharro 2006).

El ATP tiene tres mecanismos para liberar energía: 1- La resíntesis de ATP o sistema de los fosfagenos, el cual a través de la fosfocreatina, según Chicharro se utiliza en la contracción muscular al inicio de la actividad y durante ejercicios explosivos, muy breves y de elevada intensidad, ejercicios que no duran más de 5 segundos, a partir de acá empieza la glucólisis anaeróbica.

2- Mediante el proceso de glucólisis anaeróbica con la transformación del glucógeno muscular en lactato: en este proceso se descompone la glucosa para la producción de ATP y sucede en el citoplasma de la célula; por cada mol de glucógeno se produce ácido láctico y solamente 3 moles de ATP. No obstante, en presencia de oxígeno, el ácido pirúvico se convierte en un compuesto llamado acetilcoenzima A que será utilizado para el metabolismo mitocondrial u oxidativo.

3- A partir de la fosforilación oxidativa o sistema aeróbico, donde en presencia de oxígeno los hidratos de carbono, proteínas y grasas sufren combustión y se obtienen productos de desecho CO_2 y H_2O y energía libre. (López Chicharro 2006)

3 Ácido Láctico y Lactato

El lactato fue descubierto por Carl Wihelm en 1780 en la leche, y posteriormente en 1808 se descubrió en el musculo esquelético. El musculo en el cuerpo humano es el principal productor de lactato además de los glóbulos rojos. En condiciones de reposo siempre hay lactato en el cuerpo pues además del musculo, el corazón, la piel y el cerebro utilizan el lactato para procesar energía. Por lo tanto se puede decir que el lactato es un combustible o una forma de transportar energía en el cuerpo humano.

El metabolismo del lactato empieza con la glucólisis (ruptura de la glucosa). La glucosa (principal fuente de energía del cuerpo) se convierte en ácido pirúvico y la obtención de lactato depende si hay presencia de oxígeno o no; sin oxígeno el ácido pirúvico se convierte en ácido láctico, fisiológicamente se disocia en

ion lactato y un hidrogenión. (López Chicharro 2006). En este momento ya es lactato, el cual es un producto de la glucólisis anaeróbica. La cantidad de lactato depende de la intensidad del ejercicio, y los iones del lactato o hidrogeniones son los causantes del dolor muscular o fatiga. (Díaz 2010). Como ya se mencionó anteriormente sin presencia de oxígeno se denomina glucólisis anaeróbica, Con presencia de oxígeno o glucólisis aeróbica (método oxidativo) el ácido pirúvico no sufre transformación y pasa directamente a la mitocondria (Organelo celular), para continuar con el metabolismo aeróbico.

Es muy normal confundir los términos ácido láctico y lactato, que no son el mismo compuesto. (Álvarez J. 2014). Primero se forma el ácido láctico y después el lactato. El ácido láctico es un ácido orgánico de tres carbonos, uno de los cuales forma el único grupo carboxilo de la molécula. El ácido láctico es la forma molecular, por tanto tiene protonado (adicción de un protón) su carboxilo (COOH), mientras que el lactato presenta ionizado dicho grupo funcional (COO^-) por la liberación del hidrógeno en forma de hidrogenión (H^+). (Mendoza A. 2008). Cuando el ácido láctico libera H^+ , el compuesto restante se une con Na^+ o K^+ para formar una sal. La glucólisis citoplasmática produce ácido láctico, pero se disocia rápidamente y se forma la sal (lactato). (Álvarez J. 2014). El lactato se produce principalmente en las fibras musculares y en los glóbulos rojos. El lactato puede aumentar sus niveles en sangre, pero así mismo se puede volver a reutilizar, este metabolismo lo realiza el hígado a través de la glucogenólisis donde convierte el lactato en ácido pirúvico nuevamente para su reutilización, por otros músculos menos implicados en el esfuerzo físico del momento.

En condiciones normales, el valor de referencia para el lactato en sangre es inferior a 2.2 mmol/l (Guevara, Díaz y Galán 2010). Durante el ejercicio, la concentración de lactato puede incrementarse desde un nivel medio de 0.9 mmol/l hasta 12 mmol/l. La concentración de lactato aumenta cuando la tasa de producción supera la tasa de eliminación. (Guevara, Díaz y Galán 2010). Su acumulación puede provocar



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 12 de 22

una importante disfunción celular y orgánica de todos los sistemas del organismo dando lugar a un cuadro metabólico denominado acidosis láctica. (Guevara, Díaz y Galán 2010)

Independientemente de la intensidad del ejercicio, el ácido láctico siempre se va a producir y metabolizar, otra situación es que se acumule o no. (Díaz 2010) La tasa de producción de ácido láctico se va haciendo mayor que la tasa de eliminación a medida que se incrementa la intensidad de la carga por encima del umbral anaeróbico, este umbral es una zona de trabajo de entrenamiento.

4 Zonas de Trabajo

La natación de carreras es un deporte mixto, los nadadores procesan su energía en condiciones aeróbicas y anaeróbicas dependiendo de las pruebas y estilo a nadar. Esta demanda energética hace que la célula metabolice la glucosa (hidrato de carbono) y estos procesos químicos dependen del nivel de exigencia del esfuerzo físico.

La intensidad del ejercicio se caracteriza por ser una medida cualitativa y no cuantitativa del esfuerzo, (Díaz 2010) por lo anterior se han establecido escalas de percepción (Borg) que indican el grado de esfuerzo que el deportista está entrenando. Sin embargo, el lactato puede convertirse en una medida cuantitativa y de carácter objetivo en cuanto a la intensidad del esfuerzo realizado, en la medida que refleja los procesos involucrados en el metabolismo muscular. (Díaz 2010).

Teniendo en cuenta la acumulación de lactato se identifican los umbrales aeróbico y anaeróbico. Wassermann (1967) define el umbral anaeróbico como la intensidad del ejercicio por encima de la cual empieza a aumentar de forma progresiva la concentración del lactato en sangre, a la vez la ventilación se intensifica con respecto al oxígeno consumido. Por tanto el umbral aeróbico es la constante donde se mantienen los niveles de lactato en sangre durante el esfuerzo físico. Esto significa que un deportista puede entrenar a intensidades altas sin que se le dispare los procesos anaeróbicos, lo que es importante para llegar a la final fe cualquier esfuerzo de mediano o larga

duración. Una vez conocido el umbral anaeróbico del deportista, se puede planificar la intensidad del entrenamiento: Si se planifica por encima del umbral anaeróbico el entrenamiento será predominantemente láctico, y por debajo del umbral anaeróbico el entrenamiento será predominantemente aeróbico o intensidad moderada.

5 Test Incrementales

Son ampliamente utilizados para evaluar diferentes capacidades del deportista, y se aplican en el lugar de entrenamiento o competencia y según la temporada o ciclo de entrenamiento. Los test incrementales permiten determinar el umbral anaeróbico individual (UAI), en una prueba donde se va incrementado gradualmente la velocidad o la distancia, al mismo tiempo se controla la FC y se toman pruebas de lactato en sangre. El test incremental 7X200, lo creo el fisiólogo Australiano David Pyne (Naone A. 2015), se realizan 7 series de 200m en el estilo principal de cada nadador, en cada serie el nadador debe nadar más rápido, según un protocolo de tiempos ya establecido. Daid Pyne realizó un estudio (Monitoreo del umbral lactato en nadadores de clasificación mundial), a 8 hombres 4 mujeres entre 20-27 años, en cuatro momentos durante 8 meses en 2001. Utilizó el test 7x200 y la conclusión fue que a pesar de que hubo mejoras en la velocidad de nado y mejora en la tolerancia al lactato, esto no se relacionó con el rendimiento en competencia.

6 Entrenamiento de la Natación

La Carga de entrenamiento está considerada como el conjunto de exigencias mecánicas, biológicas y psicológicas, inducidas por las actividades de entrenamiento y competición, que provocan un estado de desequilibrio en el organismo del atleta (González-Badillo & Ribas Serna, 2002). Los tres principales componentes que definen y condicionan esta Carga de entrenamiento son el Volumen, la Intensidad. El correcto manejo o planificación de estas variables, puede producir unos efectos y adaptaciones muy diferentes sobre el desarrollo de las distintas capacidades físicas condicionales del nadador.



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 13 de 22

La Natación tiene como objetivo fundamental el desarrollo de la resistencia, la cual debe entrenarse a la par con la técnica, la velocidad y la fuerza. Los contenidos del entrenamiento para un nadador tienen características específicas de volumen, intensidad e intervalos de descanso, los cuales ayudaran en la adaptaciones fisiológicas, morfológicas que mejoran el rendimiento del nadador (Navarro 2011).

Como dentro de esta investigación el objetivo es determinar el umbral anaeróbico de cada nadador con el fin de conocer las zonas de trabajo; estas zonas de trabajo son principalmente las aeróbicas y anaeróbicas las cuales ayudan al desarrollo de la resistencia del nadador.

La resistencia aeróbica está determinada por

- Suministro de energía económico y ligero.
- Una buena recuperación después de los esfuerzos, lo que reduce el riesgo de lesiones.
- Consumo máximo de oxígeno elevado, este depende de la capacidad del sistema respiratorio (volumen minuto, capacidad de difusión) y cardiovascular (Volumen minuto cardiaco, cantidad de sangre, contenido de hemoglobina).
- La capacidad de los músculos para aprovechar el oxígeno. Esto dependerá del grado de capilarización, el tamaño y número de las mitocondrias, la capacidad enzimática aeróbica, el tamaño de los depósitos de glucógeno, el contenido de la mioglobina de los músculos y la proporción de los distintos tipos de fibras.
- La economía del desarrollo de los movimientos, esto quiere decir que con una buena técnica se retrasa la aparición de la fatiga.

Para la planificación del entrenamiento de la resistencia los autores Pallarés, JG; Morán-Navarro, R. en el 2012, realizan una clasificación de zonas de intensidad así:

R1 Umbral Aeróbico:

El Umbral Aeróbico es aquella intensidad de esfuerzo en la que el metabolismo aeróbico se hace insuficiente por sí sólo para satisfacer las demandas energéticas del tejido muscular activo y, en consecuencia, es necesario recurrir a las fuentes anaeróbicas adicionales de suministro energético (Holloszy & Coyle, 1984). La intensidad del Umbral Aeróbico (R1) se localiza en la mayor parte de los sujetos entrenados entre el 65-75% del VO_{2max} y entre el 75-85% de su Umbral Anaeróbico. El entrenamiento continuado sobre esta intensidad (R1) produce prioritariamente mejoras en la eficiencia aeróbica así como una optimización de la oxidación de grasas y un aumento de sus depósitos en el interior de la fibra muscular en forma de triglicéridos intramusculares (IMTG).

R2 Umbral Anaeróbico:

El Umbral Anaeróbico es la zona o intensidad de transición aeróbica-anaeróbica en la que el oxígeno suministrado a los músculos que se ejercitan no resulta suficiente para cubrir las necesidades de energía, por lo que la glucólisis anaeróbica comienza a intervenir de manera relevante como proveedora de ATP (Mora-Rodríguez, 2009). El entrenamiento continuado sobre esta intensidad (R2) produce prioritariamente mejoras en la oxidación del glucógeno y un aumento de sus depósitos, así como un aumento de la difusión pulmonar, y una mejora de la volemia, del volumen sistólico y por ende del gasto cardiaco máximo (García-Pallarés & Izquierdo, 2011).

R3 y R3+ Consumo máximo de oxígeno o VO_{2max} :

El VO_{2max} se define como la cantidad más elevada de oxígeno que el organismo es capaz de absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo (Fernández-Vaquero, 2008). El entrenamiento periodizado sobre esta zona (R3 y R3+) produce mejoras en la capacidad de soportar esfuerzos en condiciones próximas o iguales al VO_{2max} mediante diferentes adaptaciones periféricas como un aumento de la densidad capilar, densidad mitocondrial y un incremento de las enzimas oxidativas y de las



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 14 de 22

reservas de glucógeno muscular (García-Pallarés & Izquierdo, 2011).

R4 Capacidad Anaeróbica Láctica:

La Capacidad Anaeróbica Láctica se define como la cantidad total de ATP que puede resintetizar la vía glucolítica en un esfuerzo de máxima intensidad hasta el agotamiento (Calbet, 2008). El entrenamiento sobre esta zona (R4) requiere que el sujeto realice cargas de trabajo a una intensidad considerablemente superior al $VO_2\max$ (105-120% $VO_2\max$), generando a largo plazo mejoras en la tolerancia a la acidosis metabólica elevada, aumentos de la capacidad glucolítica, así como incrementos en las reservas energéticas de ATP, CP y glucógeno muscular.

R5 Potencia Anaeróbica Láctica:

La Potencia Anaeróbica Láctica se define como la cantidad máxima de ATP resintetizada en la glucolisis anaeróbica por unidad de tiempo (Calbet, 2008). El entrenamiento sobre esta zona (R5) requiere que el deportista realice cargas de trabajo a una intensidad aproximada del 120-140% del $VO_2\max$, generando como principales adaptaciones a medio-largo plazo una optimización de la actividad de las enzimas glucógeno fosforilasa y fosfofructoquinasa (PFK), retraso en la caída del pH intramuscular (capacidad tampón o Buffer), un incremento importante de las reservas de fosfágenos de alta energía (ATP y CP), y por lo tanto una mejora en la tasa de producción de energía por la vía glucolítica (Calbet, 2008).

R6 Potencia Anaeróbica Aláctica:

Se define como la máxima cantidad de ATP resintetizado por unidad de tiempo, vía metabolismo energético anaeróbico, pero sin producción de lactato (Calbet, 2008). Este entrenamiento mejora la tasa de producción de energía anaeróbica glucolítica y aláctica, aumento de los depósitos de fosfágenos de alta energía, así como diferentes adaptaciones neuromusculares relacionadas con varias manifestaciones de la fuerza y la velocidad gestual.

Para una mejor orientación y comprensión de los contenidos del entrenamiento de la

resistencia de un nadador Fernando Navarro los clasifica así:

Entrenamiento aeróbico ligero:

También denominado entrenamiento de umbral aeróbico o entrenamiento de la resistencia básica. Navarro también lo llama umbral mínimo (U_{min}), donde se utiliza una concentración de lactato próximo a 2mm/l. El objetivo del entrenamiento aeróbico ligero (AEL) es utilizar de forma económica y estable la capacidad aeróbica en periodos largos de tiempo, también utilizar las grasas como fuente de energía y ahorrar suministro de glucógeno. Esto significa nadar distancias largas a velocidad moderada y descansos reducidos, el estilo generalmente en crol pues es menos exigente. El consumo de oxígeno debe estar aproximadamente entre el 60% del $VO_2\max$. La frecuencia cardiaca se debe trabajar entre 40-50 pulsaciones por debajo de la frecuencia cardiaca máxima del nadador. La velocidad de nado se utiliza entre el 70-75% de la marca que el nadador tiene en 200 metros. La percepción en la escala de Borg se puede utilizar como indicador de fatiga, la cual debería estar entre 10-12 aproximadamente durante un trabajo de AEL. Dentro de este tipo de entrenamiento se utilizan dos métodos, continuo en el cual se nada un determinado tiempo o distancia de forma continuada sin descanso ni pausas; e interválico que consiste en nadar elevados volúmenes mediante repeticiones de distancias intercaladas con breves descansos. Las características para estos entrenamientos serían:

- Mínimo: 20 minutos; Máximo: > 2 horas (para nadadores de gran fondo).
- Descansos cortos (0:05-0:30), según la distancia que se repita.
- Repetir distancias de 50 m y superiores.
- Volumen de la serie: 2000-8000 metros.
- Esfuerzos de intensidad baja a media (entre U_{min} y UL)

Entrenamiento aeróbico Medio

Durante un ejercicio o carga de entrenamiento de velocidad moderada de larga duración la intensidad aumenta por lo que el nivel de lactato empieza a subir (UL= Umbral del Lactato), a 1mmol/l por encima de la concentración en



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 15 de 22

reposo, pero los proceso de remoción del lactato también aumentan su velocidad, esto permite que se llegue a un estado estable de la concentración de lactato en sangre (Máximo lactato en estado estable, MLEE). Según lo anterior el entrenamiento AEM abarca el entrenamiento en intensidades por encima del Umbral de lactato (UL) y hasta el máximo lactato en estado estable (MLEE). El UL se considera como el punto de inflexión en el que el lactato empieza a aumentar de forma notable, luego se llega al estado estable del lactato en sangre. El MLEE sería la intensidad máxima en la que se puede sostener la concentración de lactato en estado estable, es decir, cuando el incremento en la producción de lactato no llega ya a ser compensado por los procesos de eliminación y la concentración de lactato en sangre aumentaría continuamente hasta la fatiga.

El objetivo fisiológico principal es mejorar la velocidad del nadador en esta zona, lo que supondría nadar más rápido sin acumular lactato y/o mejorar la velocidad del nadador de modo que los valores de consumo de oxígeno a velocidades de UL y el MLEE se aproxime al VO_{2max} . Generalmente oscilará entre el 70 y el 90%. Los valores de la frecuencia cardiaca deberían estar entre 25 40 pulsaciones por debajo de la FC máxima. En la escala de Borg la percepción del esfuerzo debe estar entre 12 y 16. En cuanto a la utilización de los depósitos de energía el glucógeno muscular se agota en un 60% a los 45 minutos nadando en velocidad del umbral anaeróbico. Para mejorar el entrenamiento aeróbico medio también se utiliza método continuo y método intervalico en condiciones similares al AEL, la diferencia es que la intensidad será más alta para que se cumpla las pautas arriba mencionadas.

Entrenamiento aeróbico Intenso

Navarro este entrenamiento también lo denomina entrenamiento de la resistencia aeróbica mixta aeróbica-anaeróbica, abarca los esfuerzos por encima del máximo lactato en estado estable (MLEE) hasta el alcance del VO_{2max} , es decir cuando el incremento en la producción del lactato no llega a ser compensado por los procesos de eliminación y

la concentración de lactato en sangre aumentaría continuamente hasta la fatiga. Los objetivos en esta zona de entrenamiento pueden ser dos (Navarro), se puede utilizar para estimular el máximo consumo de oxígeno (potencia aeróbica) y se puede entrenar para aumentar el tiempo de mantenimiento en VO_{2max} . (Capacidad aeróbica). Fisiológicamente se caracteriza por la frecuencia cardiaca casi máxima o máxima, sensible aumento de la frecuencia respiratoria, lactato entre 4 a 7 mmol/l (más bajo en fondistas), se utiliza principalmente glucógeno muscular. Este tipo de resistencia se mejora principalmente con métodos fraccionados utilizando preferentemente el estilo principal del nadador. Hay autores (Chollet y Mujika) que recomiendan la metodología del entrenamiento para la mejora del VO_{2max} señalando diversas tareas de entrenamiento con distancias de 50 a 400 metros, con intensidades entre la velocidad correspondientes a la de máximo lactato en estado estable y la velocidad media calculada del tiempo personal en 200 metros, un volumen entre 1000 y 2000 metros y unos intervalos de descanso cortos de 10 segundos entre distancias cortas y de 60 segundos en distancias largas. Navarro plantea tres opciones para entrenar el AEI:

Opción 1 (AEI1).- Trabajo entre intensidades superiores a las correspondientes al MLEE hasta cercanas al VO_{2max}

Opción 2 (AEI2).- Trabajo en intensidades en la que se alcanza el VO_{2max} . Esta intensidad es conocida como Velocidad Aeróbica Máxima (VAM) o Potencia aeróbica máxima (PAM).

Opción 3 (AEI3).- Trabajo en el que se intenta sostener la intensidad en VO_{2max} ($T_{VO_{2max}}$).

Resistencia Anaeróbica:

El esfuerzo se realiza con mayor intensidad, lo que implica utilización de fuentes energéticas anaeróbicas (sistema ATP-PCr y sistema glucolítico). Las intensidades del entrenamiento serán por encima de la velocidad crítica (La V_{crit} se define como la mayor velocidad de nado (V_n) que puede ser sostenida por un largo periodo de tiempo sin producir



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 16 de 22

extenuación (Wakayoshi y col., 1992) o velocidad aeróbica máxima (VAM) o VO_2 max. El principal objetivo de este entrenamiento es aumentar la capacidad para producir energía anaeróbica, esto depende de las enzimas glucolíticas y de la capacidad de tolerancia al lactato de los músculos. Para Navarro la fatiga que experimentan los nadadores no es la producción de lactato, es la acumulación del protón (H^+) y disminución del pH celular (acidosis metabólica), el organismo trata de mantener el pH dentro de los valores normales (7.35 y 7.45), cuando son inferiores a 7.35 es acidosis, esto disminuye la glucólisis y hace enlentecer al nadador. (Robergs 2001). El lactato por su parte puede ser reutilizado en el ciclo de producción de energía a través de los músculos y del torrente sanguíneo. Con el entrenamiento anaeróbico el objetivo es el aumento en la amortiguación del ion H^+ . Entrenar a altas intensidades genera altas concentraciones de lactato que ayudan al organismo a que se acostumbre al aumento de H^+ en los músculos y mejore la capacidad de amortiguar el ácido (“capacidad tampón”). Para Weston la capacidad tampón muscular es la habilidad de una sustancia tampón para resistir cambios en el pH y puede mejorarse con el entrenamiento de alta intensidad. Sin los sistemas de energía anaeróbicos, la potencia máxima y las velocidades elevadas serían imposibles, ya que los músculos no tendrían de un suministro de energía lo suficientemente rápido. (Navarro 2011). Si un nadador es velocista el nadador necesita hacerse más anaeróbico.

De acuerdo a lo anterior Navarro propone dos pautas para el entrenamiento de la resistencia anaeróbica:

- Entrenamiento de lactato máximo (LMX):

Con este entrenamiento de alta intensidad aumentan las concentraciones del sistema de energía ATP-Cr y glucolítico, el cual permite un suministro más rápido de energía en ejercicios de alta intensidad como lo son los 50 y 100 metros en natación. Las pautas son esfuerzos de 20-45 segundos, con periodos de descanso largos para permitir la eliminación del

lactato en sangre, con volúmenes totales de 400 metros.

- Entrenamiento de tolerancia al lactato (TOLA): Consiste en mantener un esfuerzo de predominio anaeróbico (acidosis muscular) el mayor tiempo posible, sin reducción de rendimiento mecánico, lo que quiere decir tolerancia a la acidosis (Demenice 2007). Este tipo de entrenamiento es importante para los nadadores de 200 y 400 metros y complementaria para los de 800 y 1500 metros. Los esfuerzos serían entre 45 segundos y 1:30 minutos, esto estimulará la tolerancia al lactato y así aminorar el efecto de la acidosis. El volumen total no debe superar los 1000 metros, la velocidad de nado se desarrolla entre el 90-95% de su marca según la distancia a nadar, o sobre el tiempo la marca de los 200 metros para distancias menores a los 400 metros.

Siguiendo con los lineamientos del entrenamiento aeróbico, el autor Mazza J, propone en 1986 las siguientes zonas de entrenamiento:

Entrenamiento Regenerativo:

Trabaja entre el 60 y 80% de intensidad, tiempo de 20 a 30 minutos, se utiliza en ejercicios de vuelta a la calma (afloje) y sirve para remoción del lactato residual.

Área funcional subaeróbica:

Se entrena entre el 77 al 82% de intensidad, de 50 a 60 minutos, de 2 a 3 mmol/l de lactato, es el entrenamiento que genera más potencia de remoción de lactato residual acumulado, permite entrenar más volúmenes de entrenamiento.

Área funcional superaeróbica:

Entrenamiento de 30 a 45 minutos de una intensidad moderada entre 80 a 85% y de 4 a 7 mmol/l. Aumenta marcadamente los mecanismos de producción-remoción de lactato. Se usan ejercicios de intervalos con pausas moderadas.

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 17 de 22

Area funcional de consumo máximo de Oxígeno:

Entrenamientos de 15 a 20 minutos de duración, intensidad cercana al máximo estímulo de VO_2 , intensidad entre 83 al 90% y lactato entre 7 a 10 mmol/l, entrenamientos con intervalos con pausas de 1 a 3 minutos.

7 Metodología

Esta investigación se desarrolló bajo un estudio cuantitativo descriptivo; cuantitativo porque se va a medir una variable (lactato) que arroja valores numéricos para analizar; y descriptivo porque estos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis, es decir miden, evalúan, o recolectan datos sobre diversos conceptos (variables), aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar. (Hernández et al, 2006. P, 81).

Fase 1:

Se escogió la población la cual es un grupo de 10 nadadores juveniles elite del club compensar en la ciudad de Bogotá, 4 hombres, 6 mujeres con edad media 14,9 años ($\pm 1,8$), estatura media de 170,5 cm ($\pm 8,2$), peso corporal medio de 57,7 Kg ($\pm 7,5$), y IMC promedio de 20 ($\pm 1,7$). La población investigada cumplió con los siguientes criterios de inclusión: nadadores juveniles del club compensar entre 12 y 18 años de edad, con mínimo 3 años de entrenamiento continuo, han participado en competencias nacionales con resultados entre los cinco primeros puestos. El periodo de entrenamiento en el que se encontraban los nadadores fue en periodo especial o precompetitivo.

Fase 2:

Se realizó la socialización a los nadadores con el fin de informar en qué consistía la prueba a realizar, y firmar por parte de los padres el consentimiento informado.

Fase 3:

Durante dos semanas se realizaron las pruebas en dos días diferentes, en la piscina Olímpica de la instalaciones del club compensar. Se midieron las variables de peso corporal, estatura, frecuencia cardiaca en reposo (tomada

en la mañana al levantarse). La frecuencia cardiaca máxima se estimó con la fórmula $208 \times (0,7 \times \text{edad})$ propuesta por Tanaka en 2001. Con el peso corporal y estatura se calculó el índice de masa corporal (IMC).

Para esta investigación y según resolución 8430 del ministerio de salud colombiano, es una investigación con riesgo mínimo (artículo 11 numeral b).

Protocolo del test:

Calentamiento:

Cada nadador previamente conocía el protocolo de aplicación del test. En el momento de la aplicación del test cada nadador realizó un calentamiento de 1000 metros en estilo libre, ritmo “suave” (cada nadador según se percepción estableció su ritmo),

Tiempo de cada serie:

Con anterioridad se tenían los datos o tiempos que cada nadador debía realizar por cada serie, luego de realizar el calentamiento inmediatamente se le informa al nadador el tiempo que debe realizar en cada serie. Para calcular el tiempo se tuvo en cuenta la mejor marca realizada en Bogotá, a esta marca o tiempo se le sumo más 5 segundos para la séptima serie, más 10 segundos para la sexta y así sucesivamente hasta llegar a más 30 segundos para la primera serie. Cada deportista nado las 7 series en su estilo principal.

Ejecución de las series:

Durante la realización de la prueba, al terminar cada serie de 200 metros, se tomó la FC (se utilizó reloj Polar de banda) y se midió el nivel de lactato (La muestra se tomó mediante punción del lóbulo auricular). Para el nivel de lactato se utilizó lactómetro portátil-lactate plus- de Nova Biomedical. El descanso entre series para cada nadador fue diferente, el protocolo del test sugiere entre 2 a 5 minutos, este descanso lo estableció el entrenador según el estilo del nadador, por ejemplo para el nadador que realizo la prueba en estilo espalda el descanso fue de 2 minutos y 30 seg, y el nadador que realizó la prueba en estilo pecho el descanso fue de 5 minutos. Para las nadadoras



el descanso fue de 3 minutos para todas, independiente del estilo que nadaban.

8 Resultados

En la tabla No 1 se muestran los datos antropométricos de cada uno de los nadadores evaluados, no se tomaron datos de la envergadura, ya que en la realización de las series, no se tuvo en cuenta la frecuencia de la brazada.

Tabla 1. Datos antropométricos de los nadadores

Nadador	Edad	Peso Corporal	Estatura	IMC
1	17	56,8	1,75	18,5
2	15	59,9	1,8	18,5
3	18	68,4	1,84	20,2
4	15	66	1,75	21,6
5	13	65	1,71	22,2
6	15	51	1,58	21,3
7	15	50,5	1,68	17,9
8	13	46,4	1,6	18,1
9	16	61	1,66	22,4
10	12	52	1,68	19,3

Al observar el índice de masa corporal (IMC) y teniendo en cuenta los parámetros de la OMS, los nadadores se encuentran dentro de los valores normales (18,5 – 25). Aunque el nadador numero 8 arrojó un valor inferior, hay que tener en cuenta factores como sexo y edad; y que son nadadores en etapa de crecimiento, por lo tanto el IMC debe aumentar a medida que crezca.

Tabla 2. Resultados de la última serie del test 7X200, de cada nadador.

Nadador	Modalidad	Mejor Tiempo	Tiempo serie 7	Porcentaje del maximo	Diferencia
1	Pecho	151,96	163,81	92,8	11,85
2	Espalda	146,57	143,43	102,2	-3,14
3	Libre	125,81	125,19	100,5	-0,62
4	Pecho	159,79	186,9	85,5	27,11
5	Pecho	175,4	182,75	96,0	7,35
6	Espalda	157,75	158,84	99,3	1,09
7	Pecho	177,82	185,5	95,9	7,68
8	Pecho	184,6	188,68	97,8	4,08
9	Libre	140,56	145,28	96,8	4,72
10	Espalda	156,12	158,91	98,2	2,79

En la tabla 2 se evidencia si el nadador alcanzó el tiempo estimado para la última serie, la cual era, más 5 segundos por arriba de su mejor marca; y a la vez este resultado se muestra en porcentaje, lo que significa para el nadador número 2 con un resultado de 102% equivale a una mejora del 2% con respecto a su mejor marca; esto es un gran logro para el nadador, a nivel emocional y motivacional. En promedio el porcentaje fue de 96,4 ($\pm 4,6$) con respecto a la mejor marca lo que representa que se cumplió con el objetivo del tiempo en la última serie, el cual debería estar en un 95% del máximo.

Tabla 3 Resultados de la frecuencia cardiaca en la última serie de nado y su relación con la frecuencia cardiaca máxima.

Nadador	FCReposo	FC Maxima	FC Serie 7	% FC Serie 7
1	56	196,1	190	96,9
2	60	197,5	195	98,7
3	53	195,4	192	98,3
4	56	197,5	180	91,1
5	60	198,9	188	94,5
6	65	197,5	203	102,8
7	52	197,5	177	89,6
8	56	198,9	192	96,5
9	60	196,8	198	100,6
10	60	199,6	187	93,7

En la tabla 3 se observa la diferencia entre la frecuencia cardiaca máxima (formula de Tanaka) de cada nadador y la frecuencia cardiaca mostrada en la serie 7 del test. De acuerdo al protocolo del test la frecuencia cardiaca de la última serie debía ser la frecuencia cardiaca máxima de cada nadador,



se evidencia que solo dos nadadores cumplieron con este objetivo (nadador 6 y 9), los demás estuvieron por debajo de su FC máxima, con un promedio de 94,9, esto puede representar que los nadadores les faltó más esfuerzo en la última serie, aunque hay que analizar el comportamiento del lactato para cada uno y ver si la intensidad de la última serie si fue máxima.

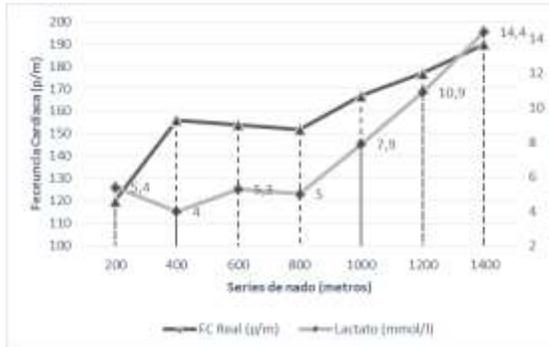


Figura 1. Comparación de la frecuencia cardiaca y el nivel de lactato durante las siete series, realizada por el nadador número 1.

En la figura 1 se observa dos líneas ascendentes, la del eje X, representa el comportamiento de la frecuencia por cada serie, donde en el punto 4 (serie 4) tiene una leve disminución, con respecto al valor anterior (de 154p/m a 152 p/m), y nuevamente la línea asciende a un valor de 167p/m. En el eje Y tiene el mismo comportamiento, desciende de 5,3 mmol/l a 5 mmol/l, y sube nuevamente a 7,9 mmol/l. Este cambio o diferencia alta con respecto a los otros valores, es el punto del umbral anaeróbico o umbral Láctico, en el cual se ve el aumento súbito tanto de la frecuencia cardiaca como el del nivel de lactato. Este punto de inflexión (punto 4 del eje Y) corresponde a las serie 4 de nado, donde el nadador realizó un tiempo de 2 minutos 54 segundos y 65 centésimas. Para planificar intensidades de entrenamiento, este valor es muy importante, ya que la zona anaeróbica estará hacia la derecha (grafica 1 serie 4) de los 2min, 54 segundos; si el entrenador quiere mejorar la capacidad anaeróbica o de resistencia al lactato debe planificar entrenamientos con tiempos inferiores a 2 minutos 54 segundos, por el contrario para entrenar la capacidad aeróbica

los tiempos de entrenamiento en series de 200 metros deben ser por encima de los 2 minutos 54 segundos.

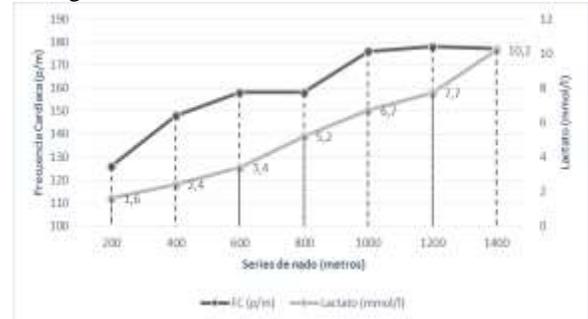


Figura 2 Representación del comportamiento del lactato con respecto a la frecuencia cardiaca de una nadadora (No 7).

En la figura 3 se observa un comportamiento similar del lactato con respecto a la figura 2, para esta nadadora el punto de umbral anaeróbico se presenta en la serie 3 (600), en donde el lactato sube de 3,4 mmol/l a 5,2 mmol/l. El tiempo realizado en esta serie fue de 3 minutos 21 segundos, el cual se debe tener en cuenta para la planificación de la intensidad de la carga.

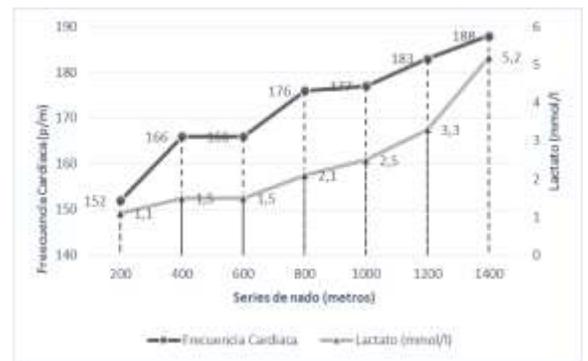


Figura 3 Comportamiento del lactato durante el test incremental en la nadadora No 5.

En la figura No 3 se observa una curva atípica en comparación con la figura (2) de la nadadora No 7, en donde el nivel del lactato según el comportamiento de los otros nadadores se disparó entre la cuarta y quinta serie, lo que no ocurrió con esta nadadora. Las posibles razones son: tiene una muy buena condición aeróbica, ya que el lactato no se aumentó en condiciones



de frecuencia Cardiaca submaxima y/o no se exigió al máximo en las últimas series del test.

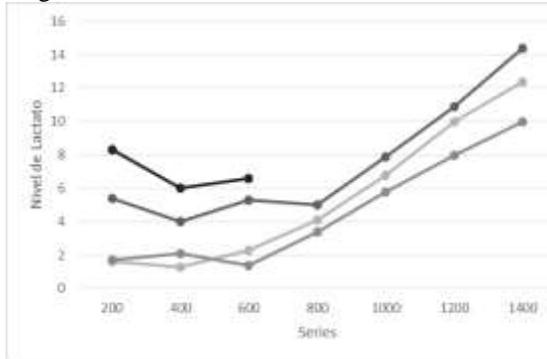


Figura 4. Comportamiento del lactato durante el test 7X200 de los nadadores del sexo masculino.

En la figura 4 se aprecia la tendencia del lactato en cada una de las series de los cuatro nadadores, al observar los puntos de las series 3 (600) y 4(800), hay diferencia muy marcada, lo que significa el inicio del umbral anaeróbico de los nadadores. Según la gráfica desde estos puntos (series 3 y 4) hacia arriba es la zona anaeróbica de entrenamiento, y hacia atrás es la zona aeróbica de entrenamiento, por medio de la cual el entrenador se podrá guiar para planificar sus cargas de entrenamiento, teniendo en cuenta el tiempo que realizo cada nadador en esa serie.

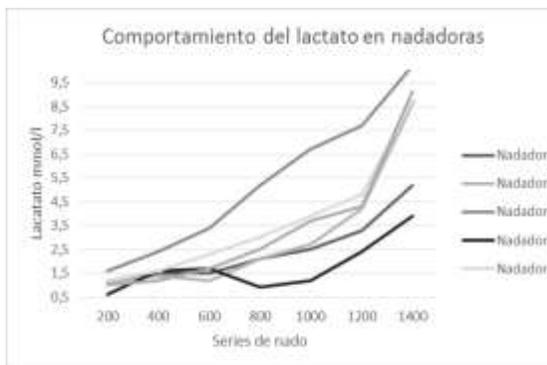


Figura 5 Comportamiento del lactato durante las 7 series de nado de las nadadoras.

En la figura 5 se observa el comportamiento del lactato de cada una de las 6 nadadoras evaluadas, se aprecia la inclinación de las

curvas a la derecha, en donde el lactato aumenta en las 3 últimas series de nado, la contrario de la gráfica 4 (hombres). Según Navarro la tardía en el aumento del lactato relaciona una buena condición y base aeróbica.

Tabla 4 Media y desviación estándar de los resultados del lactato de las 7 series de nado.

Serie	200	400	600	800	1000	1200	1400
\bar{X} (mmol/l)	1,7	1,9	2,3	3,1	4,6	6,2	9,2
s (mmol/l)	1,4	0,9	1,3	1,4	2,3	3,1	3,2

En la tabla 4 se aprecia los valores promedio del nivel de lactato obtenido en cada una de las series de nado de todos los nadadores evaluados. Se observa que la serie donde el valor del lactato se dispara es a partir de la serie 5 (1000), con un valor de 4,6 mmol/l, el cual teóricamente empieza el umbral anaeróbico o umbral lactato.

9 Conclusiones

Podemos concluir que esta investigación da cuenta del objetivo planteado que fue valorar umbral anaeróbico para conocer las zonas de intensidad de la carga en esfuerzos de 200 metros de cada uno de los nadadores evaluados; según los datos obtenidos el aumento de los niveles de lactato coincidieron con el aumento de la frecuencia cardiaca, y según la media, para todos los nadadores fue a partir de la quinta serie, lo que demuestra un buen trabajo aeróbico de base para afrontar las cargas anaeróbicas que empiezan en el periodo competitivo dentro del macrociclo de entrenamiento. Lo anterior queda demostrado ya que los nadadores empezaron el test con intensidades por encima del 80% en la primera serie, teóricamente es una intensidad para disparar el umbral de lactato (Navarro, Mazza), y los nadadores dispararon el umbral de lactato después de la 5 serie con intensidades por encima del 90%.

Teóricamente existe una relación lineal entre el consumo de oxígeno y la frecuencia cardiaca hasta que éste alcanza valores próximos al máximo. Lo mismo se evidenció con la frecuencia cardiaca y el nivel de lactato. Debido a la proporcionalidad que existe entre el nivel



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
	PAGINA: 21 de 22

de lactato y la frecuencia cardiaca se pueden realizar estimaciones de la intensidad del esfuerzo conociendo la frecuencia cardiaca, y utilizarla como un parámetro del nivel de resistencia. (Conconi, Ferrari, Ziglio, Drogetti, Codeca, 1982). Según lo anterior el entrenador puede utilizar para planificar el entrenamiento cualquiera de las zonas de intensidad ya descritas (Ver entrenamiento de natación), porque estas zonas en valores de frecuencia cardiaca, VO_{2max} , y lactato son muy parecidos. Los resultados obtenidos del comportamiento de la frecuencia cardiaca y el lactato se pueden relacionar con las zonas de intensidad que propone Navarro, esto quiere decir que se puede coger la curva (FC o Lactato) de cada nadador y dividir las zonas de entrenamiento (AER, AEL, AEM, AEI) y así planificar las sesiones de entrenamiento, dependiendo el objetivo que se quiera alcanzar.

Como recomendación, los nadadores deben entrenar más cargas anaeróbicas, con el fin de mejorar la tolerancia al lactato, y este tipo de entrenamiento les ayudará a mejorar la resistencia a la velocidad para el desempeño en pruebas de corta duración (50 y 100 m).

Igualmente se recomienda volver a realizar la prueba de lactato a los mismos nadadores en el periodo competitivo, con el fin de comparar los resultados y verificar si los nadadores mejoraron la tolerancia al lactato en este tipo de test y si se relaciona con el rendimiento deportivo en competencia. (Pyne D.).

Como conclusión final se reafirma que los test incrementales evalúan el estado de forma de un deportista y ayuda a prescribir ritmos de entrenamiento de forma individualizada.

Bibliografía

BARBANY J R. Fisiología del ejercicio físico y el entrenamiento. 2ª edición. Ed. Paidotribo.

DIAZ MARTINEZ A. E. Artículo. Criterios de aplicación y control del lactato en test de campo. Publicación Concejo Superior de Deportes. Madrid. 2010.

DUNCAN J, HOWARD A, HOWARD J. Evaluación Fisiológica del deportista. 2005 Edt. Paidotribo.

FIRMAN GUILLERMO O, Catedra de Fisiología Humana, Fisiología del ejercicio físico, Facultad de Medicina de la Universidad de la UNNE

GARCIA F. ARELLANO R. GONZALEZ C. BARRIO E. MARTIN A. NAVARRO F. Análisis del Lactato después del entrenamiento de nado resistido. Archivos de Medicina del Deporte. Vol. XIX. No 92. Pag: 459-464. 2002.

GUEVARA P. DIAZ R. GALAN A. GUILLEN E. MALUMBRES S. MARTIN J. MUÑOZ M. NAVARRO X. OLIVER P. OUJO E. DEL RIOO N. BUÑO A. Lactato: utilidad clínica y recomendaciones para su medición. Documento Sociedad Española de Bioquímica Clínica y patología Molecular. Ase 3. Version 3.

INSTITUTO DISTRITAL DE LA RECREACION Y DEPÓRTE. (Internet) 2016. Citado 25 Octubre 2017. Disponible en <http://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/node/1757>
LOPEZ CHICHARRO, FERNANDEZ VAQUERO. Fisiología del Ejercicio 3ª edición. 2006. Ed. Panamericana

MELO J. RICARDO L. GULAK A. TRIANA M. Arti. Cientif. Correlaciones entre protocolos de determinación del umbral anaeróbico y el desempeño aeróbico en nadadores adolescentes. Revista Brasileira Medico Deportiva. Vol. 13 No 4 Julio 2007.

MENDOZA A. El origen de la acides en glucolisis anaerobia. REB 27(4): 111-118, 2008.

NAONE A. Test de Natación 7X200 progresivo. Revista electrónica para entrenadores y preparadores físicos. ISDe Sports Magazine 2015 Diciembre; 7(27).

ORTEGA JORGE. Test de campo para la evaluación de la resistencia en natación (internet) 2017. Disponible en <http://g-se.com/es/entrenamiento-ennatacion/blog/test->

	MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAR113
	PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 3
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2017-11-16
		PAGINA: 22 de 22

de-campo-para-evaluar-la-resistencia-en-natacion-i-test-7-x-200

MINISTERIO DE SALUD. 1993. Disponible en:
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>

MULLER D. COEHLIO S. BENEDITO S. Artículo Científico. Potencia citada en la máxima fase estable del lactato y rendimiento aeróbico del nado. Revista Brasileira Medico Deportiva. Vol. 20. No 5. 2014.

QUINTERO R. MANRRIQUE F. El lactato sanguíneo y su correlación con biomarcadores salivales, como indicadores de la intensidad del ejercicio. Rev.salud historia sanidad on-line 2011; 6(2): (julio-diciembre).

NAVARRO, F; OCA, A. (2011). Entrenamiento Físico de Natación. Colección de Natación de alto rendimiento. Cultivalibros/RFEN. Madrid.

OWEN ANDERSON Fundamentos del lactato, umbral láctico. (Internet) 2011 Citado 05 junio 2017. Disponible en <http://altorendimiento.com/fundamentos-lactato-umbral-lactico/>

PYNE D. LEE H. SWANWICK K. Monitoreo del umbral lactato en nadadores de clasificación mundial. Med Sci Exerc 2001

P. GUEVARA RAMÍREZ, R. DÍAZ GARCÍA, A. GALÁN ORTEGA, E. GUILLÉN CAMPUZANO, S. MALUMBRES, J.L. MARÍN SORIA, M. MUÑOZ PÉREZ, X. NAVARRO SEGARRA, P. OLIVER SÁEZ, E. OUJO, N. DEL RÍO BARCENILLA Y A. BUÑO Soto. Artículo Lactato liquid plus “Lactato: utilidad clínica y recomendaciones para su medición”, de la Sociedad Española de Química Clínica. 2010.

R. OLIVE VILAS. La Natación. Salud dinámica No 5, 2013

REMOLINA SILVA, HENRY PORRAS, ÁLVAREZ JAVIER, Concentración de lactato durante una competencia de fútbol sala. El Hombre y la Máquina [en línea] 2015, (Julio-Diciembre): [Fecha de consulta: 6 de junio de 2017] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47845648001>> ISSN 0121-0777

REGLAMENTO NATACIÓN FECNA 2017 <http://www.fecna.com/images/documentos/sw/reglamentos/swreglamento.pdf>

RIVERA A. MACIAS J. Ochoa P. Castellanos A. Artículo Científico. Respuesta de la glucosa sanguínea en el ejercicio físico máximo. Revista latinoamericana de Patología Clínica. Vol- 63. 79-81. 2016.

RUIZ E. Natación Teoría y práctica. 2005 Edit. Kinesis.

SILVA C. BERES T. CAMPOS R. KUROWAWC C. DOS SANTOS A. DALMES J. SERPELONI E. Artículo Científico. Respuestas agudas pos ejercicio de los niveles de lactato sanguíneos creatinofosfoquinasa, de atletas adolescentes. Revista Brasileira Medico Deportiva. Vol. 13. No 6. 2007.

WILMORE H, COSTILL D. Fisiología del esfuerzo físico y el deporte. 5ª edición. Ed. Paidotribo.

ZAPATERRA E. BRAASTRUP N. SANCHEZ A. MOURA A. GEROSA J. ANDRADE D. Y PAPOTI M. Artículo Científico. La respuesta del test del Lactato mínimo, de 12 semanas de entrenamiento. Motriz. Rio Claro. Vol. 20 no 3. Pag. 286-291. Jul-sep 2014.

ZINNER C., KRUEGER M., WAHL P., SPERLICH B., MESTER J. Comparación entre diferentes protocolos de evaluación por etapas en natación de elite. JEP online; 14 (1): 43-48, 2001.