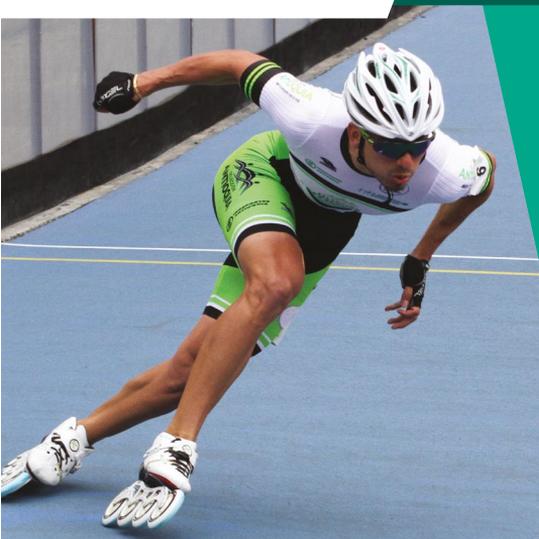




# **CONTROL BIOMÉDICO**

del entrenamiento deportivo



**GRUPO DE MEDICINA DEPORTIVA Y**  
Ciencias aplicadas al deporte



**Universidad  
Pontificia  
Bolivariana**

© Indeportes Antioquia  
© Editorial Universidad Pontificia Bolivariana  
Vigilada Mineducación

**Control biomédico del entrenamiento deportivo**

ISBN: 978-958-764-770-9

ISBN: 978-958-764-778-5 (versión digital)

DOI: <http://doi.org/10.18566/978-958-764-778-5>

Primera edición, 2019

**Gran Canciller UPB y Arzobispo de Medellín:**

Mons. Ricardo Tobón Restrepo

**Rector General:**

Pbro. Julio Jairo Ceballos Sepúlveda

**Vicerrector Académico:**

Álvaro Gómez Fernández

**Editor:**

Juan Carlos Rodas Montoya

**Compilador:**

Felipe Eduardo Marino Isaza

**Coordinación de Producción:**

Ana Milena Gómez Correa

**Diseño y Diagramación:**

Mauricio Morales Castrillón

**Corrección de Estilo:**

Delio David Arango

**Fotografía:**

Rodrigo Mora Quiroz - Indeportes Antioquia

**Dirección Editorial:**

Editorial Universidad Pontificia Bolivariana, 2019

Correo electrónico: [editorial@upb.edu.co](mailto:editorial@upb.edu.co)

[www.upb.edu.co](http://www.upb.edu.co)

Telefax: (57)(4) 354 4565

A.A. 56006 - Medellín - Colombia

Radicado: 1575-08-05-17

*Prohibida la reproducción total o parcial, en cualquier medio o para cualquier propósito sin la autorización escrita de la Editorial Universidad Pontificia Bolivariana y de Indeportes Antioquia.*

## **JUNTA DIRECTIVA INDEPORTES ANTIOQUIA**

Luis Pérez Gutiérrez  
*Gobernador*

Baltazar Medina  
*Presidente Comité Olímpico Colombiano  
Representante de Coldeportes*

Néstor David Restrepo Bonnett  
*Secretario de Educación Departamental  
Representante del Sector Educativo*

Henry Palacios Valencia  
*Gerente Inder Apartadó  
Representante de los entes deportivos municipales*

Héctor Alonso Monroy Escudero  
*Director Ejecutivo Liga Antioqueña de Tenis de Campo  
Representante de las Ligas Deportivas de Antioquia*

Lisana Sofía Sánchez Ledesma  
*Gerente de Indeportes Antioquia  
Invitada*

Mariola González Villa  
*Jefe Oficina Jurídica Indeportes Antioquia  
Secretaria*

## **COMITÉ DE GERENCIA**

Lisana Sofía Sánchez Ledesma  
*Gerente de Indeportes Antioquia*

William de Jesús Moncada Ospina  
*Subgerencia de Fomento y Desarrollo Deportivo*

Alpidio Betancur Zuluaga  
*Subgerencia Administrativo y Financiero*

Luis Eduardo Cuervo Tafur  
*Subgerencia de Deporte Asociado y Altos Logros*

Catalina Pérez Zabala  
*Asesora de Gerencia*

Lina María Galeano Zapata  
*Oficina de Talento Humano*

Óscar Mario Cardona Arenas  
*Oficina de Medicina Deportiva*

Lucrecia Londoño Builes  
*Oficina de Control Interno*

Álvaro Alonso Villada García  
*Oficina de Sistemas y Apoyo Financiero*

Fredy Rodríguez Agudelo  
*Oficina Asesora de Planeación*

Diana Milena Jaramillo Pérez  
*Oficina Asesora de Comunicaciones*

Mariola González Villa  
*Oficina Jurídica*

# CON TROL

**BIOMÉDICO  
DE LA NATACIÓN  
DE CARRERAS**



Control biomédico  
**DE LA NATACIÓN**  
de carreras

*Felipe Eduardo Marino Isaza, Md. Esp. MSc.*

## INTRODUCCIÓN

La natación carreras es uno de los deportes olímpicos que más público atrae y que tiene singular importancia en los diferentes países competidores debido al alto número de medallas que se disputan. En los años 70 se inició por parte de los países de Europa oriental un desarrollo de los sistemas de entrenamiento de este deporte dando suma importancia a la determinación de los parámetros bioquímicos como respuesta a las cargas del entrenamiento. En los países occidentales, Estados Unidos ha marcado una gran diferencia en este deporte y ha sido comúnmente el mayor acumulador de medallas de oro en las olimpiadas y sus deportistas han sido reconocidos en todo el mundo por sus resultados. En Colombia, aunque no tenemos un desarrollo efectivo

de este deporte, si hemos tenido deportistas que esporádicamente han conseguido su clasificación a algunos eventos importantes en este deporte como Juegos Panamericanos, Juegos Centroamericanos y los Juegos Olímpicos (Pablo Restrepo, Alejandro Bermúdez, Omar Pinzón, etc.) con algunos resultados relevantes. Este capítulo pretende aportar al proceso del control biomédico de la natación pretendiendo una organización de las ideas sobre cómo trabajar con la masa de nadadores buscando la adecuada selección y el control de las cargas de entrenamiento.

## Generalidades sobre el control médico en la **NATACIÓN DE CARRERAS**

Los objetivos del control médico del entrenamiento en la natación de carreras están relacionados con los siguientes aspectos importantes:

**a. Estudio del estado de salud y funcional de los deportistas:** El objetivo del médico del deporte es vigilar la salud del deportista y que las cargas de entrenamiento no lo afecten produciendo alguna patología. Es por esto que la valoración inicial del sujeto debe concentrarse en un adecuado estado de salud, con un buen examen médico apoyado en pruebas de laboratorio clínico, pruebas de función neuromuscular, cardiovascular, respiratoria y osteomuscular que garanticen que el estado de salud está en buenas condiciones generales para la práctica del entrenamiento y la competencia.

**b. Corrección de las cargas y medios de seguimiento médico:** Mediante las pruebas específicas realizadas en el sitio de entrenamiento, conocidas también como pruebas de terreno, que nos permiten hacernos una idea de la adaptación a las cargas del entrenamiento y las pruebas de evaluación de la forma deportiva realizadas en los laboratorios de fisiología de los centros de medicina del deporte, llamadas también controles de etapa, podemos percatarnos de la respuesta orgánica al proceso del entrenamiento y de las adaptaciones producto de este, en su orientación hacia el resultado deportivo.

**c. Preparación hacia la más alta capacidad de trabajo:** El objetivo fundamental del proceso de seguimiento y control de las adaptaciones al entrenamiento deportivo es la capacidad de producción del más alto desempeño sin alterar la salud. Esto quiere decir cómo el deportista puede ser sometido a altas cargas de trabajo esperando más y mejores resultados deportivos, reflejados en sus marcas de competencia.

**d. Profilaxis de las consecuencias negativas como enfermedad o lesión:** El proceso de vigilancia del deportista debe ir acompañado siempre de un programa de fisioprofilaxis, esto es, una serie de ejercicios y métodos de recuperación que permiten no solo el descanso de los procesos adaptativos sino la recuperación apropiada de todas las molestias y riesgos de lesión ocasionados por las altas cargas de entrenamiento a las cuales es sometido. Es importante recordar siempre que el equilibrio entre la carga de entrenamiento y la recuperación es lo que garantiza el buen desempeño de la forma deportiva obtenida y en mucha parte la buena salud del deportista.

En términos generales, se debe garantizar un estado de la homeostasis del organismo, realizando pruebas que nos evalúen el tono y la reactividad del sistema neurovegetativo, la regulación de las funciones cardiovascular y respiratoria por el sistema nervioso central, los procesos de generación y transmisión de calor durante el ejercicio, el volumen y la composición de la sangre y los mecanismos de regulación hormonal producto del alto nivel de entrenamiento.

## Caracterización **DEL DEPORTE**

La natación como deporte se realiza en el agua, un medio diferente al hábitat natural del ser humano. Comprende varios movimientos utilizados para el desplazamiento en el agua, llamados *estilos*, y distintas distancias de competencia, lo que la hace rica en variedad tanto fisiológica como técnica. Se considera un deporte de inicio temprano, es decir, su aprendizaje se realiza en las primeras etapas de la vida, lo que permite la generación de hábitos motores básicos para el desarrollo de la técnica y la sensibilidad con el agua, y se lleva a cabo en una piscina de 50 m de largo, como medida oficialmente reconocida para la homologación de los resultados.

Los estilos reconocidos en la natación dentro del programa de las competencias olímpicas son: libre, espalda, pecho y mariposa. Existen además algunas pruebas combinadas, en las que se mezclan los diferentes estilos, así como existen pruebas ejecutadas por más de un nadador, conocidas como relevos. En Colombia se participa en las siguientes pruebas:

- 50, 100, 200, 400, 800 y 1500 m Libre, Damas y Varones.
- 50, 100 y 200 m Espalda, Damas y Varones.
- 50, 100 y 200 m Pecho, Damas y Varones.
- 50, 100 y 200 m Mariposa, Damas y Varones.
- 200 y 400 m Combinado Individual, Damas y Varones.
- 4x50 Relevos Libre y Combinado Mixto en Campeonatos Inter-clubes.
- 4x100 Relevos Libre y Combinado Mixto en Campeonatos Inter-ligas.
- 4x50 Relevos Libre y Combinado, en el Campeonato por Categorías.
- 4x100 Relevos Libre y Combinado, en el Campeonato Abierto.
- 4x200 Relevos Libre, en el Campeonato Abierto.

Existen otras distancias, conocidas como *aguas abiertas*, que se llevan a cabo en sitios abiertos, como lagunas, represas e incluso en el mar, y sus distancias oscilan entre 5 y 20 km. Estas competencias aún no están consideradas dentro del esquema olímpico.

La natación es un deporte muy exigente, no solo porque implica vencer la resistencia del agua con una técnica depurada, sino porque comprende grandes volúmenes de entrenamiento que oscilan entre los 12 y los 15 km diariamente, en unidades de entrenamiento cuya duración es de seis a ocho horas.

La caracterización de la natación de carreras comprende los siguientes aspectos:

1. Componente aeróbico-anaeróbico, dependiendo de las distancias
2. Carácter cíclico, por las características de sus movimientos repetitivos
3. Gran desarrollo de la resistencia básica, por la forma del entrenamiento y la dificultad de vencer la resistencia del agua como elemento externo (llamado por algunos entrenadores *sensibilidad al agua*)

4. Intensidad variable, no por las características de cada competencia, el número de competencias, los estilos y las distancias, sino por la generación de potencia en cada una de ellas
5. Resistencia a la velocidad, lo cual permite el desempeño en el entrenamiento y la competencia
6. Se realiza en un medio ajeno al ser humano, como lo es el agua

## Medios y métodos **DE ENTRENAMIENTO**

El entrenamiento de la natación de carreras es considerado como un entrenamiento fuerte debido a la característica del acto repetitivo de nadar en uno o varios estilos. Las distancias que se utilizan en las unidades de entrenamiento son considerables: llegan a ser de 12 a 15 km/día dependiendo de la etapa del entrenamiento. Esto suele llevar entre cuatro y seis horas de entrenamiento diario y predominan los rangos de velocidad aeróbica sobre los de velocidad anaeróbica. Este volumen de entrenamiento, así como el vencer la resistencia del agua, posibilita un carácter de desarrollo de la resistencia aeróbica muy aceptable aún en los velocistas. Fundamentalmente se logra un gran aporte de oxígeno y una gran recuperación con el adecuado manejo de los descansos entre cargas de entrenamiento.

La natación es un deporte de origen temprano y cada vez estamos viendo una mayor participación en edades preescolares entre los cuatro y los cinco años. Los mejores logros se encuentran en edades en las que se ha cumplido con éxito todo el proceso de desarrollo deportivo, las mejores marcas se encuentran entre los 22 y los 25 años de edad.

## Cineantropometría de la **NATACIÓN DE CARRERAS**

Uno de los estudios más grandes que se han hecho sobre la composición corporal en nadadores es el reportado por Carter y Ackland en 1994, donde se analizan de forma rigurosa las características cineantropométricas de las diferentes modalidades de la natación mundial.

Este estudio fundamentalmente se centra en el tamaño, la composición corporal y la forma.

- 1. Tamaño:** El nadador de carreras de nivel internacional tiene unas características de tamaño corporal que han venido progresando desde los Juegos Olímpicos de Tokio en 1964, estos deportistas han venido aumentando su talla y por ende su peso. Hay varios estudios hechos con muestras pequeñas debido a la dificultad de los procesos de selección (Garay, Hebbelinck) en los que se describe que en los nadadores de libre predominan la talla, las piernas largas y las caderas más anchas, con respecto a los nadadores de estilo pecho y espalda. Las mujeres no varían mucho entre los estilos en los estudios reportados. En términos generales un nadador debe tener buenas dimensiones en la estatura, las piernas, las manos y los pies, como características fundamentales de su deporte.
- 2. Composición Corporal:** en estudios realizados por Drikwater y Mazza en el campeonato mundial de Perth, Australia, 1991, se aprecia que los nadadores de distancias cortas tuvieron menor porcentaje de grasa que sus similares de fondo. El porcentaje de masa muscular, al contrario, fue significativamente mayor en las modalidades de velocidad al igual que la masa esquelética. Podría decirse que la estatura fue superior a menor distancia recorrida pero solo hubo diferencia significativa tomando la velocidad contra las largas distancias. Para las mujeres el comportamiento de la composición corporal fue similar.
- 3. Forma:** El somatotipo general para los nadadores presenta predominio mesoectomórfico (80%) en la somatocarta (2 - 5 - 3) y un porcentaje no despreciable, la mesomorfia balanceada (20%). La mesoectomorfia se caracteriza por bajo porcentaje de grasa, moderado a alto componente muscular y moderada linearidad. Algunos contrastes entre las largas distancias y las pruebas de velocidad van a ser encontradas siempre, pues las primeras son más mesoendomórficas. Comparando entre los estilos, el estilo de pecho es predominantemente mesoectomórfico mientras que el estilo mariposa es más mesomorfo balanceado, los otros dos, libre y espalda se asemejan más al primero. En los diferentes estudios se encuentra un alto porcentaje de nadadores con mesomorfia balanceada (20%).

## Características fisiológicas **Y METABÓLICAS**

Si clasificáramos la natación como un deporte de una sola característica fisiológica estaríamos cometiendo un gran error, ya que las diferentes distancias de competencia y los estilos que se utilizan para su desempeño varían enormemente los sistemas de entrenamiento. Dal Monte y cols. (1976) plantearon una clasificación funcional de los deportes que hoy en día es referenciada en muchas bibliografías. Personalmente pienso que es una clasificación que da bastante claridad sobre las vías energéticas utilizadas y permite entender la relación de las intensidades con la producción energética requerida. Podríamos decir, entonces, que existen en la natación de carreras manifestaciones que van desde los 50 m libres, con una duración inferior a los 45", como una ejecución preferentemente anaeróbica; los 100-200 m entre 50" y 4', como ejecuciones de tipo aeróbico anaeróbico masivos; y las pruebas largas de 400 m, 800 m y 1500 m, como prevalentemente aeróbicas.

Los sistemas que participan en el desarrollo de la natación como deporte son, entre otros, la fuerza, la flexibilidad, la resistencia, la velocidad y la mecánica de ejecución de los estilos. Es importante recalcar que las fuerzas de empuje, la frecuencia de brazada, la relación hombro-cadera están relacionadas directamente con la técnica en el proceso de aprendizaje de la natación, lo que hace de esto un componente importantísimo en el resultado deportivo.

## Programa de control biomédico en el entrenamiento **DE LA NATACIÓN DE CARRERAS**

Comprende un conjunto de acciones médicas, psicológicas, bioquímicas y fisiológicas, desarrolladas por personal especializado en las diferentes etapas preparatorias del deportista, con el fin de realizar un diagnóstico de la salud y del rendimiento sin alterar la salud. Esto nos permite emprender el control adecuado para incidir de manera decisiva en los resultados que se deben obtener en el objetivo final del deporte.

El control médico del deporte de la natación de carreras se realiza de acuerdo a la organización que el entrenador hace de su plan

de entrenamiento. Con base en esto el médico del deporte puede programar las evaluaciones respectivas para encontrar la información adecuada, que le permita analizar la respuesta a las cargas del entrenamiento y la competencia de tres formas: control operativo o inmediato, control puntual o de respuesta tardía y control de etapa o adaptaciones funcionales duraderas.

**a. Control operativo:** Varía con la aplicación directa de las cargas. En natación, los controles operativos más usados serían:

- La frecuencia cardíaca (FC)
- La dosificación de la acumulación del lactato sanguíneo (AL) con las cargas de entrenamiento, conociendo las intensidades de carga
- La proteinuria antes y después del entrenamiento
- La prueba ortostática antes y después del entrenamiento, como evaluador de la influencia de la carga sobre el sistema nervioso autónomo y la homeostasis del deportista

**b. Control puntual:** Varía bajo el efecto de una o más unidades de entrenamiento. En natación se usan con mucha frecuencia:

- La dosificación de la urea sanguínea
- La creatin fosfoquinasa (CPK)

Ambos como indicadores de adaptación a las cargas de entrenamiento.

**c. Control de etapa:** Es la evaluación del estado permanente o de larga duración de las adaptaciones del deportista a las cargas de entrenamiento. En el control de etapa se evalúa el conjunto de respuestas físicas, metabólicas y psicológicas del deportista.

- Controles de laboratorio clínico: Hemograma completo, glicemia en ayunas, perfil lipídico completo, citoquímico de orina. Si se sospecha fatiga o sobreentrenamiento, se solicita testosterona libre y cortisol relacionados directamente con este fenómeno.
- Electrocardiograma y prueba ortostática para ver adaptaciones, alteraciones o respuestas adaptativas a las cargas de entrenamiento.

- Cineantropometría y nutrición: Para estudiar la composición corporal, la proporcionalidad y el somatotipo del nadador, hacer su seguimiento, garantizar sus fuentes energéticas y mantener el peso adecuado por modalidad deportiva.
- Pruebas de laboratorio de fisiología: Test de saltos (ergosaltos), ergoespirometría en banda rodante o cicloergómetro, dependiendo de los métodos de entrenamiento más usados.
- Evaluación psicológica como respuesta al entrenamiento.
- Examen médico de rutina para evaluar la condición de salud, la presencia de lesiones, si las hubiera, y algunos factores a tener en cuenta dentro del proceso del entrenamiento, como resultados, estado de motivación del deportista, relación con su entorno, etc.
- Control odontológico para hacer profilaxis y recomendaciones o intervención directa con tratamientos, para garantizar un buen estado de salud oral.

## Pruebas de control de terreno mediante **DETERMINACIÓN DEL ÁCIDO LÁCTICO**

La cuantificación de la producción y la remoción del ácido láctico en la sangre es uno de los métodos utilizados por años en la determinación de la respuesta a las intensidades del entrenamiento. Esto está muy relacionado con la utilización de la vía metabólica anaeróbica láctica en las intensidades del entrenamiento y también con la utilización del lactato como combustible, por las fibras tipo 1 y cardíacas, responsables de la remoción de las altas concentraciones de este producto de los carbohidratos.

El ácido láctico es el mejor reflejo de la intensidad del entrenamiento, es usado con estos fines desde 1970 y da una idea bastante fiel de la producción, la distribución y la eliminación de este producto metabólico en la sangre, en una relación directa con la activación y la contribución por los sistemas energéticos en la obtención de energía. De esto se desprende su participación en el rendimiento, en dependencia de la velocidad obtenida por el deportista, y permite la evolución de las concentraciones de lactato en el músculo y la sangre durante y después del ejercicio.

Cuando se elabora un protocolo para evaluar la intensidad del ejercicio mediante la medición del ácido láctico se debe tener en cuenta que las pruebas tengan la mayor especificidad posible y la modalidad del deportista. Así, las más altas concentraciones de lactato posejercicio serán usadas para evaluar no solo la adaptación a las intensidades del entrenamiento, sino la utilización de la vía metabólica que lo produce.

Los primeros trabajos que se conocen en el mundo occidental datan de 1970, cuando el alemán Alois Mader mostró la particularidad de que el lactato se acumulaba en la sangre del deportista después de que pasaba de cierto nivel de intensidad y estos valores estuvieron alrededor de 4 mmol/l. A partir de estos hallazgos numerosas investigaciones fueron realizadas sobre los criterios de lo que fue llamado el *umbral anaeróbico*, relacionando de una manera directa las características aeróbicas y anaeróbicas del deportista.

Más adelante, Jan Olbrech, alumno de Mader, aportó mucho al entendimiento del comportamiento del lactato en la natación, aplicando métodos que todavía hoy son usados para el control del entrenamiento en este deporte. Olbrech redefinió, mediante el seguimiento con curvas de lactato, la forma tradicional de interpretación de los resultados de los niveles en la sangre, y expresó que no era solo el desplazamiento de la curva hacia la derecha lo que definía la mejoría en los niveles de entrenamiento, como se creía hasta ese momento. La posibilidad de darle trece interpretaciones a la curva en la relación del consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx.) y el lactato propicia un mejor entendimiento y el estudio de los fenómenos observados en el entrenamiento.

De acuerdo a la posición de la curva de lactato, podemos analizar el aumento excesivo del volumen de las cargas o el aumento inadecuado de la intensidad, mirando los desplazamientos hacia la izquierda o la derecha de los puntos sensibles de la curva, el lactato máximo y la zona aeróbica, además de la pendiente de la curva.

Los objetivos de las pruebas con lactato son:

- a. Determinar la capacidad aeróbica y anaeróbica del deportista
- b. Detectar las fortalezas y debilidades del deportista con respecto a estas capacidades
- c. Determinar los objetivos, la dosificación y la configuración de algunos ejercicios para el próximo período de entrenamiento

- d. Estimar la intensidad y el volumen apropiados para los diferentes entrenamientos
- e. Evaluar los cambios en el rendimiento metabólico para asegurar la efectividad del entrenamiento
- f. El test debe ser lo más similar al objetivo deseado
- g. Las muestras de sangre deben ser suficientes de acuerdo con el equipo con el que se midan
- h. Es preferible una serie de esfuerzos simples espaciados por un buen período de recuperación
- i. No se debe haber realizado un entrenamiento de fuerza o trabajos exhaustivos 24 horas antes de la prueba
- j. Se debe procurar realizar la prueba en condiciones similares siempre (pista, hora, período de entrenamiento)

Según los resultados de las pruebas, se puede clasificar al deportista teniendo en cuenta su respuesta, así:

1. Alta capacidad aeróbica y alta capacidad anaeróbica
2. Alta capacidad aeróbica y baja capacidad anaeróbica
3. Baja capacidad aeróbica y alta capacidad anaeróbica
4. Baja capacidad aeróbica y baja capacidad anaeróbica

### Test de intensidades variables en natación

Se han definido 5 zonas de lactato en natación, denominadas así:

- R1: 2 - 4 mM/l, zona de resistencia básica
- R2: 4 - 6 mM/l
- MCO: 6 - 9 mM/l zona considerada de máximo consumo de oxígeno
- RL: 9 - 11 mM/l zona de resistencia al lactato
- TL: >12 mM/l, zona de tolerancia al lactato

Dichas zonas ayudan a clasificar la característica del esfuerzo en el entrenamiento. La prueba de lactato de intensidades variables nos ayuda a observar el comportamiento del lactato en diferentes intensidades, a partir del mejor tiempo posible en una distancia de 200 m en su mejor estilo. El tiempo empleado en nadar estas distancias está entre 1:50 y

2:10 minutos, lo que nos permite efectuar una muy buena evaluación de la vía anaeróbica y el componente aeróbico que la acompaña. Los períodos de descanso empleados en esta prueba están relacionados con la utilización de la vía metabólica y su velocidad de remoción del lactato. Esto quiere decir que en las cargas más aeróbicas, 80% por ejemplo, se requiere tomar la muestra de una forma más rápida, para que sea más fidedigna del lactato producido antes de ser removido, y en las más intensas, 95%100%, se debe tardar un poco más para estar seguro de que los niveles de lactato presentes se corresponden con la salida al espacio vascular desde la célula muscular. Los componentes del protocolo de lactato de intensidades variables se aprecian en el siguiente cuadro:

**Tabla 1.** Control del entrenamiento con intensidades variables.

Serie	Intensidad %	Descanso Min.	Toma Min.	Lactato Mmol/L	Tiempo Min.	Frecuencia Brazada
1	80%	3'	1'			
2	80%	3'	1'			
3	85%	3'	1'			
4	90%	5'	3'			
5	95%	20'	3'			
6	100%	-----	5'			
Nota: Los espacios en blanco son para llenar en la ejecución del test.						

**Fuente:** Medicina Deportiva, Indeportes Antioquia, 2000.

El descanso en la carga al 95% es de 20 minutos para que, en forma activa, el deportista disminuya sus niveles de lactato sanguíneo y así pueda manifestar su máximo potencial fisiológico en el momento de hacer su serie al 100%.

Propongamos un ejemplo de cómo sería el control médico de un nadador en un microciclo cualquiera:

- a. Urea: Se realiza la toma una vez por semana al final del microciclo, antes del primer entrenamiento del día.

- b. Toma del pulso diariamente antes y después del entrenamiento.
- c. Frecuencia y efectividad de la brazada.
- d. Las series comprobatorias con lactato se realizan semanalmente una vez. Se usa la determinación de las intensidades de entrenamiento en las zonas definidas para ese mesociclo.
- e. Prueba de intensidades variables con determinación del lactato sanguíneo cada 6-8 semanas, para ver las adaptaciones a las cargas de entrenamiento

### **Lesiones más frecuentes en la natación**

La realización de un buen examen clínico en la natación de carreras es una ayuda fundamental para el médico del equipo y su comprensión de las lesiones más frecuentes en este deporte. Por ser un deporte de carácter cíclico, ejecutado en un medio diferente al hábitat normal del ser humano, la mayoría de las causas de consulta están directamente relacionadas con este medio.

Si bien los motivos de consulta en un deporte que se realiza en un medio acuático suelen ser enfermedades comunes que cualquier médico general podría atender, es cierto también que el conocimiento del deporte, sus medios y métodos de entrenamiento y el manejo de los medicamentos adecuados deben ser del dominio de un buen especialista en deportes, para evitar que esto interfiera con la adecuada preparación y las competencias del deportista.

Los principales motivos de consulta en natación por enfermedad común son:

- a. Otitis externa, media o supurativa
- b. Rinitis alérgica
- c. Amigdalitis crónica
- d. Infecciones cutáneas por hongos
- e. Conjuntivitis alérgica

Todas estas están relacionadas con la temperatura del agua, la temperatura corporal y el estado de inmunosupresión ocasionado por los largos períodos de entrenamiento y la intensidad de las competencias.

Los deportes cíclicos se ven afectados fundamentalmente por las lesiones por sobreuso, es decir, aquellas lesiones que tienen relación directa con el movimiento del gesto deportivo, que se transforma en un microtrauma a repetición y en el que la técnica del movimiento juega un papel fundamental para su prevención. La natación como deporte presenta una incidencia muy baja en el número de lesiones, comparativamente con otras modalidades deportivas, pero no hay duda de que el hombro es la región anatómica más afectada en este. Las lesiones más frecuentemente observadas son:

1. **Lesiones del hombro:** Llamadas también “hombro del nadador”, producidas por el movimiento continuo por encima de la cabeza, en los estilos libre, mariposa y espalda. Casi siempre están relacionadas con el fenómeno de *pinzamiento*, con el ligamento coraco-acromial, y afectan directamente los tendones del manguito de los rotadores. En algunos casos se afecta la bursa subacromial debido al esfuerzo constante de la resistencia del agua y puede inflamarse también el tendón de la porción larga del bíceps braquial en su función estabilizadora articular.
2. **Lesiones de la espalda:** La lumbalgia mecánica es una de las causas más frecuentes de consulta en natación, debido fundamentalmente al gesto deportivo en estilos como pecho y mariposa, y también al trabajo de gimnasio con pesas que deben ejecutar los nadadores como parte de su preparación física, orientada a la fuerza muscular. Son esporádicos en nuestro medio los casos de patologías congénitas o traumáticas, como la espondilólisis y la espondilolistesis, las cuales están reportadas en la literatura del trauma deportivo.
3. **Lesiones de rodilla:** Principalmente relacionadas con algunos estilos, como pecho, en los que se combinan giros violentos con el desplazamiento en el agua, lo que en algunas ocasiones lleva a lesiones de los meniscos. Las manifestaciones tendinosas debidas al entrenamiento con pesas o a rutinas largas de entrenamiento se han observado como producto del sobreesfuerzo o la mala técnica en la ejecución de los estilos.

## REFERENCIAS

**Hernández A**, Historia de la natación, [www.i-natacion.com](http://www.i-natacion.com) 2002/2015

**Vandewalle** *Affiliated with Laboratoire de physiologie du travail UA CNRS 385 H, Peres G, Heller J, Panel J, Monod H*. Force-velocity relationship and maximal power on a cycle ergometer, Correlation with the height of a vertical jump, *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, September 1987, Volume 56, Issue 6, pp 650-656

**Newton R, Jones J, Kraemer WJ, Wardle H**, Strength and Power Training of Australian Olympic Swimmers; *Strength & Conditioning Journal*, Volume 24, Number 3, pages 7-15. 2002.

**Lindsay Carter JE, Ackland TR**, Kinanthropometry in Aquatic Sport: A Study of World Class Athletes, *HK Sport Science Monograph Series Vol. 5*, 1994.

**Hernández Teuma L**, Control Médico de la Natación carreras, Instituto de Medicina del Deporte, La Habana, Cuba, Documentos de Maestría. 1994.

**Nicot G**, Metodología para la programación de pruebas médicas en el macrociclo típico de entrenamiento en natación, Instituto de Medicina del Deporte, La Habana, Cuba, Documentos de Maestría. 1994.

**Marino FE**, Plan de control médico de la natación en Antioquia, División de Medicina Deportiva de Deportes Antioquia, documentos de trabajo, 2000.

**González RI**, Necesidad de los programas de desarrollo a largo plazo en la iniciación deportiva, Club Calameres Pilsen, Liga de Natación de Antioquia, 2000.

**Fonseca Aguilar I**, Téllez Armas M, Mesa Núñez R, Indicadores para la selección de talentos en natación, [www.monografias.com](http://www.monografias.com), 2014.

**McLeod I**, (2010) *Swimming anatomy*, Human Kinetics Publ. Champaign, USA.

**Levy A, Fuerst M**, (1993) *Sport Injuries Handbook*, Human Kinetics Publ. Human Kinetics Publ. Champaign, USA.

**Troup JP**, Hollander AP, Strasse D, Trappe SW, Cappaert JM, Trappe TA, *Biomechanics and Medicine in Swimming*, E and FN Spon Ed. London, 1996.

**Weltman A**, (1995) *The Blood lactate Response to Exercise*, Human Kinetics Monograph 4, Champaign, USA.

**Olbrecht J**. (2000) *The Science of Winning*, Swimshop, Luton, England.

**Janssen P**, (2001) *Lactate Threshold Training*, Human Kinetics Publ. Champaign, USA.