

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Química

“La Nutrición aplicada a jóvenes nadadores  
competidores de pruebas cortas”

Trabajo escrito vía curso de Educación Continua

Que para obtener el título de  
Química de Alimentos

Presenta  
Ana Laura Hernández Rubio

México D.F.

2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Agradecimientos

Este trabajo pone punto final a un periodo mas de mi vida: largo pero seguro, difícil pero lleno de éxitos...

Les agradezco porque fueron testigo de cinco años de constante lucha, entrega, dedicación, disciplina, trabajo y esfuerzo; aguantaron lo mismo que yo sin que nadie les preguntara si así lo querían, aguantaron más que yo porque además me aguantaron a mí, aguantaron todo lo que yo no hubiera aguantado sola...

Gracias a los mejores padres: a ellos les dedico toda mi carrera y lo que ella involucra. Esta tesis la dedico a mi papá porque siempre apoyó cualquier decisión que yo tomara, estuvo al pendiente de mis necesidades, me dio consejos de cómo afrontar las malas rachas y lo más importante de todo, me ha enseñado a tomar la vida con un mayor sentido del humor y con la mentalidad de que en esta vida no todo es trabajo. La dedico también a mi mamá porque ella siempre fue mi paño de lágrimas, la que se preocupaba por mis desvelos, tareas y exámenes, la que me hacía la comida para llevar, la que me imprimía los trabajos y lo más importante, me ha dado el mejor ejemplo de cómo ser una mujer luchadora, trabajadora y amorosa. No tengo cómo agradecer todo el apoyo, el amor y la comprensión que me tuvieron, “gracias” con todo mi corazón, los amo y recuerden que son el mejor ejemplo que puedo tener, soy gracias a ustedes...

Dany: jamás podré estar más agradecida contigo que en estos momentos. Has sido, sin discusión alguna, la única persona que me ha apoyado incondicionalmente, siempre has estado al pendiente de mí de cualquier manera, siempre has tratado de ayudarme en la medida de tus posibilidades, siempre me escuchaste y me diste ánimos. Eres otro gran ejemplo en mi vida: siempre siendo tan tú, haciendo lo que te gusta, disfrutando cada momento, defendiendo tu forma de ser... Gracias por todo “herma”, nada de esto sería igual sin ti.... Aunque seas del “Poli”

A toda mi familia (Hernández y Rubio): “Familia como la mía, no hay en el mundo entero”, eso me enseñaron a decir hace muchos años y hasta el día de hoy puedo asegurar que así es. Gracias por estar al pendiente de mí, por aguantar todas mis ausencias en los eventos familiares, por darme momentos inigualables y por enseñarme que lo verdaderamente valioso en una familia es la unión, la tolerancia y el respeto. Gracias en especial a mis abuelas Tere y Sol que son las cabezas de familia y han logrado mantenernos unidos, son unas grandiosas mujeres. Gracias a esas cuatro personas

que se han ido para convertirse en mis ángeles guardianes y que son cuatro ejemplos de vida: Mi abuelito Arturo, Alejandra, La "Rora" y mi abuelo "Don Regor", jamás los olvidaré... los amo.

A todos mis primos con los que he compartido momentos increíbles, son más que parte de mi familia, son mis amigos. Gracias por siempre tener algún motivo para reunirnos y pasarla como sólo nosotros lo hacemos, gracias por los viajes, las fiestas, las confesiones, los regaños, los consejos, los llantos. Gracias por todo lo que hemos construido, por seguir siendo una familia única, por estar ahí cuando se les necesita, por el apoyo incondicional y simplemente por ser "mis primos".

A mis amigos de esta inolvidable Facultad de Química: Lili, Ana Gaby, Maty, Aarón, Diana, Dennis, Jessy, Alfredo, Moi y Yamani, y a los que no son de la "Fac" pero sí Universitarios: Armando y Daniel. Gracias por todos los excelentes momentos que vivimos dentro y fuera de la "Fac", estoy convencida de que jamás los olvidaré y que serán tan buenos profesionistas como personas. Gracias por dejarme conocerlos, abrirme un espacio en sus vidas y sobre todo por compartir tantos y tantos momentos juntos. Sé que no nos encontramos en el camino sólo por casualidad, hay mucho más que compartir y disfrutar. Aquí estaré siempre para ustedes, los adoro...

Prax: fuiste un motor en mi paso por la Facultad, no sólo lograste que pasara Física, sino que además le agarré el gusto. Nunca voy a olvidar todo el apoyo y la confianza que me diste; definitivamente eres una persona a la que admiro, valoro y quiero mucho. Gracias por todos los consejos que me diste y por mostrarte ante mí no sólo como un excelente profesor sino como un muy buen amigo.

A Raúl Porta y a todo el equipo representativo de Natación de la UNAM: son la parte complementaria de mi vida, no sería la mujer que soy si no hubiera formado parte de este equipo. Fueron la mejor medicina para mi estrés, el único lugar donde todos compartíamos un mismo gusto y pasión: nadar. El lugar donde no había mayor preocupación que aguantar un entrenamiento. Gracias por enseñarme el verdadero gusto por el deporte.

Rodrigo: tienes un apartado especial en mi vida, eres el ejemplo del mejor amigo. Gracias por compartir estos cinco años conmigo, eres parte de este triunfo. Gracias por estar siempre tan cerca de mí, a pesar de que nuestras vidas tomaron caminos distintos jamás me hiciste a un lado. Me has enseñado tantas cosas que sería imposible no tener algo de ti en mí. Cómo lo dijiste algún día: siempre estaremos involucrados el uno con el otro. De todo corazón mil gracias. Te adoro.

Jalal: no pude haber cerrado mejor esta etapa de mi vida que en compañía de alguien tan especial como tú. Has sabido apoyarme, aconsejarme, y aguantarme este último año de carrera.

Estoy convencida que esto no sería lo mismo sin ti, sin tu sentido del humor, sin tu opinión, sin tu manera de ver la vida. Gracias por dejarme darle a tu vida un poco de química y por darle a la mía un poco de psicología. Gracias por darle a mi vida esa chispa que tanto le hacía falta, sé que he encontrado a un hombre ejemplar. Te amo.

Gracia a Dios por todo lo que me ha dado, lo que no, y lo que me ha enseñado a conseguir por mí misma...

## **JURADO ASIGNADO:**

**PRESIDENTE:** Profesora: María Elena Cañizo Suárez

**VOCAL:** Profesora: Lucía Cornejo Barrera

**SECRETARIO:** Profesora: Rosa María Argote Espinosa

**1er. SUPLENTE:** Profesora: Liliana Rocío González Osnaya

**2° SUPLENTE:** Profesora: Ma. Alejandra Quiñones Peña

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:** BIBLIOTECA CENTRAL CU Y BIBLIOTECA FACULTAD DE QUÍMICA

**ASESOR DEL TEMA:** Q.F.B. MA. ELENA CAÑIZO SUÁREZ  
(nombre y firma)

**SUSTENTANTE (S):** ANA LAURA HERNÁNDEZ RUBIO  
(nombre y firma)

# ÍNDICE

	Página
<b>Objetivos</b> .....	1
<b>Introducción</b> .....	1
<b>1. Fisiología y bioquímica del deporte</b> .....	3
1.1 Aspectos biológicos del ejercicio físico.....	3
1.2 Utilización de la energía.....	8
1.3 Frecuencia cardiaca, MET, y VO <sub>2</sub> .....	13
1.4 Ejercicio anaeróbico.....	14
1.5 Características fisiológicas del nadador.....	17
<b>2. Nadadores jóvenes de nivel competitivo</b> .....	19
2.1 Características de su etapa de desarrollo.....	19
2.1.1 Adolescentes.....	19
2.1.2 Adultos jóvenes.....	21
2.2 Preparación física.....	22
2.3 Relación entrenamiento y crecimiento.....	25
2.4 Estilo de vida, cultura y entrenabilidad del nadador.....	30
2.5 Natación competitiva de velocidad: 50 y 100 metros.....	31
<b>3. La nutrición en la natación: Entrenamiento, Competencia, y Recuperación</b> .....	33
3.1 Requerimiento energético durante el entrenamiento.....	33
3.1.1 ¿Por qué aumentar el consumo de hidratos de carbono?.....	34

3.1.2	Requerimiento de proteína.....	37
3.1.3	Requerimiento de grasa.....	38
3.1.4	Hidratación previa al entrenamiento y competencia.....	40
3.2	Requerimiento energético para la competencia.....	41
3.3	Requerimientos para una correcta recuperación.....	45
3.3.1	Rehidratación.....	47
<b>4.</b>	<b>Agua y Micronutrientes.....</b>	<b>49</b>
4.1	Hidratación.....	49
4.1.1	Sed, sudoración y orina.....	51
4.1.2	Consumo de agua en nadadores.....	54
4.2	Vitaminas y minerales.....	55
4.3	Suplementación.....	63
	Tabla 1: Vitaminas liposolubles.....	72
	Tabla 2: Vitaminas hidrosolubles.....	73
	Tabla 3: Macrominerales.....	74
	Tabla 4: Microminerales.....	75
<b>5.</b>	<b>Diseño de menús para nadadores.....</b>	<b>76</b>
5.1	Diseño del menú para periodo de entrenamiento de natación de alta intensidad.....	78
5.1.1	Cálculo de la recomendación dietética para nadadores.....	78
5.1.2	Guía alimentaria para mujeres.....	80
5.1.2.1	Sugerencia de menú para mujeres nadadoras durante el periodo de entrenamiento (medio a intenso) y de hora y media de duración.....	81
5.1.3	Guía alimentaria para hombres.....	82
5.1.3.1	Sugerencia de menú para hombres nadadoras durante el periodo de entrenamiento (medio a intenso) y de hora y media de duración.....	83

5.2 Diseño del menú para periodo de entrenamiento de natación de baja intensidad.....	84
5.2.1 Cálculo de la recomendación dietética para nadadores.....	84
5.2.2 Guía alimentaria para mujeres.....	86
5.2.2.1 Sugerencia de menú para nadadoras durante un día de entrenamiento de baja intensidad: una hora, de dos a tres veces por semana.....	86
5.2.3 Guía alimentaria para hombres.....	88
5.2.3.1 Sugerencia de menú para nadadores durante un día de entrenamiento de baja intensidad: una hora, de dos a tres veces por semana.....	89
5.3 Alimentación para la competencia.....	90
5.3.1 Comida ejemplo para la competencia matutina.....	90
5.3.2 Comida ejemplo para la competencia vespertina.....	91
5.4 Alimentación para una correcta recuperación.....	92
5.4.1 Comida ejemplo para mujeres.....	92
5.4.2 Comida ejemplo para hombres.....	93
Tabla 2. Ejemplos de índice glicémico (IG) de los alimentos ricos en HC.....	94
Tabla 3. Alimentos ricos en proteínas para los deportistas.....	95
<b>6. Intervención.....</b>	<b>96</b>
Diseño de un Programa de Educación en Nutrición para nadadores jóvenes del equipo de Natación de la UNAM.....	97
<b>Conclusiones.....</b>	<b>104</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>107</b>

### **Abreviaturas utilizadas**

ATP = adenosin-trifosfato

CP = creatin-fosfato

FC = frecuencia cardiaca

g = gramos

HC = hidratos de carbono

IDR = Ingesta Diaria Recomendada

IG = Indice glicémico o glucémico

IMC = Indice de masa corporal

IMG = Indice de masa grasa

K = potasio

kcal = kilocalorías

kg = kilogramo

lpm = latidos por minuto

MC = masa corporal

Met = equivalente metabólico

mL = mililitros

mmol = milimol

Na = sodio

OA = origen animal

RC = ritmo cardiaco

VO<sub>2</sub>MAX = volumen de oxígeno máximo

## **Objetivo general**

- Generar conciencia sobre la importancia de contar con un adecuado Plan de Nutrición y aplicarlo para el desempeño óptimo de nadadores competidores de pruebas cortas.

## **Objetivos particulares**

- Explicar los requerimientos energéticos de jóvenes nadadores que realizan pruebas cortas de 50 y 100 metros, y su importancia durante el entrenamiento.
- Explicar los requerimientos energéticos de jóvenes nadadores que realizan pruebas cortas de 50 y 100 metros, y su importancia en la etapa de competencia.
- Diseñar dietas adecuadas para nadadores que entrenan y compiten en pruebas cortas.
- Diseñar un Programa de Educación Nutricional para jóvenes nadadores en todas las etapas de entrenamiento y competencias.

## **Introducción**

Como practicante de esta disciplina deportiva, he observado que la nutrición no sólo despierta gran interés en los nadadores, sino también, suele ser un tema muy manipulable y que incurre constantemente en falsedades; por ello encontré útil y benéfico desarrollar este tema para informar y recomendar, de una manera más correcta y amplia, cómo llevar una adecuada alimentación y las implicaciones que ésta tiene en el desempeño de un nadador.

Los nadadores pasan una cantidad considerable de tiempo en el agua para perfeccionar técnicas que superen la resistencia al avance y para hacer más eficiente la utilización de energía proveniente de los alimentos, para el trabajo muscular tanto en condiciones aeróbicas como anaeróbicas. Quizá no haya otro deporte donde deba pasarse tanto tiempo entrenando para obtener incrementos pequeños de mejoría.

Dentro del ámbito de la natación, las competencias están divididas en pruebas de velocidad, de distancia media y larga; el presente trabajo estará enfocado en pruebas de velocidad (50-100 m) que habitualmente duran menos de dos minutos y la energía utilizada es predominantemente anaeróbica, ésta es necesaria para sostener un alto nivel de producción de potencia y la mayor parte de ella (mas del 55%) debe proceder del glucógeno y de la fosfocreatina.

Los nadadores de alto nivel que generalmente son estudiantes jóvenes y adultos jóvenes universitarios deben efectuar varias sesiones de entrenamiento al día en la alberca para lograr mejoría en su velocidad. Todo este tiempo de prácticas tiene un alto costo de energía y requerimientos nutrimentales que deben tenerse en cuenta al desarrollar un plan de entrenamiento (Benardot, 2001).

El consumo diario de energía en varones nadadores de velocidad durante el entrenamiento es alrededor de 15-20 MJ (4000-5000 kcal) y para damas de 8-11 MJ (2000-2600 kcal) (Burke, 2007), con un requerimiento de proteína hasta del 18% (2.2-3.2 g/kg peso corporal) y de minerales como calcio, potasio y fósforo (2.5, 5 y 3 g/día respectivamente) (Ahuerma, 1997). Así mismo, se necesita aumentar el consumo de agua ya que durante el ejercicio anaeróbico existe más sudoración y por lo tanto mayor riesgo de deshidratación (Burke, 2007).

Este trabajo pretende ser una guía para jóvenes nadadores de élite que se especializan en pruebas de velocidad con el fin de ayudarles a comprender la importancia de una correcta alimentación en la actividad que desarrollan y así lograr que cubran sus requerimientos energéticos y de nutrimentos para lograr el mejor desempeño ya que ser deportista de nivel competitivo requiere de una gran responsabilidad y compromiso por parte del nadador.

## **Desarrollo del tema**

### **1. Fisiología y bioquímica del deporte**

La nutrición y el ejercicio guardan relación íntima en aspectos como composición corporal, suficiencia muscular, capacidad respiratoria y cardiovascular. Entre los factores determinantes del desempeño o rendimiento deportivo están aspectos cualitativos, cuantitativos, psicológicos y cronológicos relacionados con el consumo de alimentos y líquidos (Krause, 1999).

Una nutrición adecuada puede permitir una mejor ejecución, prevenir lesiones, facilitar la recuperación tras el ejercicio, conseguir que se alcance un peso corporal correcto, mejorar los hábitos de vida o simplemente mantener un estado general de buena salud.

#### **1.1 Aspectos biológicos en el deporte**

Energía es la potencia activa de un organismo. Cualquier proceso metabólico libera o requiere un aporte de energía indispensable para el mantenimiento de la vida. El organismo necesita energía para cubrir sus requerimientos basales que es el gasto por el sólo hecho de vivir, la termorregulación, el crecimiento, las necesidades por la actividad que realiza y la acción dinámico-específica, que es el gasto de energía que el organismo realiza para metabolizar los alimentos.

Las unidades que se utilizan para medir la energía son la caloría y el joule. Caloría es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua de 14.5 a 15.5 °C, bajo la presión atmosférica normal. Cuando nos referimos a las calorías de la dieta, son siempre kcal (1000 cal = 1kcal).

El Joule es una unidad de energía equivalente al trabajo producido por la fuerza de un newton, cuyo punto de aplicación se desplaza un metro en la dirección de la fuerza.

La equivalencia entre estas unidades es la siguiente:

$$1\text{kcal} = 4.2\text{ kJ}$$

$$1\text{kJ} = 0.24\text{ kcal}$$

Los nutrimentos se metabolizan en el organismo y son reducidos a sus principios básicos que proporcionan:

$$1\text{ g de hidratos de carbono: } 4\text{kcal} = 17\text{kJ}$$

1 g de proteína: 4kcal = 17kJ

1 g de lípido: 9kcal = 38kJ

1 g de alcohol: 7kcal = 29kJ

La contribución de la actividad física al Gasto Energético Total es muy variable. Puede ir desde el 10% en personas inválidas hasta el 50% en atletas. El gasto de energía también puede variar considerablemente dependiendo del tamaño corporal y de la eficacia de los hábitos individuales de movimiento. El nivel de condición física también afecta el gasto de energía de la actividad voluntaria debido a la mayor masa muscular (Krause, 1996).

La cantidad de energía que se consume durante una actividad particular depende de la intensidad y la duración de la misma, así como de las características personales del deportista, como sexo, edad, talla, estado de maduración y nivel de entrenamiento. Esto es, se necesita más energía para iniciar una contracción muscular que para conservarla, razón por la cual los deportes que necesitan contracción muscular repetitiva, como en el caso de la natación, utilizan más energía que aquéllos en los que interviene en mayor grado la conservación de la contracción muscular.

El organismo humano aumenta su capacidad funcional con el entrenamiento. Con él se busca perfeccionar el rendimiento del organismo en las cinco formas motoras: coordinación, flexibilidad, fuerza, velocidad y resistencia. Cada uno de estos aspectos tiene sus limitaciones como son la antropometría, la masa muscular, la flexibilidad de las articulaciones y de la piel, la contracción y viscosidad muscular y la coordinación entre sistema muscular y el sistema nervioso.

En la actividad física intervienen todos los órganos y sistemas del cuerpo y se produce una adaptación al uso. Según el tipo de ejercicio, se presentan cambios morfológicos, fisiológicos y de comportamiento en el organismo. En el entrenamiento hay procesos simultáneos de destrucción y de reparación, en el cual los materiales perdidos se producen en cantidad excesiva. La fatiga producida por el ejercicio agudo se supera proporcionando al organismo mayor capacidad para resistir una fatiga adicional.

Para que el organismo funcione adecuadamente, debe mantenerse la homeostasis del medio interno; para que esto ocurra en condiciones de estrés debe haber buena coordinación entre la respiración, la circulación y la termorregulación. Significa que a pesar de la alteración del medio interno producida durante el esfuerzo, al entrar en funcionamiento los mecanismos reguladores que el organismo posee, se tiende a mantener niveles convenientes de glucemia, el equilibrio ácido-básico y suficiente provisión de oxígeno. Cuando alguno de estos factores falla, el deportista experimenta torpeza mental, fatiga y mareo. Deben reconocerse estos síntomas y reducir la velocidad del ejercicio o suspenderlo, ya que de no ser así, la falla se acentúa y puede producirse colapso y coma.

En todos los deportes, un aspecto de máxima importancia en el rendimiento es la temperatura corporal. La temperatura normal en reposo varía entre los 36 y 37 °C, la cual se mantiene dentro de estos límites por la acción de los centros termorreguladores del hipotálamo. La principal fuente de calor del organismo es el metabolismo, por lo tanto, se intensifica con el ejercicio. En cuanto a la pérdida de calor, se produce por un intercambio del organismo, a través de la piel, con el medio externo. La sudoración juega un papel de mucha importancia ya que el agua, al evaporarse, permite al cuerpo perder calor. En condiciones de elevada humedad relativa, el sudor puede gotear sin evaporarse y por lo tanto, no llega a enfriar la piel.

A la misma temperatura se pierde más calor en el agua que en el aire, porque el agua es más conductora. En un ambiente frío, el organismo trata de mantener el calor interno mediante vasoconstricción periférica, disminución del sudor y cuando el frío es muy intenso, con una actividad involuntaria que es tiritar.

El aumento de la temperatura corporal, producido por el ejercicio, pone a prueba los mecanismos de la termorregulación. Con el entrenamiento, el deportista adquiere mayor tolerancia al aumento de la temperatura corporal, porque aumenta el volumen cardíaco por minuto, permitiendo una irrigación cerebral adecuada.

El aumento de la temperatura en el músculo en ejercicio permite un mayor aporte de oxígeno a las fibras musculares y disminuye la viscosidad interna del protoplasma muscular, que es favorable al rendimiento.

Uno de los problemas más frecuentes causados por exceso de ejercicio es el calambre que es el resultado de la pérdida de agua y sal por el sudor. El agotamiento se

presenta como cefalea, mareos y vómito. El golpe de calor es un estado grave que puede llevar hasta la muerte. Es necesario que los deportistas reconozcan los primeros síntomas y abandonen el ejercicio para someterse a tratamiento médico adecuado y así evitar el golpe de calor y sus consecuencias (Ahuerma, 1997).

#### Sistema nervioso

Existe un “feedback” entre el sistema nervioso y el entrenamiento físico. El sistema nervioso juega un papel importante en la adaptación de la persona a las cargas y a su vez, las cargas de entrenamiento crean nuevas coordinaciones. Estos cambios formarán las bases para el desarrollo de los hábitos de movimiento y perfeccionarán la cooperación entre los distintos sistemas orgánicos, incluyendo los mecanismos metabólicos de una persona.

#### Sistema muscular

El cuerpo humano contiene alrededor de 400 músculos, lo que supone aproximadamente un 40-50% de su peso total. El crecimiento muscular sigue un modelo similar al del crecimiento óseo. Las fibras musculares aumentan en tamaño pero no en número durante la infancia y adolescencia. Los niveles de testosterona generados por los muchachos en la adolescencia producen un aumento en la hipertrofia muscular. Los valores máximos en el cambio muscular se dan alrededor de los 16 años para las mujeres y entre los 30 y 40 años para los varones. Las mujeres tienden a desarrollar valores máximos de fuerza en las extremidades superiores alrededor de los 14 años aproximadamente, mientras que los hombres continúan ganando fuerza hasta los 30 años. Las mujeres continúan mejorando la fuerza de las piernas hasta la edad de 17-18 años.

Como es sabido, el músculo está formado por miles de fibras musculares. Estas fibras musculares no son idénticas. Existen diferentes tipos y esto tiene implicaciones sobre el rendimiento en natación. Los tipos de fibras musculares son dictadas por las características de la unidad motora a la que pertenece la fibra. Las unidades motoras se caracterizan por su velocidad, fuerza y resistencia (duración que una fibra muscular puede tener para contraerse sin pérdida de tensión) (Tabla 4).

Tabla 4. Características de las unidades motoras

Velocidad	Las fibras musculares se clasifican como fibras de contracción rápida o de contracción lenta.
Fuerza	Las fibras musculares se clasifican como de fuerza alta, media o baja
Resistencia	Las fibras musculares se clasifican como resistentes a la fatiga o fatigables

Debido a estas características de las unidades motoras, éstas se pueden clasificar en uno de los siguientes tres tipos:

1. Contracción lenta, oxidativa (se contraen con presencia de oxígeno como fuente principal de energía). Se caracterizan por una velocidad de contracción lenta, baja producción de fuerza y elevada resistencia (resistente a la fatiga).
2. Contracción rápida, oxidativa y glucolítica. Se caracterizan por su rapidez de contracción y moderada producción de fuerza y resistencia a la fatiga.
3. Contracción rápida glucolítica. Se caracterizan por su rápida velocidad de contracción, elevada producción de fuerza y baja en resistencia.

Los nadadores que compiten en pruebas de velocidad tienen un elevado porcentaje de fibras rápidas. Con un entrenamiento apropiado, las fibras glucolíticas anaeróbicas, de contracción rápida pueden ser modificadas temporalmente hacia fibras glucolíticas oxidativas de contracción rápida, lo que promueve una mejora en el nivel de resistencia en el músculo. Los tipos de fibras no cambian, sólo ganan algo de resistencia (Navarro, 2003).

#### Sistema cardiovascular

El sistema cardiovascular es el responsable del transporte de oxígeno y de los nutrientes que son esenciales para la supervivencia. Cualquier sistema de circulación tiene tres elementos esenciales: una bomba, un sistema de canales y un medio fluido. El corazón, los vasos sanguíneos y la sangre cumplen respectivamente estos papeles.

El sistema cardiovascular juega un importante papel en la capacidad del organismo para responder al incremento de las demandas de ejercicio durante la práctica de natación. Es uno de los responsables del transporte de oxígeno a las zonas musculares implicadas en

la actividad. Los principales determinantes del transporte de oxígeno son el gasto cardiaco (producto de la frecuencia cardiaca por el volumen latido) y la diferencia arterio-venosa de oxígeno (diferencia de los contenidos de oxígeno en la sangre arterial y venosa).

Las contribuciones de los sistemas dependen de diversos factores:

1. El ritmo de nado (intensidad). Las velocidades más rápidas requieren una contracción muscular rápida; la energía debe ser suministrada rápidamente.
2. Duración. Pruebas más largas requerirán una proporción mayor de energía aeróbica.
3. La capacidad del nadador para consumir, transportar y utilizar oxígeno. El nadador capaz de utilizar más oxígeno durante el transcurso de la prueba será capaz de mantenerse más tiempo en la glucólisis aeróbica y producir menos ácido láctico, reduciendo, por tanto, el nivel de fatiga.
4. La eficiencia de brazada, la técnica y la habilidad. La mecánica de una brazada eficiente requiere menos energía para nadar en cualquier ritmo de velocidad para cualquier distancia.
5. Periodos de recuperación entre esfuerzos. Relación entre ejercicio y recuperación.
6. El estado nutricional del nadador (Navarro, 2003).

## **1.2 Utilización de energía**

El desarrollo de alguna actividad física depende de un suministro energético adecuado a las fibras musculares responsables del proceso de contracción.

La energía se almacena en el organismo principalmente en forma de glucógeno (hidratos de carbono) y triglicéridos (grasas). Esta energía procede de hidratos de carbono, proteínas, grasas y alcohol, contenidos en los alimentos que consumimos.

La liberación de energía se realiza mediante mecanismos fisicoquímicos muy complejos en los que el principal protagonista es el adenosin-trifosfato (ATP) que transfiere a las células la energía mediante la rotura del enlace fosfato, transformándose en adenosin-difosfato (ADP).

Sin embargo, la concentración de ATP en el interior de las células es limitada, se sitúa en torno a 5-6  $\mu\text{mol}$  por gramo de fibra muscular, cantidad muy escasa, que sólo

aporta energía para contracciones intensas durante 2-4 segundos. Para poder mantener la actividad muscular, exceptuando los primeros segundos, es necesario que se vaya formando continuamente nuevo ATP.

Para evitar el agotamiento de ATP, los procesos de utilización del ATP deben estar equilibrados con aquellos que los generan. Cuando se presenta un desequilibrio entre estos dos procesos, interviene el ácido creatin-fosfato (CP) el cual pierde un radical fosfórico que va a reconstruir la molécula de ATP.

El creatín fosfato o fosfocreatina (PCr) es un compuesto energético almacenado en músculo, de utilización inmediata, que constituye una reserva primaria de energía ya que se encuentra en concentraciones 5-6 veces mayores que el ATP (25-50  $\mu\text{mol/g}$  de músculo). La utilización de la fosfocreatina está limitada por su escasa concentración y por la pequeña cantidad de ATP que genera, que puede ser de 0,6 moles en el hombre y 0,3 moles en la mujer. Por lo tanto es evidente que este sistema presenta una baja rentabilidad energética y que sólo puede suministrar energía durante muy poco tiempo (actividades explosivas de 5-10 segundos). Durante los primeros segundos de una actividad muscular intensa, tal como un sprint, el ATP se mantiene a un nivel relativamente constante, pero la concentración de CP disminuye rápidamente. Sin embargo, al llegar al agotamiento, tanto ATP como CP presentan niveles muy bajos y son incapaces de suministrar energía para contracciones musculares adicionales. La recarga de creatina (Cr) para formar de nuevo CP sólo se hace a partir de ATP neoformado, por lo que la célula debe poseer dicha disponibilidad metabólica (energía o ATP procedente del combustible alimentario) o estar en recuperación o relajación muscular.

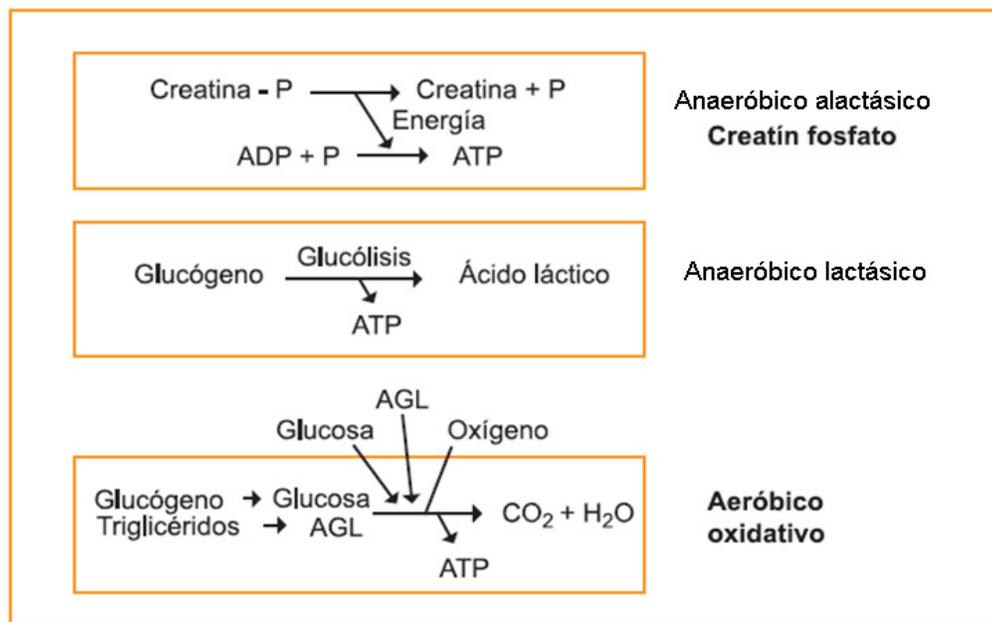
Al conjunto creatín fosfato-ATP se le denomina sistema del “fosfágeno” o también sistema anaeróbico alactásico, la utilización de la fosfocreatina implica una resíntesis de ATP mediante reacciones en las que no interviene el oxígeno y no produce productos de desecho tales como el ácido láctico.

El sistema del ácido láctico, también denominado anaeróbico láctico o lactásico, permite un suministro rápido de energía, aunque menor que el del fosfágeno mencionado, y asimismo no depende de oxígeno. Utiliza como sustrato energético el glucógeno muscular, que mediante la glucogenólisis pasa a glucosa, la cual es metabolizada por vía anaeróbica conduciendo a ácido láctico (glucólisis anaeróbica) (Figura 1). El sistema permite obtener ATP por el proceso denominado fosforilación a nivel de sustrato. Esta vía metabólica pone la energía a disposición muscular rápidamente, de forma que por cada 180 g de glucógeno pueden resintetizarse 3 moles de ATP. Un inconveniente de este

sistema energético, además de su baja rentabilidad energética, es la generación y acumulación de ácido láctico en los músculos y líquidos corporales. La reducción del pH muscular afecta negativamente la contracción del músculo y la actividad de las enzimas implicadas en la propia glucogenólisis. De hecho, durante el ejercicio la producción útil es sólo de 1 a 1.2 moles de ATP; debido a que los músculos y la sangre sólo pueden tolerar 60-70 g de ácido láctico y la tasa de producción de ATP supondría la formación de 180 g de ácido láctico, se considera una cantidad peligrosa para el funcionamiento orgánico (González, 2005).

Mediante el sistema aeróbico u oxidativo (Figura 1), que implica la utilización de oxígeno, como su nombre indica, se pueden metabolizar además de hidratos de carbono (glucólisis aeróbica), grasas y proteínas (e incluso alcohol cuando esté presente) que, como es conocido, rinden finalmente  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  en los cuatro casos, así como urea cuando se metaboliza proteína. El sistema aeróbico es un mecanismo de provisión energética lenta, que depende de oxígeno. Lo más destacable de éste, es su gran capacidad de aporte energético en función de las grandes reservas de sustratos oxidables, especialmente grasas, y del alto rendimiento del sistema.

Figura 1. Sistemas energéticos utilizados en el ejercicio.



AGL: ácidos grasos libres, ADP: adenosin difosfato, ATP: adenosin trifosfato

La utilización de la glucosa en la vía oxidativa aeróbica (fosforilación oxidativa) supone la combustión completa mitocondrial, mediante la participación de sus intermediarios metabólicos en el ciclo de Krebs y la transferencia de sus electrones por la cadena respiratoria hasta el aceptor final (oxígeno). El proceso conlleva la descomposición hasta  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  (subproductos que, a diferencia del ácido láctico, no modifican el pH y no ocasionan fatiga alguna) y produce 38 ATP por mol de glucosa (es decir, es 19 veces más rentable que la vía anaeróbica). La capacidad energética potencial de los depósitos de glucógeno por esta vía es de 1.055 kcal, partiendo de 270 g de glucógeno muscular.

La utilización del ácido pirúvico, metabolito intermediario resultante de la glucólisis, ya sea por la vía metabólica anaeróbica (conducente a la producción de ácido láctico) o por la vía metabólica aeróbica, no depende de que la célula contenga o no oxígeno, puesto que no se ha demostrado que sea preciso un entorno de hipoxia tisular para que se produzca glucogenólisis y ácido láctico, sino de la disponibilidad o no del  $\text{O}_2$  para satisfacer las demandas energéticas de la célula muscular. Sólo si la disponibilidad de  $\text{O}_2$  es insuficiente en un momento dado, o de forma más o menos mantenida en el tiempo, el flujo metabólico del ácido pirúvico se dirigirá en mayor o menor medida hacia la producción de ácido láctico, con activación de la enzima láctico-deshidrogenasa. Si la disponibilidad es más que suficiente, como ocurre durante la mayor parte del tiempo de actividad de dicha célula muscular, el ácido pirúvico sufrirá un proceso de descarboxilación oxidativa irreversible, que lo transformará en acetil-CoA, e ingresará en el ciclo de Krebs para su combustión completa.

Por lo que se refiere a la grasa, los ácidos grasos, bien almacenados como triglicéridos intramusculares o bien procedentes de la sangre circulante, entran en la vía metabólica de la  $\beta$ -oxidación mitocondrial, que conlleva la producción de unidades de acetil-CoA y su entrada en el ciclo de Krebs. Pueden llegar a producirse 9 moléculas de ATP por cada átomo de carbono que integre el ácido graso (el ácido palmítico, de 16 carbonos, genera 130 moléculas de ATP en su combustión o el ácido esteárico, de 18 carbonos, genera 147 moléculas de ATP en su combustión), mientras que la glucosa tan sólo aporta 6 moléculas de ATP por átomo de carbono oxidado.

La grasa que puede proveer energía se encuentra en el depósito adiposo, movilizado en la sangre en forma de ácidos grasos que llegan al músculo para ser metabolizados, en los triglicéridos propios del músculo y en los ácidos grasos sanguíneos;

la contribución porcentual de cada uno depende de la intensidad del ejercicio, tiempo de práctica del mismo, repetición de pruebas, etc. Así, por ejemplo, en ejercicios aeróbicos intensos el papel de los triglicéridos musculares es fundamental, mientras que cuando es ligero tienen una gran importancia los ácidos grasos provenientes de la lipólisis adiposa.

En cuanto a la proteína, su capacidad potencial de provisión energética es también elevada pero mucho menor que la de la grasa. Teniendo en cuenta la proteína máxima utilizable, aproximadamente 12kcal (3 kg de proteína corporal utilizable metabólicamente x 4 kcal/g), la utilización de la proteína como fuente energética es escasa y no supera el 5% de los requerimientos energéticos celulares. Además, a mayores reservas orgánicas de hidratos de carbono y lípidos, menor es la participación de las proteínas en el metabolismo energético. Para su contribución como combustible energético algunos aminoácidos pueden transformarse en glucosa mediante la gluconeogénesis. Alternativamente, pueden transformarse en intermediarios del metabolismo oxidativo, tales como piruvato y acetil-CoA, entrando en el proceso de oxidación.

La metabolización aeróbica de hidratos de carbono, grasas y proteínas es capaz de cubrir las exigencias energéticas de cualquier modalidad deportiva. Así entonces, la implantación de uno u otro sistema depende no sólo de su velocidad metabólica, capaz de suministrar ATP en el momento que se necesite, sino también de la capacidad de irrigación muscular con el adecuado aporte de oxígeno.

Aunque los lípidos constituyen un combustible fundamental durante los esfuerzos prolongados, los hidratos de carbono continúan siendo muy importantes, especialmente durante el comienzo de la prueba, aunque cediendo posteriormente el paso de manera lenta pero continuada a los lípidos.

Cuando el ejercicio se prolonga durante un tiempo demasiado largo pueden desarrollarse situaciones de hipoglucemia que contribuyen a la aparición de fatiga, no por falta de sustratos energéticos para el músculo que aún dispone del suministro de ácidos grasos libres, sino por la falta de glucosa para el cerebro, que depende casi exclusivamente de ésta para sus necesidades energéticas.

La mayor resistencia a la fatiga de los deportistas bien entrenados se debe, en parte, a su menor sensibilidad a la hipoglucemia y a la mejor adaptación del sistema nervioso a esta situación (González, 2005).

Finalmente, la natación a nivel competitivo se considera un ejercicio de elevada intensidad, en donde se requiere un gasto de energía más de nueve veces superior al correspondiente gasto energético basal (Tabla 1).

Tabla 1. Utilización energética (kcal) por hora y según el peso corporal en Natación.

Natación	Actividad muy moderada			Actividad intensa		
	kg	50	55	kg	50	55
kg	45	50	55	45	50	55
kcal/h	192	211	230	424	500	551

Adaptado de Rafael Ramos Galván, Alimentación normal en niños y adolescentes. El Manual Moderno, México, 1985.

### 1.3 Frecuencia cardiaca, MET y $VO_{2MÁX}$

La captación de oxígeno guarda relación directa con la frecuencia cardiaca y por ello es posible medir el gasto de energía de una persona que realiza una actividad, al medir la frecuencia cardiaca durante ésta. Se utilizan los equivalentes metabólicos (MET) para clasificar los niveles de actividad.

$VO_{2MÁX}$  es un índice del ingreso máximo de oxígeno señalado en litros de gas consumido por kilogramo de peso corporal por minuto. Es sinónimo de resistencia cardiorrespiratoria y es el mejor índice de adecuación física aeróbica. Representa la capacidad de resíntesis de ATP por medios aeróbicos.

La cantidad de oxígeno que puede llegar a los tejidos depende de la eficacia del aparato respiratorio, del circulatorio y de la composición sanguínea. El valor promedio, para el adulto sano, de la máxima cantidad de oxígeno que puede absorber el organismo durante el trabajo muscular es de cuatro litros por minuto.

Un factor importante que debe tomarse en cuenta es la altitud, ya que a nivel del mar se alcanza el máximo, pero a medida que aumenta la altura sobre el nivel del mar, hay un enrarecimiento del oxígeno del aire y por lo tanto una mayor dificultad para captarlo, por lo que se necesita de un periodo de adaptación en el cual el organismo trata de compensarse aumentando la producción de eritrocitos y de hemoglobina.

Teóricamente, una mayor captación de oxígeno significa un aumento de la capacidad del corazón para bombear sangre, de los pulmones para ventilar mayores

volúmenes de aire y de las células musculares para captar el oxígeno y eliminar el dióxido de carbono.

Un MET es un múltiplo del metabolismo en reposo. Un MET equivale al consumo de oxígeno de un sujeto en reposo, que es de 3.6 mL de oxígeno/kg de peso corporal/minuto. Es una medida del oxígeno consumido y por consecuencia, de la energía gastada. Un litro de oxígeno utilizado equivale al consumo de energía de unas 5 kcal (Krause, 1996).

Durante una sesión de ejercicios vigorosos, la captación de oxígeno puede aumentar de 8 a 12 veces. La captación de oxígeno de personas entrenadas en buenas condiciones físicas será alrededor de 10 MET.

El ritmo cardiaco máximo puede determinarse mediante una prueba de tolerancia al ejercicio o bien teóricamente, se calcula que es  $220 - \text{la edad}$ . En un esfuerzo submáximo se calcula de la siguiente manera:  $180 \text{ a } 200 - \text{la edad}$ , y para medir la reserva del ritmo cardiaco:  $\text{RC máximo} - \text{RC en reposo}$ . El ritmo cardiaco objetivo o de entrenamiento será de 75% de la reserva del ritmo cardiaco (representa el nivel de entrenamiento seguro y efectivo para cualquier persona) + el RC en reposo.

Otro dato importante en la valoración del rendimiento es el control de la tensión sanguínea, que expresa la presión que ejerce la sangre en las arterias, debido al bombeo del corazón y a la resistencia de los vasos sanguíneos al flujo de la sangre. Se expresa con dos valores: la presión sistólica, es el valor mayor y corresponde al momento en que el corazón se contrae y expulsa la sangre, y la presión diastólica que es el valor menor que corresponde al momento en que el corazón se relaja y vuelve a llenarse mientras la sangre fluye hacia las venas (Ahuerma, 1997).

## **1.4 Ejercicio anaeróbico**

El ejercicio se puede clasificar en tres grupos, teniendo en cuenta la intensidad, la duración y el mecanismo metabólico implicado en su realización: anaeróbico alactásico, anaeróbico lactásico y aerobio.

En el primero la fuente de energía la constituyen los fosfágenos: el ATP y el CP, la intensidad del esfuerzo para llevarlo a cabo supera el 200% del  $\text{VO}_{2\text{MÁX}}$  y las 190

pulsaciones por minuto, midiéndose la duración en segundos. Se pueden obtener 25 kcal/min de esta reacción. En el anaeróbico lactásico, el recurso energético es la glucosa degradada de forma anaeróbica; aquí la intensidad determinada por el  $VO_{2MÁX}$  oscila entre el 100% y el 200%, siendo la FC similar a la anterior, la duración se expresa en minutos. De la reacción anaeróbica lactásica se obtienen de 15 a 20kcal. En el ejercicio aeróbico, las fuentes de energía son la glucosa y los ácidos grasos en combinación con el oxígeno y se pueden obtener 15 kcal/min. Alcanza entre 85% ó 90% del  $VO_{2MÁX}$  y los 180 lpm de FC, el músculo utiliza la glucosa, la duración del ejercicio no suele sobrepasar la hora.

La intensidad determinada por el  $VO_{2MÁX}$  que oscila entre el 60% y 70% y los 160 lpm, utiliza la glucosa y los ácidos grasos durante dos horas. Y cuando la  $VO_{2MÁX}$  es inferior al 50% y la FC menor de 120 lpm, se consumen predominantemente las grasas, y la actividad puede durar varias horas.

Al ejercicio anaeróbico se le califica como muy intenso y solamente puede ser realizado por los individuos muy bien entrenados (González, 2005).

En las pruebas de velocidad de natación, breves e intensas, si el suministro de oxígeno no es suficiente, es posible obtener temporalmente ATP a través de la hidrogenación final del ácido pirúvico, producto terminal de la glucólisis. Al ser transferidos dos átomos de oxígeno a dicho ácido y al transformarse en ácido láctico, queda en libertad una coenzima muy importante que participa en la síntesis de nuevo ATP. El ácido láctico es extraído rápidamente del músculo y transportado en la corriente sanguínea y al final es transformado en energía.

La conversión en glucógeno ocurre en el hígado, y en cierta manera en el músculo, particularmente en deportistas entrenados. El proceso anterior brinda protección inmediata de las consecuencias por la insuficiencia de oxígeno pero no puede continuar de modo indefinido. Si el sujeto sigue haciendo ejercicio con intensidad que rebase la capacidad del organismo para aportar oxígeno y convertir ácido láctico en sustancia energética, este último se acumulará en la sangre y al final la acidificará, es decir, disminuirá su pH a un nivel que interferirá en la acción enzimática y ocasionará fatiga; además de que la cantidad de ATP producida por glucólisis es muy pequeña en comparación con la que se obtiene por el ciclo de Krebs. El sustrato para esta reacción se limita a la glucosa aportada por la sangre o las reservas de glucógeno en el músculo. El glucógeno hepático contribuye a la glucemia (glucogenólisis), pero la glucosa obtenida por este mecanismo es escasa. Dado que el glucógeno muscular no es capaz de transferirse

a través de la corriente sanguínea, la capacidad anaeróbica de cada músculo es limitada por su propio contenido de glucógeno.

Después de dos minutos de actividad, predomina el metabolismo aeróbico y adquiere gran importancia el consumo de oxígeno. La razón de intercambio respiratorio (RER) compara la cantidad de oxígeno inspirado necesario para metabolizar las fuentes de energía de alimentos, con la cantidad de dióxido de carbono expirado. En ésta influye la composición de la dieta, así como la intensidad y la duración del ejercicio. El metabolismo de carbohidratos es más eficiente, respecto al consumo de oxígeno, que la grasa, y las proteínas están en un punto intermedio entre uno y otro (Krause, 1999).

En el periodo de recuperación después del ejercicio intenso, la captación de oxígeno sigue produciéndose en ese lapso en un nivel mayor, este mayor consumo de oxígeno llamado consumo excesivo de oxígeno después de ejercicio (EPOC por sus siglas en inglés), representa en parte el oxígeno necesario para reponer las reservas de ATP y CP, utilizadas en la fase inicial del ejercicio, re-oxigenar la mioglobina y la hemoglobina, y convertir el ácido láctico en glucosa y glucógeno. También comprende al oxígeno que participa en la restauración de los cambios funcionales creados por el ejercicio en aparatos como el circulatorio, respiratorio y también para regular la temperatura.

A pesar de que existe EPOC, la intensidad del ejercicio (75 a 80% de  $VO_{2MÁX}$ ) necesario para desencadenar un efecto de importancia funcional, no queda dentro de las posibilidades de gente que desea perder grasa corporal, por lo que el ejercicio debe continuar durante una hora como mínimo. EPOC no rebasa de 50 a 70 kcal /día. Después de un ejercicio agotador, muy intenso, donde hay acumulación de ácido láctico e incremento de la temperatura corporal, la recuperación de la deuda de oxígeno puede llevar de horas hasta un día; tal situación puede ser problemática para el nadador que tiene varios eventos competitivos en un día o por días consecutivos (Krause, 1999).

## 1.5 Características fisiológicas del nadador

Los nadadores tienen una capacidad aeróbica muy grande, son altos, fuertes y más pesados que sus homólogos sedentarios e inclusive más que otros atletas de resistencia, entrenados y con una masa magra en mayor proporción.

Los nadadores, particularmente los de velocidad, se caracterizan por ser de cuerpo alargado y brazos largos, gran musculatura en piernas y en la parte superior del cuerpo, a diferencia de los nadadores de distancia que tienden a ser más bajos y con menor masa corporal.

La natación es un deporte en donde el peso es apoyado por el agua. A pesar de que los nadadores mueven su propia masa corporal, son apoyados por la flotabilidad que brinda el agua, reduciendo el costo de energía que involucra cada movimiento. Como resultado de esto, los nadadores son más ágiles que sus homólogos sedentarios, más pesados y con mayor nivel de grasa corporal que otros atletas que practican deportes de resistencia. Los programas de entrenamiento se asocian con el incremento de masa magra y la pérdida de grasa corporal. Sin embargo existen algunos argumentos en donde se establece que a pesar de que la masa magra contribuye a la habilidad, ciertos niveles de grasa corporal son útiles ya que mejora la flotabilidad y la posición del cuerpo en el agua y proporciona superficies redondeadas en el cuerpo que son más favorables.

La ganancia de grasa corporal, ya sea durante la adolescencia o durante la temporada de receso, genera preocupación para muchos nadadores, en especial mujeres, y sus entrenadores. A pesar de que parte del depósito de grasa es inevitable a consecuencia de la adolescencia, su acumulación e incremento se asocian generalmente con una reducción del rendimiento, debido a las alteraciones drásticas en la forma, composición y masa del cuerpo.

A pesar de que la natación no se considera un deporte en el cual los niveles bajos de grasa corporal sean determinantes en el rendimiento, algunos entrenadores consideran importante conocer el peso y el nivel de grasa corporal de sus atletas, debido a problemas de desórdenes alimenticios o comportamientos patológicos para reducir peso, que incluyen saltarse alimentos, ayunar, el uso inmoderado de saunas y píldoras o la práctica de inducirse el vómito.

Tanto científicos del deporte como entrenadores, deben identificar los niveles de masa corporal y grasa que corresponden a los óptimos para la salud y rendimiento de cada nadador, incluyendo las características debidas a los cambios físicos de la

adolescencia, maduración tanto en edad como en el entrenamiento e incluso en las fases durante la temporada competitiva (Burke, 2000).

Los mejores velocistas tienen una mayor proporción de fibras de “contracción rápida” en los músculos de las extremidades que aportan la propulsión. Los velocistas generan fuerza pico con mayor rapidez y son más veloces en los tiempos de reacción.

A partir de las investigaciones científicas con velocistas de élite, los requisitos fisiológicos mínimos para cualquier persona que quiera competir a gran nivel en pruebas de gran intensidad que duren menos de 30 segundos son:

- Un alto grado de desarrollo muscular
- Largas longitudes de palanca en las extremidades implicadas en la propulsión
- Una elevada proporción de fibras de contracción rápida en los músculos implicados en la actividad
- Un tiempo de reacción rápido
- Capacidad para generar y mantener una producción elevada de potencia o velocidad de movimiento durante 30 segundos, y
- Una potencia aeróbica moderada (Hawley, et al., 2000)

## **2. Nadadores jóvenes de nivel competitivo**

### **2.1 Características de su etapa de desarrollo**

La definición y el enfoque conceptual del adolescente y del joven varían según los objetivos que se tengan presentes al establecer los límites cronológicos de esos períodos. Parece existir aceptación en que el término “adolescencia” se refiere a un proceso primariamente biológico, que trasciende al área psicosocial y que constituye un período durante el cual se inicia y trata de perfeccionarse la madurez de la personalidad, el sentido de identidad, la capacidad de abstracción y como resultado de ello, la adaptación armónica al ambiente familiar y comunitario. Esta etapa transcurre entre los 10 y 20 años de edad.

El concepto de juventud, en cambio, es una categoría fundamentalmente sociológica y se refiere al proceso en que las personas comienzan a formar parte de la sociedad, con plenos derechos y responsabilidades. Las variables más importantes para la delimitación cronológica de la juventud están constituidas por la oportunidad y duración tanto de las actividades educativas formales básicas y de orientación vocacional, como de las posibilidades de incorporación efectiva a la fuerza de trabajo. Esta definición del período juvenil abarca de los 15 a los 24 años de edad, incluye la etapa pos-puberal de la adolescencia y la prolonga hasta llegar a la condición de adulto (Casanueva, 2001).

Para fines de este trabajo se tomará en consideración al grupo de edad entre los 15 y 24 años.

#### **2.1.1 Adolescentes**

La adolescencia es uno de los periodos más cambiantes e impredecibles en el desarrollo del ser humano, está conformada por los cambios físicos y los reajustes emocionales y sociales. Es el tránsito entre la niñez y la edad adulta y está marcado por las circunstancias específicas del individuo.

La búsqueda de la identidad es la principal preocupación del adolescente, los cambios físicos marcan el comienzo de la adolescencia y los intelectuales permiten a los adolescentes pensar de manera abstracta.

La adolescencia inicia con la pubertad que se caracteriza por el desarrollo (cambio fisiológico) que acarrea ajustes en la personalidad, carácter, introyección y ejecución de roles sociales y termina cuando estos roles se asientan.

Al rápido crecimiento y desarrollo físico e intelectual se suman las ganas por practicar actividad física y/o deportes, lo que incrementa las necesidades energéticas y nutricionales del organismo.

Las necesidades nutricionales de los adolescentes vienen marcadas por los procesos de maduración sexual, aumento de la talla y del peso, características de esta etapa de la vida. Estos procesos requieren una elevada cantidad de energía y nutrientes; hay que tener en cuenta que en esta etapa el niño gana aproximadamente 20% de la talla que va a tener como adulto y el 50% del peso.

Estos incrementos corresponden a un aumento de masa muscular y masa ósea. Toda esta situación se ve directamente afectada por la alimentación que debe estar dirigida y diseñada para cubrir el gasto que se origina.

Es muy difícil establecer recomendaciones estándar para los adolescentes debido a las peculiaridades individuales que presenta este grupo de población. La mayor parte de las recomendaciones se basan en el establecimiento de raciones que se asocian con una buena salud. Por último es importante conocer aquellas situaciones que puedan afectar a los adolescentes y en las que se deba llevar a cabo alguna modificación de la dieta (Krause, 1999).

Dentro de los cambios fisiológicos en esta etapa se encuentran:

- Inicio de la diferenciación sexual
- Aceleración en el crecimiento variable; ocurre a diferentes edades según cada individuo
- Inicia primero en niñas (10-12 años) que en niños (12-15 años)
- En niños con cierta obesidad la pubertad puede iniciar tempranamente, lo que a su vez puede causar tallas bajas en la edad adulta
- Se denomina también el segundo brote de crecimiento y dura entre 18 y 24 meses en su fase acelerada para seguir en una fase de desaceleración del ritmo de crecimiento.
- Aumento del 50% de su peso y alrededor del 20% de su talla de adultos
- Tendencia hacia la disminución o intensificación de la actividad física
- Puede iniciarse un trastorno de la conducta alimentaria (obesidad, anorexia, bulimia) (Tabla 1).

Tabla1. Cambios fisiológicos específicos

Hombres	Mujeres
Crecimiento testicular, con cambio en la coloración y textura del escroto	Formación del botón mamario, con elevación del papila y el crecimiento de la areola
Desarrollo de los túbulos seminíferos y de las células intersticiales	Crecimiento de pechos
Secreción de testosterona que participa en la aceleración del crecimiento lineal y en el incremento del grosor de los músculos	Aceleración en la tasa de crecimiento lineal
Aparición del vello facial y genital	Aparición de vello púbico
Cambios graduales en la voz	Aparición de la menarquía (1ª menstruación), la ovulación puede comenzar en este momento o hasta dos años después
Incremento significativo de la masa magra y masa esquelética	Acumulación de grasa corporal
	Aumento en la producción de estrógenos que ocasiona un incremento en el epitelio vaginal
	Desaceleración del crecimiento lineal después de la menarquía

### 2.1.2 Adultos jóvenes

La edad adulta es la etapa más larga de la vida, desde el fin de la pubertad hasta el inicio de la senectud, poco más de 4 décadas. La adultez temprana abarca de los 18 a los 40 años.

Los adultos jóvenes por lo general se encuentran en la cima de la salud, fuerza, energía, y resistencia. También están en el máximo de su funcionamiento sensorial y motor. Para mediados de los 20, la mayoría de las funciones corporales están totalmente desarrolladas. La agudeza visual es óptima entre los 20 y los 40 años; el gusto, olfato y sensibilidad al dolor y la temperatura usualmente permanecen intactos hasta los 45 años. Sin embargo, una pérdida gradual de la audición, lo cual es común

que comience durante la adolescencia, se hace más evidente después de los 25 años, en especial para los sonidos mas agudos.

Los accidentes son la causa principal de muerte entre los 20 y 34 años, seguidos por el homicidio y el suicidio. Por otro lado, demasiados adultos jóvenes tienen sobrepeso, no realizan actividad física suficiente y se involucran en conductas que ponen en riesgo su salud.

En la edad adulta temprana se establece el cimiento para el funcionamiento físico a lo largo del resto del ciclo de vida. Aunque la salud es influida en parte por los genes, los factores conductuales, es decir, lo que comen, si duermen lo suficiente, qué tanta actividad física tienen y si fuman, beben o consumen drogas, contribuye de manera considerable a la salud y al bienestar presentes y futuros (Papalia et al., 2005).

La alimentación debe cumplir con los objetivos de mantener al adulto con salud y energía para llevar una vida activa, además de prevenir enfermedades crónico-degenerativas, disminuir la morbilidad, llegar a la vejez con la calidad de vida y aumentar la esperanza de vida. Para ubicar el estado nutricional es importante la relación de peso/talla e índice de masa corporal.

Las características biológicas son similares en ambos sexos:

- Es la edad reproductiva
- El requerimiento energético es sólo para mantenimiento, se determina por sexo, talla, peso y duración e intensidad de actividad física.
- Ya no hay crecimiento y el peso corporal es el mejor indicador para evaluar el balance energético.

En el caso de mujeres:

- Inicio del climaterio, caracterizado por la disminución en la función ovárica.
- Disminución de actividad física.
- Alteraciones menstruales, suspensión y esterilidad (Casanueva, 2001).

## **2.2 Preparación física**

La preparación física es, en gran medida el resultado de un entrenamiento y cuando se tiene una idea clara de cómo funciona y cómo afecta al nadador, se tienen mejores posibilidades de éxito.

La calidad de la preparación física depende de una correcta planificación. Si no se conoce cuáles son los factores que deben tomarse en cuenta a lo largo de la

temporada, es difícil ayudar efectivamente a los nadadores. El contenido y enfoque del desarrollo de las capacidades físicas de los nadadores, dependerá de la edad y el nivel de maduración biológica de cada uno. Cada capacidad física tiene una edad o rango en años en los que puede ser mejor desarrollada, a esta etapa se le denomina la “fase sensible de desarrollo”.

Todas las formas de entrenamiento tienen varias cosas en común:

- Producen cambios físicos en el cuerpo de los atletas.
- Los cambios ocurren durante el periodo de entrenamiento y están directamente relacionados con el tipo de entrenamiento que se siga.
- Toma tiempo al cuerpo de los atletas cambiar físicamente y adaptarse al entrenamiento. Como resultado de esto, el desempeño puede no mejorar inmediatamente (Ortiz, 1999).

En general el cuerpo responde al entrenamiento de diferentes formas. Esta respuesta tiene dos fases: la de ejercicio y la de recuperación.

- La fase de ejercicio se presenta durante el periodo de mayor carga en el entrenamiento, produciéndose como resultado la fatiga. Con la fatiga se reduce la habilidad para hacer un trabajo similar con la intensidad exigida en una sesión de entrenamiento.
- En la fase de recuperación, el cuerpo regresa a la capacidad física que tenía antes del entrenamiento; esta reacción es llamada compensación. Cuando el entrenamiento es apropiado, el cuerpo puede hacer más ejercicio después de la recuperación que antes del entrenamiento, este cambio es llamado sobrecompensación.

Es posible enfocar el desarrollo físico sobre cualquiera de los siguientes periodos de tiempo:

- Una sesión de entrenamiento (sesión)
- Una semana (microciclo)
- Un periodo más largo como una temporada o un año (mesociclo de 2 a 10 semanas)

Una sesión de entrenamiento: es la forma fundamental de organización del proceso de dirección de la preparación deportiva. Cuando se enfoca la preparación

física hacia una sesión de práctica, es necesario elegir una combinación apropiada de los siguientes cinco elementos:

- Intensidad, que es el nivel cualitativo en que los atletas trabajan. Mientras más trabajo se efectúe por unidad de tiempo, mayor será la intensidad, por ejemplo, el porcentaje de su máxima velocidad a la cual los atletas han de desempeñarse.
- El tiempo de trabajo por repetición, que es el tiempo durante el cual los atletas trabajan con niveles de sobrecarga sin descanso.
- Volumen de trabajo, es la cantidad total de trabajo que los atletas hacen con sobrecarga. El volumen puede representarse en magnitudes de tiempo, distancia, repeticiones, peso, etcétera.
- Periodos de pausa, es la cantidad de tiempo entre cada periodo de trabajo.
- Repeticiones, son el número de veces que los atletas hacen cierto ejercicio, rutina o evento durante una parte específica de la sesión de entrenamiento.

La relación entre el tiempo de trabajo y los periodos de pausa, es un elemento importante en el entrenamiento. Esta relación es llamada relación trabajo/pausa y equivale al tiempo de trabajo dividido por el periodo de pausa.

Una semana (microciclo): cuando se trata de la preparación física en una semana, se necesita considerar las siguientes reglas:

- Los atletas deben trabajar al menos tres veces por semana. En general, trabajar dos veces a la semana está considerado como necesario para mantener el nivel de los factores físicos y de desempeño; trabajar tres veces a la semana mejora dichos factores. Sin embargo, el número exacto de sesiones por semana depende de muchos factores, incluyendo el tiempo del que dispongan los atletas, las instalaciones, el equipo disponible, la edad de los atletas, su habilidad y el tipo de entrenamiento en que se están concentrando.
- La intensidad de los ejercicios de entrenamiento debe variar, es decir, los atletas deben hacer ejercicios ligeros o de mediana intensidad, por lo menos el día siguiente al de un entrenamiento intenso.
- La recuperación de un entrenamiento intenso toma por lo general de 24 a 48 horas.
- Nunca deben tener sesiones de entrenamiento intensas un día antes o el mismo día de la competencia.

Una temporada (macrociclo integrado): cuando se considera la preparación física de una temporada, se necesita saber cómo planificar y controlar el desarrollo de cada etapa. El contenido y enfoque del desarrollo de las capacidades físicas de los nadadores, dependerá de la edad y el nivel de maduración biológica de cada cual. (<http://www.conade.gob.mx>).

### **2.3 Relación entrenamiento y crecimiento**

Los requerimientos energéticos aumentan en un deportista debido al incremento en los niveles de masa magra, al crecimiento y a los programas de entrenamiento de gran volumen. En los nadadores adolescentes estos tres factores coexisten, por lo que la demanda energética es mucho mayor.

Es importante alcanzar estos requerimientos para permitir el óptimo crecimiento y maximizar la adaptación al entrenamiento. Sin embargo, existen nadadores que no logran alcanzar dichos requerimientos debido, principalmente, a las ocupaciones escolares, al poco acceso de alimentos a lo largo del día o al malestar gastrointestinal que se asocia cuando se ingieren alimentos en horarios cercanos al entrenamiento.

Los deportistas jóvenes, además, se ven en la necesidad de ajustar rápidamente sus requerimientos de energía, debido a los cambios que presentan durante el crecimiento o a las modificaciones en los entrenamientos; por ejemplo, los requerimientos energéticos del día de competencia son menores que los de la etapa de entrenamiento y en la etapa final de preparación hay una notable disminución en la carga de entrenamiento. Las mujeres son las que encuentran más dificultades para ajustar su ingesta de alimentos y adaptarse a las cargas bajas de trabajo o a la temporada de receso.

Muchos nadadores ganan peso durante la etapa de receso debido a la gran disminución de los niveles de actividad en ausencia de un programa de entrenamiento organizado (Ortiz, 1999).

Los programas de entrenamiento a los que se someten los nadadores adolescentes y jóvenes adultos, son de carga y volumen muy altos. De hecho, muchos de ellos alcanzan niveles de reconocimiento mundial a muy temprana edad. Este compromiso arrastra al atleta a requerimientos nutrimentales especiales.

Estos requerimientos debidos al entrenamiento son sumados a los requerimientos nutricionales del adolescente y a los relacionados con cuestiones sociales y culturales que presenta en esta etapa de la vida. Todos estos factores

convergen en el joven y hacen de su alimentación un reto para los padres, el atleta mismo y el entrenador.

Para atletas hombres, la adolescencia se asocia con un incremento sustancial de masa muscular debido a la influencia de la testosterona y una disminución de grasa corporal que ocurre debido al balance entre la energía que se ingiere y la que se requiere. Las mujeres experimentan un cambio diferente; presentan mayor depósito de grasa corporal y un aumento ligero de masa muscular. En consecuencia, las mujeres tienen un mayor porcentaje de grasa que los hombres, a los 18 años, la composición corporal de las mujeres puede incluir un 24-28% de grasa para sólo 12-16% en hombres.

El incremento de grasa corporal se debe a las hormonas sexuales femeninas y a la disminución de velocidad de crecimiento que minimiza los requerimientos de energía.

Para los hombres, estos cambios son favorables en el desempeño del deporte, por otro lado, para las mujeres el aumento en la grasa corporal y los cambios en la forma del cuerpo pueden interferir con el desempeño óptimo. Todo esto aunado con las situaciones a las que se enfrenta un adolescente, pueden llegar a deprimir al atleta, en especial a las mujeres.

Las formas de alimentarse reflejan, en los adolescentes, un gran número de influencias a las que están sometidos. Los hábitos alimenticios que distinguen al adolescente incluyen saltarse las comidas, la elección inusual de ciertos alimentos, el aumento del consumo de comida chatarra, comida para llevar y fuera del hogar.

En el caso de las mujeres, la elección de alimentos se hace más precavida, toman más en cuenta el aspecto nutricional y comienzan a llevar regímenes de alimentación que les ayudan a disminuir masa corporal y grasa. Para la mayoría de los hombres la principal preocupación, en su alimentación, es lograr la ingesta adecuada de energía.

Aunque una ingesta alta en energía le permite al atleta joven aprovechar los beneficios de algunos macro y micronutrientes, la irregular y caótica manera de alimentarse evita aprovechar ciertos nutrientes en momentos estratégicos o los lleva a consumir micronutrientes de manera inadecuada debido a que dichos alimentos son de alta densidad energética pero poco nutritivos.

A pesar de que las necesidades de proteína se incrementan durante la adolescencia, ésta parece no ser un nutrimento en riesgo, se conoce que la ingesta diaria de proteína para nadadores adolescentes está por arriba de los 2.0 g/kg de peso corporal para hombres y en el caso de mujeres cerca de 1.5g/kg de peso corporal.

Los micronutrientes que aparentemente se encuentran en mayor riesgo de ingesta son los minerales, especialmente el hierro. Éste requiere ingerirse en mayores cantidades, no sólo debido al crecimiento y al inicio de la menstruación para las mujeres, sino también debido a que durante los entrenamientos existen pequeñas pérdidas de este mineral. Se han realizado estudios en donde se observó que después de una competencia de resistencia de natación, se produce una hemólisis inducida por el esfuerzo. Sin embargo, no es recomendable la suplementación de la dieta con hierro para ningún atleta; algunos estudios revelan el fracaso del tratamiento principalmente en grupos de mujeres durante la temporada de competencia, por lo que se estableció que no existe relación alguna entre la suplementación con hierro y el desempeño de las nadadoras. Es importante que se realicen revisiones periódicamente para conocer los niveles de hierro en el cuerpo, principalmente en aquellos atletas que siguen dietas específicas (Burke, 2000).

El conocimiento de determinadas medidas corporales y su ritmo de crecimiento tiene un valor especial para la detección de jóvenes nadadores con aptitud para la natación. Pero además, aporta una importante ayuda para determinar el nivel de maduración biológica de los nadadores. Dado que los factores hormonales tienen una relación directa con la maduración biológica, para poder estudiar con mayor precisión las respuestas al ejercicio en los niños, es importante saber que en cualquier edad cronológica, el estado de desarrollo biológico puede variar ampliamente. La maduración biológica es un determinante crucial de las respuestas fisiológicas al ejercicio. La edad cronológica no es un indicador fiable de la maduración biológica.

El crecimiento y la maduración del organismo dependen de la integración de muchos factores. La actividad física, como la natación es un factor significativo en la relación con el peso y la composición corporal y en el crecimiento de los tejidos muscular y esquelético. Por otro lado, la actividad física no tiene un efecto aparente sobre la estatura, las proporciones esqueléticas o la maduración biológica.

Es importante distinguir la maduración del crecimiento puesto que los dos conceptos son fundamentalmente diferentes. La maduración implica el progreso hacia el estado maduro, el cual varía según los sistemas biológicos implicados. La maduración esquelética, es el proceso que sigue el esqueleto hasta que está

completamente osificado, la maduración sexual se refiere al camino hacia la capacidad reproductiva; la maduración somática suele referirse al proceso que sigue hacia la estatura adulta. Por otro lado, el crecimiento se refiere a los cambios en el tamaño del organismo o de sus partes. Así pues, el proceso de maduración implica tiempo o variación en el ritmo de progreso, mientras que el crecimiento está orientado hacia el tamaño. Otro concepto relacionado con los anteriores es el desarrollo, que incluye crecimiento, maduración, aprendizaje, entrenamiento y experiencia (Bentley et al. 2005).

Otro procedimiento que puede ayudar a determinar el estado de maduración biológica es la observación de las características sexuales secundarias. Estos marcadores son útiles solamente en las edades de la pubertad y adolescencia. Mediante un meta-análisis realizado por Beunen y Malina en 1996 se determinó que las nadadoras alcanzan la menarquia dentro de las variaciones normales de la población general. Se ha sugerido que el entrenamiento intensivo puede retrasar la menarquia. El entrenamiento deportivo causa una reducción de la grasa corporal, lo cual combinado con restricciones dietéticas, ocasiona un adelgazamiento excesivo que da lugar a una disminución de la concentración y potencia de los estrógenos circulantes. Esto debilita la función del hipotálamo provocando un retraso en la menarquia o interrupción de la menstruación.

Durante los últimos 30 años, la élite de la natación mundial ha ido aumentando en altura y peso, además tienen el tórax más robusto y los pies más grandes que los nadadores de niveles más bajos. Si se hace una comparación entre nadadores de velocidad y medio fondo, las diferencias son bastante marcadas. Por ejemplo, los velocistas tienen un índice braquial más grande que los mediodondistas debido a sus antebrazos más largos. Asimismo, los velocistas tienen bajos índices de músculo del muslo, lo cual tiende a dar mayor ventaja mecánica sobre los nadadores mediodondistas para el estilo de crawl.

Se ha observado que son mayores los efectos benéficos de disponer de segmentos corporales más largos para el desarrollo de las fuerzas propulsivas, frente a las fuerzas de resistencia, entre los nadadores de velocidad, además de producir una disminución de la resistencia.

La composición corporal tiene una influencia especial en las respuestas fisiológicas al ejercicio. La relación entre el tamaño del cuerpo (masa muscular ejercitada), la grasa corporal y masa ósea que está obligada a desplazar, tiene una notable relevancia ante los cambios que se producen por la edad y entre sexos. El conocimiento de las diferencias de maduración en la composición corporal es

importante para interpretar las tendencias fisiológicas durante las etapas de crecimiento.

Se ha comprobado que mediante el ejercicio físico se produce una optimización del desarrollo óseo, de manera que los adolescentes activos tienen una mejor salud esquelética que los menos activos, en la mayoría de los segmentos óseos evaluados.

La actividad física parece tener un papel importante en la reducción de riesgos de osteoporosis a lo largo de la vida. Aunque son escasos los estudios longitudinales sobre los efectos del entrenamiento sobre el crecimiento y la maduración, los datos existentes indican que en los jóvenes nadadores de ambos sexos no se producen diferencias en la estatura con el entrenamiento.

El análisis de la composición corporal puede ayudar a valorar el potencial individual para el éxito en un deporte como la natación, mediante la comparación de la morfología y composición corporal con los datos de aquellos deportistas que han obtenido elevados resultados en su deporte. La masa muscular, esquelética y adiposa interaccionan entre sí para facilitar o dificultar la eficacia del nado (Perea, 1997).

La masa corporal está compuesta de la masa magra, que incluye los músculos, huesos y órganos y la masa grasa que está compuesta por el tejido adiposo.

Los porcentajes relativos de masa magra y masa grasa aportan una medida de la composición corporal. Además se vuelve importante porque puede influir en la autoestima personal de los atletas jóvenes.

Durante la infancia, la masa magra aumenta de forma similar en ambos sexos. La aceleración de la masa magra que se produce en los varones a partir de la pubertad refleja el aumento de la masa corporal que se manifiesta con la fase de crecimiento súbito de la adolescencia. Por el contrario, la ausencia de aumento en la masa magra de las mujeres significa que éstas han alcanzado niveles cercanos a los de la edad adulta (Navarro, 2003).

Los índices óptimos de edad, altura y masa corporal de los nadadores especialistas de distintas distancias, pueden ayudar a los entrenadores a seleccionar a los deportistas con más posibilidades de futuro.

Con el fin de evaluar la predisposición de los jóvenes nadadores hacia la práctica de la natación, también se han señalado tres índices antropométricos relevantes para ayudar a la detección de talentos, aunque sólo deban considerarse de forma orientativa: longitud del cuerpo, perímetro torácico y peso corporal (Platonov, 2003).

El rendimiento del nadador depende en gran medida del nivel de sus capacidades físicas (fuerza, resistencia, flexibilidad y velocidad). Estas capacidades aumentan con la edad y por supuesto, mediante el entrenamiento.

### **2.3 Estilo de vida, cultura y entrenabilidad del nadador**

Los entrenamientos de alto volumen a los que se someten los nadadores de élite llevan a un estilo de vida de considerables retos. Este compromiso comienza cuando el atleta es joven y debe ser armonizado con la vida escolar y familiar. Los entrenamientos que lleva un nadador de élite normalmente comprenden dos sesiones, uno muy temprano por la mañana y otro vespertino, teniendo entre éstas, el horario escolar y un breve tiempo de relajación y recuperación. Los tiempos para comer son, generalmente, en el traslado o poco antes de cualquiera de estas actividades, las comidas con la familia suelen ser esporádicas o ésta tiene que adaptarse al horario del entrenamiento del atleta.

Muchos atletas jóvenes encuentran difícil la responsabilidad de alimentarse correctamente, ya que se enfrentan a diversas situaciones en donde el tiempo y la carga de trabajo son los limitantes, además de enfrentarse a ciertos aspectos nutricionales, sociales y emocionales relacionados a la adolescencia y adultez temprana (Burke, 2000).

Para una preparación adecuada, que permita los mejores resultados cuando el nadador alcance su completa maduración, es necesario conocer en qué dirección se forma el desarrollo de estas capacidades en función de la edad del nadador, junto a los periodos de edades (sus características psicológicas y sociales) y condiciones más adecuadas para afrontar el entrenamiento de las distintas capacidades que intervienen en el rendimiento del nadador.

El rendimiento deportivo del nadador joven depende del desarrollo de un gran número de capacidades. Sin embargo, la optimización del desarrollo de estas capacidades en los jóvenes debe pasar por la identificación y la utilización de periodos óptimos en donde ellos puedan llevarlas a cabo. Si se considera el rendimiento como una respuesta de autorregulación del organismo que se modifica estructural y funcionalmente, es necesario que en los jóvenes no se perturben estos mecanismos internos de dirección y autorregulación. Las posibilidades de llevar a cabo este proceso en las mejores condiciones para su adaptación y eficacia en las edades jóvenes es lo que denominan “entrenabilidad” (Navarro, 2003).

## **2.5 Natación competitiva de velocidad: 50 y 100 metros**

La velocidad es la capacidad de realizar una acción motora en un tiempo mínimo. Es una de las capacidades físicas más importantes en natación, pero no debe contemplarse como una característica aislada, sino como un componente parcial de las necesidades complejas indispensables para el rendimiento en esta disciplina.

El término velocidad en natación incorpora tres elementos:

1. El tiempo de reacción, o la reacción motora a una señal (salida).
2. El tiempo de movimiento, o la capacidad para mover una articulación muy rápidamente (salidas y virajes).
3. La velocidad de nado, que también incluye la frecuencia de brazos y piernas.

Aunque la natación se debe considerar fundamentalmente como un deporte de resistencia, la velocidad juega un papel importante para el éxito de cualquier prueba. La velocidad debe estar estrechamente vinculada a la técnica de nado y a la coordinación y ambas a su vez, con la naturaleza del esfuerzo realizado en función de la intensidad y duración de la prueba (Navarro, 2003).

Los entrenamientos apropiados para competidores de velocidad suelen ser de corta duración pero con una intensidad mayor. La mayoría de las pruebas de velocidad se realizan por debajo de los 5 minutos pero en algunas, como 50 y 100 metros libres, se realizan por debajo del minuto (Burke, 2000).

En estas pruebas de natación en donde el objetivo final es la minimización del tiempo o la maximización de la velocidad sobre distancias relativamente cortas, los mejores rendimientos están influenciados por la velocidad, las reacciones óptimas y la capacidad para ejecutar acciones motrices.

El ritmo de desarrollo de la velocidad se acelera en dos fases: primero a los 8 años de edad en ambos sexos debido al desarrollo del sistema nervioso y a la mejora en la coordinación de los músculos de brazos y piernas. La segunda fase ocurre alrededor de los 12 años para niñas y entre los 12 y 16 años para niños y se relaciona con el aumento del tamaño corporal con la edad y el aumento consecuente en la fuerza muscular, potencia y resistencia; los niveles de rendimiento son ligeramente más elevados en hombres que en mujeres, hasta la aparición de la pubertad donde las diferencias a favor de ellos se hacen mucho más marcadas (Conde, 1998).

El entrenamiento de la velocidad se asocia con la condición física debido a razones funcionales; esto ha hecho que el entrenamiento tenga dependencia con el aspecto energético, por ejemplo, la relación entre carga de entrenamiento y recuperación y la orientación hacia el tiempo necesario para rellenar los depósitos de energía o la normalización del pulso.

La concentración de ATP y CP dentro de la célula muscular son los parámetros relevantes cuando el factor importante del rendimiento de velocidad es la utilización metabólica de energía por unidad de tiempo. El ATP del músculo se utiliza rápidamente sólo en 1-2 segundos de trabajo y raramente llega a ser inferior al 60% del nivel en reposo (el ATP se re-almacena rápidamente durante el ejercicio). El CP se utiliza casi completamente, permitiendo un trabajo muscular máximo durante 6-8 segundos, pero su almacenaje es limitado. Por lo que los requerimientos de energía de una prueba de 50 metros no podrían ser satisfechos únicamente por esta vía (metabolismo anaeróbico alactásico). Un alto flujo de energía puede producirse por la vía del metabolismo anaeróbico láctico hasta una duración de 20-30 segundos, lo que permite la extensión de un periodo de intensidad máxima. El límite temporal del trabajo ejecutado a máxima intensidad es de 30 segundos. Durante un esfuerzo máximo de 6 segundos el ATP/PC y la glucólisis anaeróbica pueden contribuir un 50% en el total de la energía cada uno, mientras que en 30 segundos se reparte en un 20% mediante el ATP/PC y un 80% por la glucólisis anaeróbica.

La aportación de energía aeróbica es limitada debido a que el sistema de transporte de oxígeno no dispone de tiempo suficiente para llegar a los músculos implicados. Sin embargo, el oxígeno en la mioglobina y los niveles de hemoglobina, junto a las pequeñas cantidades disueltas en los músculos contribuyen en un 5% durante los primeros 6 segundos y en un 11% a los 30 segundos (Navarro, 2003).

### **3. La nutrición en la natación: Entrenamiento, Competencia y Recuperación**

Los objetivos de la nutrición deportiva son suministrar a los deportistas el aporte energético y los nutrientes necesarios para optimizar su rendimiento durante las sesiones de entrenamiento y para recuperarse más rápidamente. El seguimiento de ciertas estrategias en el consumo de alimentos y líquidos antes, durante y después de las sesiones de ejercicio ayuda a reducir el cansancio y a mejorar el rendimiento. Estas estrategias serán especialmente importantes en el marco de la competición. Sin embargo los deportistas también merecen disfrutar de la comida y del entorno social de la alimentación, por lo que todo esto en conjunto, llega a ser un reto para el nadador (Hawley, et al., 2000).

“Los ganadores..., sin duda, estarán muy bien dotados, muy entrenados y muy motivados. En una época, eso habría sido suficiente. Pero hoy es muy probable que todos los que compiten posean estas cualidades... cuando todo está igualado, es la dieta la que puede marcar la diferencia.”

*Profesor Ron Maughan, fisiólogo del ejercicio de Aberdeen (Escocia)*

#### **3.1 Requerimientos energéticos durante el entrenamiento**

Una buena dieta para el entrenamiento debe conseguir y mantener en equilibrio los siguientes objetivos:

- Mantener la salud del deportista en todo momento.
- Mantener al deportista “en forma”: con buenos niveles de masa magra y grasa para el rendimiento.
- Aportar la energía necesaria para las sesiones de entrenamiento.
- Cubrir todos los requisitos proteínicos, de vitaminas y minerales, incluyendo todo incremento en los requisitos producidos por la intensidad del entrenamiento.
- Asegurarse de que el deportista esté bien hidratado.
- Mejorar la recuperación después de las sesiones de entrenamiento.
- Asegurarse de que el deportista practica y refina las estrategias alimentarias para la competencia, antes de las pruebas o durante éstas y
- Asegurar que la comida se disfruta y brindar la oportunidad de participar en eventos sociales ocasionales.

Ya que el entrenamiento consiste fundamentalmente en una preparación y ensayo de la competencia, los objetivos nutricionales son casi los mismos. Aún así se ha observado que los deportistas no siempre logran estos objetivos durante el entrenamiento; después de todo, el equilibrio de tiempo se basa en gran medida en el entrenamiento. El nivel alcanzado durante la adaptación al entrenamiento es lo que establece las bases para conseguir el rendimiento. Y, en muchos casos, hay que practicar y afinar las estrategias alimentarias específicas hasta que puedan perfeccionarse para la competencia (Wildman, 2004).

Las grasas y los hidratos de carbono (HC) son las dos fuentes de energía más importante en la dieta, aportan casi toda la energía que se gasta durante el ejercicio (>90%). Los dos tipos de combustible presentes en las células musculares, proveen las necesidades inmediatas de los músculos. Posteriormente, la glucosa y los ácidos grasos de la sangre los reemplazan como fuentes de energía.

El glucógeno proporciona el doble de energía, por segundo, que los lípidos. El problema logístico es que las reservas de lípidos son prácticamente ilimitadas (hay más de 10kg en el cuerpo), pero las reservas de glucógeno no lo son (0.1 kg en el hígado, 0.3-0.5 kg en los músculos). Como resultado los deportistas pueden quedarse sin glucógeno antes de finalizar sus pruebas. A partir de ese momento, la energía proviene casi exclusivamente de la grasa.

No obstante, el consumo mayor de hidratos de carbono no se debe realizar a expensas del consumo de grasa, se debe aumentar la ingesta calórica total (Nestlé, 2000).

### **3.2.1 ¿Por qué aumentar el consumo de hidratos de carbono?**

Los alimentos consumidos antes del entrenamiento deben suministrar hidratos de carbono que eleven o mantengan la glucosa sanguínea sin incrementar en exceso la secreción de insulina, de lo contrario afectaría negativamente a una buena utilización de los sustratos energéticos. Esto debido a que la insulina facilita la captación celular de glucosa por el músculo esquelético y cardíaco y el tejido adiposo promueve la utilización metabólica de la misma en la mayoría de los tejidos y estimula la síntesis de glucógeno hepático y muscular, impidiendo al mismo tiempo su degradación. Por lo tanto, cuidando

que el aporte de hidratos de carbono no estimule una gran secreción de insulina, el uso muscular tanto de glucosa como de ácidos grasos se facilitará.

Se ha descrito en algunos estudios que beber una solución concentrada de azúcar o la simple ingestión de alimento durante los 30-60 minutos previos al ejercicio puede ocasionar una reducción de la glucemia, al aumentar la captación muscular de glucosa debido a la insulina secretada, lo que disminuye la resistencia física, contribuyendo también a esta reducción la disminución de la lipólisis adiposa inducida por la hiperinsulinemia. No obstante, aunque estos efectos están presentes en la fase inicial de los ejercicios de resistencia, en la mayoría de las ocasiones las perturbaciones en los niveles de glucosa e insulina son transitorias y se compensan por la respuesta metabólica al ejercicio. De hecho, las reacciones adversas se dan con escasa frecuencia e incluso, en algunos casos, se ha detectado una mejora en la ejecución.

Se piensa que la modificación del índice glicémico (IG) en la dieta del deportista puede reportar beneficios y se ha reconocido como una herramienta útil en la educación nutricional. Se recomiendan glucosa, sacarosa y maltodextrinas, las cuales tienen efectos sobre el metabolismo (mantenimiento de la glucemia, oxidación de hidratos de carbono) y el rendimiento deportivo cuando se ingieren durante el ejercicio. En contraste, la fructosa no se oxida con rapidez, debido a su lenta tasa de absorción (IG bajo), lo que puede causar molestias gastrointestinales e incluso repercutir negativamente sobre el rendimiento; cuando se combina con pequeñas cantidades de glucosa o maltodextrinas, los efectos adversos disminuyen (Wildman, 2004).

Las reservas de glucógeno se agotan a la hora y media o dos horas de ejercicio intenso y por tanto, un objetivo importante, tras la competición y el entrenamiento, es la restauración de sus depósitos. Cuando los periodos de entrenamiento están separados por varios días y/o la intensidad del ejercicio sea baja, una dieta mixta que contenga 4-5 g de HC por kg de peso corporal suele ser suficiente para reemplazar el almacén muscular y hepático de glucógeno. Sin embargo, con el entrenamiento diario se imponen mayores demandas. Una de las pautas para lograr este objetivo nutricional consiste en consumir 7-10 g de HC por kilogramo de peso corporal. Por lo general, los deportistas necesitan reservar del 60-70% del consumo de energía a las necesidades de hidratos de carbono (Hawley et al., 2000).

La tasa de resíntesis del glucógeno muscular es mucho mayor durante las primeras horas tras el ejercicio que en periodos posteriores.

Tabla 1. Objetivos del consumo de hidratos de carbono para deportistas

Objetivo	Consumo de HC
Para maximizar la recuperación diaria de glucógeno en los músculos, a fin de mejorar el entrenamiento diario prolongado, o para cargar los músculos de glucógeno antes de una competencia.	7-10 g/kg de peso/día
Para mejorar una rápida recuperación después del ejercicio, cuando la siguiente sesión esté a menos de 8-12 horas y la recuperación del glucógeno pueda ser limitadora.	1-1.5 g/kg de peso/poco después del ejercicio, y un consumo continuado durante las horas siguientes para que se logre un total aprox. de 1 g/kg/2 hrs con una comida o aperitivos
Para mejorar la disponibilidad del aporte energético durante una sesión de ejercicio prolongado (particularmente una competencia).	1-4 g/kg de peso durante las 1-4 horas previas al ejercicio
Para proporcionar una fuente adicional de HC durante un ejercicio prolongado de intensidad moderada y alta.	30-60 g/hora en forma adecuada de líquido o comida

(Hawley, et al., 2000).

Los nadadores que están entrenándose para competencias a veces experimentan estados de fatiga crónica y los días sucesivos a un entrenamiento duro se hacen cada vez más difíciles. Este estado de sobre-entrenamiento puede relacionarse con un agotamiento gradual de las reservas corporales de hidratos de carbono, incluso cuando la dieta contiene el porcentaje recomendado de los mismos. Por lo que si un deportista ejecuta ejercicio duro en días sucesivos, tiene que ajustar las cantidades diarias para permitir una correcta resíntesis de glucógeno y el mantenimiento de un entrenamiento de alta calidad. Con la ingesta de hidratos de carbono durante la ejecución de ejercicios al 60-80% de la capacidad aeróbica máxima se puede retrasar la aparición de la fatiga de 15 a 30 minutos.

Además, hacen falta por lo menos dos días de reposo o ejercicio más ligero con un alto consumo de hidratos de carbono para restablecer el nivel de glucógeno muscular. Este hecho proporciona una justificación para la recomendación de algunos entrenadores

de reducir o disminuir paulatinamente la intensidad de los entrenamientos durante varios días antes de la competencia (Gómez, 2001).

### **3.2.2 Requerimiento de proteína**

Las proteínas representan alrededor del 15% del peso total corporal y se encuentran fundamentalmente en el músculo. Nuestro organismo puede sintetizar proteínas a partir de aminoácidos, pero sólo es capaz de producir algunos de éstos (aminoácidos no esenciales). Aquellos aminoácidos que no se pueden sintetizar (esenciales o indispensables) deben ser aportados necesariamente por la dieta.

Esto hace que se dupliquen los requerimientos de proteínas en atletas en comparación con la gente sedentaria, esto es de 1.2-1.7 g/kg. Sin embargo, en deportistas que entrenan ejercicios de fuerza o potencia, existe un incremento en las necesidades de proteínas debido al aumento en la síntesis de proteína muscular. El entrenamiento de fuerza asociado al aumento de la disponibilidad de aminoácidos aportados por la dieta induce a un incremento de la biosíntesis de proteínas y/o una disminución de la tasa de degradación proteica, que conduce finalmente a un mayor desarrollo muscular. Esto plantea que los requerimientos no sean estrictamente de proteínas, sino de aminoácidos. Sólo algunos alimentos contienen proteínas completas o de alto valor biológico y llevan en su composición todos los aminoácidos esenciales. Cuando la cantidad de estos alimentos incluida en la dieta no es adecuada, la biosíntesis de proteínas se ve alterada. En esta situación se provoca un incremento de la degradación de proteínas y el contenido de proteínas corporales disminuye, lo que conduciría a una disminución de la fuerza o de la resistencia y podría repercutir además en la salud.

Las necesidades proteínicas recomendadas IDR se sitúan en torno a valores de 1.0 g/kg entre los 11 y los 14 años y 0.8 g/kg de peso a partir de los 19 años.

Los atletas tienen requerimientos mayores de proteína debido a que tienen mayor masa muscular, mayor necesidad de reparación de tejidos y debido a que se quema una pequeña cantidad de proteína durante el ejercicio.

La mayor parte de los estudios realizados sugieren que la ingesta óptima de proteínas para alcanzar un máximo desarrollo muscular, dando un adecuado entrenamiento de fuerza, se sitúa entre 1.7 y 1.8 g/kg/día (125% más del IDR) y se relaciona con un máximo desarrollo muscular.

Los deportistas en edad de crecimiento deben cubrir las necesidades de proteínas recomendadas para la población en general, además de los requerimientos propios del deporte. Los requisitos proteínicos para los deportistas adolescentes en fase de crecimiento son 2 g/kg de peso corporal/día (Hawley, et al, 2000).

Las necesidades proteínicas tienen una relación directa con el aporte energético. La cantidad de proteínas de una dieta equilibrada se acepta que puede representar entre un 10 y un 15% de la energía total consumida, independientemente de que el sujeto sea sedentario o practique distintos tipos de ejercicio. A medida que se incrementa el gasto energético por el ejercicio físico, debe aumentar el aporte de energía, lo que a su vez, permite mantener los niveles recomendados de proteínas (Gardner, 1992).

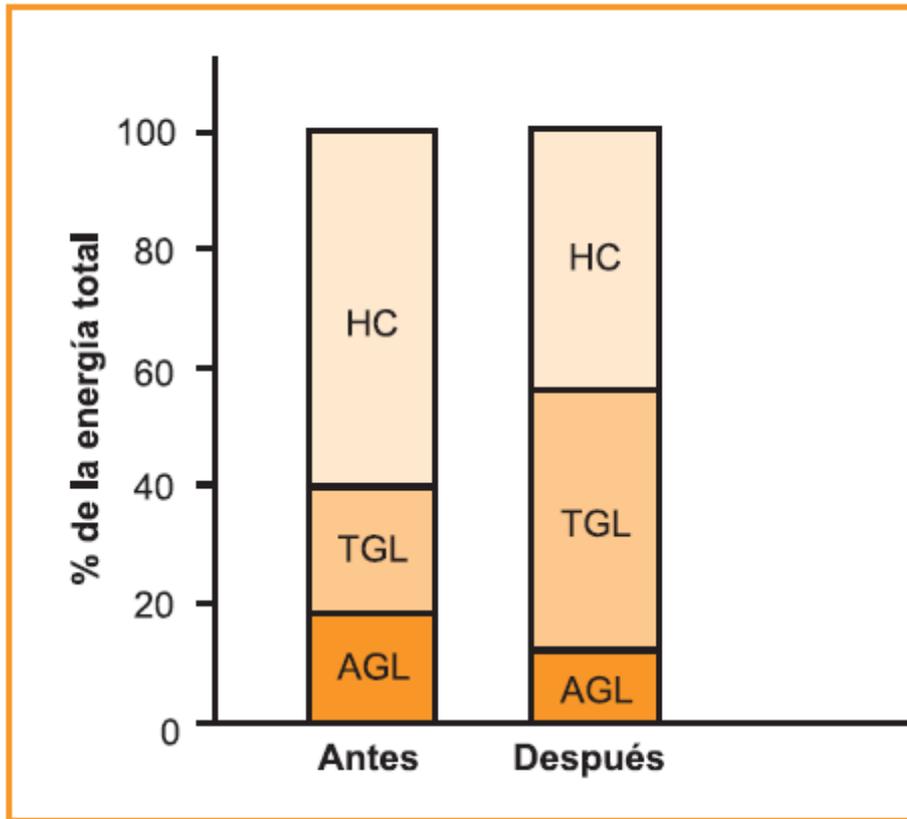
### **3.2.3 Requerimiento de grasa**

La importancia de la grasa como sustrato energético durante el ejercicio aeróbico es de moderada intensidad. La recomendación general es consumir de 20 -25% del total de energía a partir de lípidos, cuidando no excederse en el consumo de ácidos grasos saturados en más del 7% (Pérez, et al., 2005).

Cuando se realiza un entrenamiento de resistencia, el músculo llega a depender en menor medida de los hidratos de carbono como fuente energética, debido en parte al incremento en la capilarización (que permite una mejor captación muscular del oxígeno) y en el número de mitocondrias (que permite una optimización de la obtención de energía) en el músculo que ha estado entrenando. El aporte de energía se hace menos dependiente de la glucólisis anaeróbica y el músculo trata de utilizar otras fuentes energéticas mediante sistemas oxidativos, produciéndose un incremento de la eficacia de las enzimas relacionadas con la oxidación de los ácidos grasos. El resultado es un aumento en la utilización de los triglicéridos musculares y de los ácidos grasos procedentes de la sangre, con reducción en el porcentaje de la energía total obtenido a partir de los hidratos de carbono, lo anterior se representa en la figura 1 (González, 2005).

Se ha demostrado que una dieta de corta duración rica en grasas (y baja en HC) empeora la resistencia y el rendimiento deportivos debido a los bajos niveles de glucógeno en los músculos (Hawley, et al., 2000).

Figura 1. Efecto del entrenamiento de resistencia sobre la utilización de hidratos de carbono y grasa en el ejercicio.



HC: hidratos de carbono, TGL: triglicéridos, AGL: ácidos grasos libres.

La adaptación de los deportistas a una dieta rica en grasas es útil en deportes en los que la disponibilidad de hidratos de carbono sea un factor limitador. La contribución de las distintas fuentes de aporte energético está determinada por la intensidad y duración del ejercicio, ya que la oxidación de grasa no puede mantener la producción de potencia necesaria para realizar un ejercicio de alta intensidad. Sin embargo, la adaptación a la grasa puede ser beneficiosa en pruebas en las que sea útil ahorrar el glucógeno de los músculos o mejorar la capacidad que los músculos tienen para generar potencia cuando se agota el glucógeno, como en el caso de los deportes de fondo (Hawley, et al., 2000).

Los suplementos orales de lípidos aumentarían aún más los niveles en sangre de AGL, pero no la captación por parte de las células musculares activas, ni el ritmo de

oxidación y por lo tanto, pueden no ser de ayuda a la hora de reducir la utilización del glucógeno muscular y hepático.

Se ha postulado que durante el ejercicio, el consumo de grasas poliinsaturadas mejora la captación muscular de oxígeno y nutrientes en el músculo esquelético y otros tejidos, reduciendo la inflamación causada por la fatiga muscular y finalmente, estimulando el metabolismo aeróbico por aumento del  $VO_{2MÁX}$  (Benardot, 2001).

### **3.2.4 Hidratación previa al entrenamiento y competencia**

La deshidratación se produce cuando los deportistas sudan a un ritmo extremadamente alto, cuando tienen pocas oportunidades de beber durante la competición o cuando se combinan estos factores. La sobrecarga de líquidos tal vez tenga un efecto perjudicial sobre el rendimiento si provoca interrupciones significativas como tener que pararse a orinar durante una competición o malestar por exceso de líquido en el intestino. En algunos casos, si deportistas susceptibles consumen líquido en niveles excesivos, tal vez sufran una intoxicación por agua. Los síntomas incluyen dolores de cabeza y náuseas debido a la expansión del volumen sanguíneo en el cerebro. Queda claro que la sobrecarga de líquido justo antes de una competición es una estrategia que debe evaluarse antes de hacer recomendaciones a los deportistas (Cox, et al., 2001).

La rehidratación eficaz durante el ejercicio depende de la mejora del ritmo de liberación de líquido del estómago al intestino para su absorción. El vaciamiento gástrico aumenta cuando el estómago se distiende ligeramente. Es decir, los deportistas deben seguir llenando el estómago hasta que haya una ligera pero cómoda distensión, para dejarlo vacío y volverlo a llenar a tope. La mayoría de los deportistas toleran un bolo de unos 300-400 mL de líquido inmediatamente antes de que comience la prueba.

Durante las competencias y entrenamientos no se llega a los objetivos de hidratación debido a que los nadadores al sentirse mojados no perciben las pérdidas considerables de sudor.

Pautas para el consumo de líquido antes de la competición

- Asegurarse que diariamente se reemplaza el líquido perdido mediante la monitorización de los cambios en la MC. Una pérdida de un kilogramo o más de un

día para otro refleja que ha habido deshidratación e indica la necesidad de corregir las prácticas actuales.

- Asegurarse de estar bien hidratado antes de una prueba que se celebrará con calor y/o humedad, o en la que es probable que haya una pérdida significativa de líquido por sudor. Cuidar el consumo de líquido los días previos a la competición.
- Ser eficaz para revertir una deshidratación preexistente, producto de la sesión previa de entrenamiento o por las estrategias seguidas para perder peso. Entre las técnicas para recuperar líquidos se incluye el reemplazamiento del sodio perdido.
- Beber durante la comida previa a la competición, dejando tiempo suficiente para ir al eliminar el exceso de líquido antes del comienzo de la prueba.
- Experimentar para conocer la cantidad exacta que sea cómoda y logre la distensión del estómago favorable para el vaciamiento gástrico, sin causar malestar o trastornos (Hawley, et al, 2000).

### **1.3 Requerimiento energético para competencia**

Durante las competencias los nadadores intentan que el cuerpo alcance el límite de esfuerzo. Estos límites se configuran con muchos factores, incluyendo algunos de naturaleza nutricional. La puesta en práctica de estrategias que reduzcan o retrasen los efectos de estos límites servirá para mejorar el rendimiento.

Generalmente las competencias de natación involucran más de una prueba en cada sesión. Niveles adecuados de hidratos de carbono e hidratación son importantes para un desempeño óptimo, pero éstos no se limitan sólo al día de la competencia sino que deben existir antes y después de ésta, para una adecuada recuperación.

Sin embargo el costo de energía que involucra una competencia es considerablemente menor al de un entrenamiento. Por lo que, las estrategias de recuperación y rehidratación necesitan estar bien organizadas en un programa de alimentación que logre y ajuste la ingesta de energía.

Un exceso de ingesta energética puede deberse al nerviosismo o la ansiedad generada por el estrés competitivo o para cubrir tiempo libre, ya que las competencias suelen durar todo un día.

Por el contrario, hay nadadores que no logran el consumo óptimo de energía antes de una competencia debido a factores como la poca disponibilidad de alimentos, ya sea por el trayecto que tienen que hacer para llegar al lugar de competencia o porque en éstos lugares no hay acceso a alimentos adecuados, así como a las actividades que les sirven de distracción, pueden interferir en la rutina de alimentación. En algunos casos los atletas pierden peso durante el período de competencia y no logran una recuperación óptima entre cada una de las sesiones.

A pesar de que el contenido de glucógeno en músculos no parece ser un factor limitante en el rendimiento en una carrera de velocidad, los nadadores pueden lograr un adecuado almacenaje de glucógeno muscular para sus eventos y actividades de preparación y recuperación, asegurando por lo menos 24 horas de entrenamiento ligero y una ingesta de hidratos de carbono (7-10 g/kg/día) adecuados. La rutina para el día de la competencia debe comenzar con una comida alta en hidratos de carbono, la cual puede elegir de una variedad de alimentos que sean familiares para el nadador y siguiendo un plan que haya sido seguido en eventos anteriores.

Normalmente los nadadores toman el desayuno de 1-3 horas antes de comenzar el calentamiento. Durante y después de éste y en la recuperación entre cada evento, las bebidas con hidratos de carbono y sales, como las deportivas y alimentos ligeros con hidratos de carbono como barras energéticas, frutas o geles, son ideales para mantener los niveles de glucógeno en músculos.

Un adecuado consumo de hidratos de carbono y agua durante el ejercicio trae mayores beneficios que el consumo de éstos de manera separada.

Aunque un atleta se alimente correctamente antes de la competencia, después de 60-90 minutos de ejercicio intenso, las reservas de glucógeno en el músculo e hígado disminuirán significativamente. El cuerpo es capaz de utilizar más de 60 gramos por hora de hidratos de carbono, éstos se pueden obtener en un litro de una bebida con hidratos de carbono y electrolitos (Ver Capítulo 5). Más aún, algunas bebidas deportivas se absorben más rápidamente que el agua, además de los efectos positivos sobre el rendimiento cuando se trata de eventos de larga duración (Berdanier, 2008).

Los alimentos y bebidas consumidos durante las cuatro horas previas al ejercicio desempeñan un papel calibrador en la preparación para la competencia. Estos alimentos y bebidas deben seguir contribuyendo a la recuperación y a la rehidratación.

Los objetivos de toda comida previa a una competencia son:

- Continuar la recuperación de las reservas de glucógeno en los músculos si no están completamente recuperados o cargados desde la última sesión de ejercicio,
- Reponer a tope las reservas de glucógeno del hígado, sobre todo por la mañana cuando están agotadas por el ayuno nocturno,
- Asegurarse de que los deportistas estén bien hidratados,
- Impedir pasar hambre, pero evitar el malestar gastrointestinal y el trastorno que a menudo se experimenta durante el ejercicio e
- Incluir alimentos y prácticas importantes para la psicología y superstición de los deportistas.

El menú de la comida previa a una competición debe incluir alimentos ricos en hidratos de carbono, sobre todo en el caso de que las reservas de éstos en el cuerpo no sean óptimas o cuando la prueba tenga duración e intensidad suficientes para poner en peligro estas reservas. En algunos casos, puede haber tiempo para que los hidratos de carbono se procesen y almacenen en los músculos o en el hígado. Alternativamente, los hidratos de carbono pueden hallarse en el intestino, listos para su absorción gradual y liberación durante la prueba. Varios estudios han demostrado que una comida generosa con hidratos de carbono (200-400g), dos a cuatro horas antes de una competición, mejora el rendimiento durante un ejercicio.

Los alimentos bajos en grasa, con poca fibra y un contenido moderado de proteínas son la opción en todo menú previo a una competición, ya que es menos probable que provoquen trastornos gastrointestinales. Las comidas líquidas y las bebidas de acción inmediata son útiles para los estómagos nerviosos o cuando queda poco tiempo antes de la competencia. La pauta más importante para las comidas previas a una competencia es que deben haberse probado y calibrado antes.

Tomar bebidas y alimento ricos en hidratos de carbono con un IG bajo provoca un cambio más lento y sostenido de los niveles de insulina y glucosa en la sangre que la misma cantidad de hidratos de carbono con un IG alto. Esto tal vez ofrezca a los

deportistas una opción para reponer los hidratos de carbono sin causar respuestas metabólicas abruptas.

Sin embargo, es prematuro afirmar la existencia de beneficios generales derivados del consumo de alimentos con un IG bajo antes del ejercicio. En conjunto, las comidas previas a la competición deben equilibrar cierto número de factores, entre ellos se incluyen los gustos alimentarios de los deportistas, la disponibilidad de los alimentos elegidos y el bienestar gastrointestinal.

Uno de los problemas que lleva a los nadadores a no alcanzar estos objetivos nutricionales en la etapa de competencia se debe a la posición que se adopta para realizar el ejercicio, es decir, la posición horizontal puede incrementar el riesgo de presentar reflujo gástrico en nadadores susceptibles, limitando la capacidad de tolerar cantidades suficientes de líquidos, alimentos o llevándolos a presentar síntomas aún más molestos como náuseas y vómito.

El consumo de alimentos antes de una competencia debe ser suficiente para que el atleta no sufra hambre durante la misma, pero al mismo tiempo ligero para que no tenga sensaciones de plenitud o malestares gastrointestinales.

Se recomiendan hidratos de carbono complejos, una cuota moderada de proteínas y nada de grasas, porque retardan el vaciamiento gástrico. Evitar los alimentos formadores de gases, los jarabes de azúcares concentrados, porque pueden provocar espasmos pilóricos y movimiento de agua hacia la luz gastrointestinal, con molestias gastrointestinales, dolores, diarrea, situación que agrava a causa del estrés al cual se encuentra sometido el atleta el día de una competencia. También los ácidos orgánicos y la leche, por su contenido de lactosa, pueden acelerar el tránsito intestinal.

Cuando hay varios eventos de corta duración, debe reponerse el agua, la glucosa y los electrolitos, en los intervalos, con soluciones isotónicas, con temperaturas entre 5° y 15°C, ya que temperaturas menores bajan la temperatura central del cuerpo y las mayores retardan la evacuación gástrica.

Si se compete a lo largo de un día en pruebas o eliminatorias, se deben consumir líquidos e hidratos de carbono entre pruebas.

Si la competencia dura varios días, es necesario comer abundantes hidratos de carbono complejos entre competencias y comenzar a reponer combustible inmediatamente después de terminada la competencia y también consumir su cuota de

proteínas al final de cada día con comidas apetitosas y saladas, para reponer los electrolitos (Ahuerma, 1997).

### **3.4 Requerimientos para una correcta recuperación**

Este es el momento para restablecer el balance de energía y fluidos, dando prioridad al reemplazo de agua y electrolitos. Las bebidas deportivas, junto con pequeñas porciones de alimentos sólidos, corregirán el desbalance de agua, el cual es de primordial importancia para el atleta. Esto hará que el apetito se desarrolle con mayor rapidez permitiendo la ingesta de carbohidratos necesarios para que los músculos y el hígado recuperen el glucógeno perdido. Durante las primeras horas después de un ejercicio vigoroso, se activa una fase anabólica. El consumo de hidratos de carbono de fácil digestión (como mínimo 1 g/kg de peso cada dos horas ó 50-100 g) en este momento y hasta 6 horas después del ejercicio, ayudará a reabastecer los depósitos de glucógeno rápidamente. Los alimentos ricos en HC y con alto IG son prácticos durante esta fase, sin embargo, si hay de 2-3 días disponibles para la recuperación completa, el IG deja de ser un factor importante para una recuperación efectiva. El consumo de proteínas e HC en las primeras horas después del ejercicio estimulará la recepción de aminoácidos en los músculos y la asimilación de las proteínas y también puede ayudar a restaurar las reservas de glucógeno (Nestlé, 2000).

La recuperación es un proceso deseable de adaptación al estrés fisiológico. En el caso de un entrenamiento, con una planificación correcta de las cargas de entrenamiento y del tiempo de recuperación, la adaptación permite al cuerpo ponerse más en forma, ser más fuerte y rápido. En el caso de las competencias, puede haber menos control sobre la relación entre entrenamiento y recuperación.

La recuperación involucra gran variedad de procesos entre los que se incluyen:

- La recuperación energética de los músculos e hígado,
- La reposición de líquidos y electrolitos perdidos con el sudor,
- Reparación de daños y destrucción causados por la carga de ejercicio y
- La elaboración de nuevas proteínas, glóbulos rojos y otros componentes celulares.

El mejor método consiste en una recuperación proactiva. En términos dietéticos esto supone suministrar al cuerpo todos los nutrientes que necesita, de forma rápida y

práctica, con el fin de optimizar la recuperación energética, la rehidratación y los procesos de reparación y regeneración.

Se sabe que el hígado puede agotar y reponer sus niveles de energía con rapidez; se puede vaciar tras varias horas de ejercicio intenso o después de pasar 10-12 horas sin comida. Pero también se repone con rapidez de dos a cuatro horas después de una comida rica en HC. Después del ejercicio, el cuerpo da prioridad a la recuperación de las reservas de glucógeno de los músculos sobre las reservas del hígado. De hecho, si los deportistas no ingieren hidratos de carbono inmediatamente después del ejercicio, el hígado tendrá que esforzarse por convertir en glucosa compuestos como el lactato y los aminoácidos y se provoca un ritmo bajo de recuperación del glucógeno muscular. Sin embargo, la mejor forma de conseguir el repostaje energético de los músculos es suministrando al cuerpo bebidas y alimentos ricos en hidratos de carbono.

Comer inmediatamente después del ejercicio también aumenta la rapidez del repostaje energético. Los nadadores deben consumir bebidas y alimentos ricos en hidratos de carbono que aporten al menos 1g/kg de peso corporal (50-100 g para la mayoría de los nadadores) durante los 30 minutos siguientes a una sesión de ejercicio. Se ha sugerido que mejoran las reservas de glucógeno de los músculos durante el primer par de horas de la recuperación, ya que el ejercicio deja a los músculos más sensibles y con mayor capacidad para extraer glucosa de la sangre. Después de un par de horas estos beneficios se disipan y las reservas de glucógeno aumentan a un ritmo normal. Es importante que el repostaje energético sea óptimo cuando la primera sesión de ejercicio haya agotado en gran medida las reservas de glucógeno y el período de recuperación hasta la siguiente sesión sea corto (menos de 4-12 horas). En cualquier caso, aun con una dieta rica en hidratos de carbono, se requieren hasta 48 horas para reponer por completo el glucógeno muscular (González, 2005).

#### Pautas para mejorar la recuperación energética después del ejercicio

- Consumir una comida o aperitivo ricos en hidratos de carbono durante los 30 minutos posteriores al término de una sesión de ejercicio agotador.
- Buscar un consumo habitual de 1- 2 g de HC/kg de peso corporal inmediatamente después de dos horas o hasta que se reanuden los patrones alimentarios normales.
- Se requiere un consumo diario de HC de 7-10 g/kg de peso corporal (400-700 g) para optimizar el almacenamiento de glucógeno en los músculos.

- Cuando la necesidad de HC sea alta (en competencias y eventos largos y de gran intensidad) y no se tenga apetito o el bienestar gástrico sea un problema, habrá que centrarse en formas compactas de HC: alimentos bajos en fibra con hidratos de carbono, alimentos ricos en azúcar y suplementos deportivos especiales como barritas energéticas.
- Los líquidos que contienen HC también poseen un volumen reducido y pueden resultar apetecibles a los nadadores fatigados y deshidratados. Incluir bebidas isotónicas, zumos de fruta, suplementos alimenticios líquidos comercializados y batidos.
- Los alimentos con HC y un IG bajo, resultan menos apropiados para una rápida recuperación del glucógeno y no deben ser la principal fuente de hidratos de carbono en las comidas de recuperación.
- Tomar comidas frecuentes y ligeras ayudará a los nadadores a lograr un consumo alto de HC sin el malestar que supone comer en exceso. Sin embargo, hay que organizar un plan de comidas y aperitivos que se ajuste a las preferencias personales, a los horarios, al apetito y bienestar. Siempre y cuando se consuman suficientes hidratos de carbono, no debe importar de qué forma se comen a lo largo del día.
- Cuando el bienestar gástrico o los requisitos totales de energía limiten el consumo total de alimentos, no hay que consumir excesiva cantidad de alimentos ricos en grasa y proteínas a expensas de los alimentos con HC. Hay que centrarse primero en alimentos y comidas con muchos HC.
- Las bebidas y alimentos nutritivos ricos en HC pueden aportar proteínas y otros nutrientes (vitaminas y minerales) importantes para otros procesos de recuperación después del ejercicio. Éstos serán importantes en la dieta global.
- Los daños musculares interfieren con el almacenamiento del glucógeno; esto tal vez se compense parcialmente con un aumento del consumo de hidratos de carbono durante las primeras 24 horas de recuperación. La necesidad de HC también puede aumentar si se hace ejercicio durante el período de recuperación.

### **3.4.1 Rehidratación**

A pesar de consumir líquidos durante el ejercicio, la mayoría de los nadadores se deshidratan de mediana a moderadamente. Los estudios demuestran que la mayoría de

los nadadores suelen reemplazar entre un 30-70% del líquido perdido por el sudor cuando se entrenan o compiten. Y lo que es más importante, cuando la sesión concluye y se puede beber libremente, los nadadores no reponen por completo los líquidos perdidos debido a que no perciben la sed cuando están mojados.

Puede haber un desfase del horario de hasta 24 horas antes de que los niveles de líquido del cuerpo se repongan por completo. Y en los casos de pérdida importante de líquido o de un cambio repentino a un ambiente caluroso o de elevada altitud, los deportistas pueden presentar un déficit de líquido de un día para otro o de una sesión de entrenamiento a otra. Esto no permite una recuperación óptima o un rendimiento máximo en las futuras sesiones de ejercicio. En un plano ideal, los nadadores deben tratar de reponer por completo el líquido perdido entre sesión y sesión. Las dificultades surgen cuando el déficit de líquido es de moderado a alto (2-5% del peso corporal o más) y el intervalo de recuperación es inferior a 6-8 horas (Cox, et al., 2001).

Un aspecto de la rehidratación después del ejercicio es el de asegurarse de que los deportistas consuman una cantidad adecuada de líquido. Durante la recuperación, los deportistas continúan perdiendo líquido, en parte porque siguen sudando, pero sobre todo a través de la orina. Los deportistas necesitan planificar el consumo de líquidos por razones fisiológicas tales como superar las respuestas insuficientes de la sed y minimizar la producción de orina, así como por dificultades prácticas como la escasez de oportunidades para beber (Hawley, et al., 2000).

## 4. Agua y Micronutrientes

### 4.1 Hidratación

El agua es el componente principal de la sangre, el cual aporta oxígeno, nutrientes, hormonas y gran cantidad de otras sustancias a las células y remueve subproductos metabólicos de éstas mismas. El agua, además, tiene una función protectora, amortiguando a la médula espinal y al cerebro de daños debidos a impactos, es un componente importante en el mecanismo de regulación de la temperatura. El agua y los electrolitos están involucrados en el control de la presión osmótica, regulando las concentraciones de líquido fuera y dentro de las células.

El agua en nuestro cuerpo se encuentra:

- El agua forma parte del 66% del peso total de una persona
- 65% del total del agua corporal es intracelular
- 35% del total del agua corporal es extracelular
- Los músculos bien hidratados contienen 75% de agua
- Los huesos contienen 32% de agua
- La grasa del cuerpo contiene tan sólo el 10% de agua
- La sangre está constituida por un 93% de agua
- El promedio de varones tiene 60% de peso en agua
- El promedio de mujeres tiene 50% de peso en agua
- Los atletas tienen alrededor de 70% de peso en agua (Benardot, 2001).

Los resultados de la última investigación sobre la deshidratación y el ejercicio demuestran:

- Los efectos de la deshidratación varían según el tipo de ejercicio que se practique. No está claro que la deshidratación reduzca la fuerza y potencia musculares.
- La deshidratación provoca un aumento de la frecuencia cardíaca de los deportistas y una pequeña elevación de la temperatura del cuerpo para una carga de trabajo dada. El volumen de plasma se reduce y aumenta su concentración. Y lo más importante, la percepción del esfuerzo se incrementa a pesar de que la carga de trabajo sea la misma.
- Los efectos de la deshidratación sobre el rendimiento se magnifican cuando el ejercicio se desarrolla con calor.

- Estos efectos se producen a todos los niveles de deshidratación y su magnitud aumenta a medida que se incrementa el grado de deshidratación. Todo nivel de deshidratación reduce el rendimiento.
- La deshidratación inducida por diuréticos aumenta sobre todo la pérdida de agua extracelular y volumen sanguíneo y la deshidratación inducida por la sudoración, donde la mayor parte del líquido perdido corresponde al espacio intracelular supondrá una desventaja mayor para el rendimiento.
- La deshidratación reduce la actividad mental y la habilidad del rendimiento motor, sobre todo cuando las tareas se realizan con calor.
- No hay casos en que la deshidratación sea una ventaja para el rendimiento deportivo.
- La deshidratación moderada a grave (pérdida superior al 3-4% del peso corporal) se relaciona con un aumento significativo de la posibilidad de sufrir trastornos gastrointestinales y empeorar el vaciamiento gástrico. Los deportistas que se deshidratan durante el ejercicio tiene problemas para rehidratarse, ya que la distribución del agua resulta afectada a partir del estómago.

Como ya se mencionó, la pérdida de agua y de líquidos durante el ejercicio tiene una influencia negativa tanto en el rendimiento como en la integridad física del deportista; es por ello la importancia de la sustitución de los líquidos perdidos y por lo tanto de la rehidratación.

El tiempo de permanencia de los líquidos en el estómago y las formas de absorción del intestino dependen de la composición de los líquidos ingeridos, de las condiciones de equilibrio osmótico entre el plasma, los líquidos intersticiales de los tejidos y el contenido intestinal.

El vaciamiento gástrico es el primer problema que se presenta. Los factores principales que modifican el vaciamiento gástrico son: la temperatura de los líquidos, el contenido de sodio, el pH y en general la composición del líquido mismo (concentración y tipo de hidrato de carbono, contenido en proteínas, grasas y tamaño de las partículas). Entran en juego, además, ansiedad y estrés emocional, el contenido de la comida previa, la respuesta hormonal a la comida previa, las condiciones ambientales, el ciclo menstrual, etc.

El control del vaciamiento gástrico está regulado por mecanismos neurológicos y hormonales en respuesta al volumen, a la presión y a los receptores para las grasas y aminoácidos, distribuidos en el estómago, duodeno y yeyuno. El volumen de los líquidos introducidos influye sobre la presión intraparietal y los receptores de la mucosa gástrica responden a la distensión de la pared y a la presión, aumentando el vaciamiento. Así, a mayor volumen de fluidos ingeridos mayor será la velocidad del vaciamiento gástrico.

Sin embargo, esto se cumple hasta un volumen de 600 mL. El tipo de ejercicio y el ambiente también tienen su peso. El vaciamiento gástrico en reposo es más o menos igual al correspondiente a un ejercicio de intensidad moderada (40-75%  $VO_{2MÁX}$ ). Una reducción del vaciado se nota, en cambio, durante la actividad física de mayor intensidad (superior al 75%  $VO_{2MÁX}$ ) y en ambiente cálido (35 °C respecto a 25 °C).

Diferentes modalidades de ejercicio pueden modificar no sólo la cantidad de líquidos ingeridos, sino también su vaciamiento desde el estómago. Es decir, el efecto de un determinado deporte en el vaciamiento gástrico y en las posibles alteraciones gastrointestinales va a depender de la naturaleza e intensidad del ejercicio, del tipo de movimiento realizado y de la cantidad de líquido ingerido.

La restauración de los líquidos durante ejercicios continuos atenúa la reducción del volumen plasmático debido a la deshidratación y mantiene la osmolaridad del plasma, ayudando así a la homeostasis termorreguladora y cardiovascular. La capacidad de absorción del agua por parte del intestino es prácticamente ilimitada.

#### **4.1.1 Sed, sudoración y orina**

La sed no es un indicador fiable ni sensible de la deshidratación. La mayoría de la gente está ya medianamente deshidratada (el 2% de la MC) cuando comienza a tener sed. Y cuando beben, la sed se sacia antes de que se reponga todo el líquido perdido. Además, existe considerable variabilidad individual en las reacciones ante la sed. Las posibles bebidas al alcance de los deportistas deshidratados marcan la diferencia en cuanto al volumen consumido. Factores como el sabor, el grado de "apetitosidad" y la temperatura del líquido pueden influir en el volumen que se bebe. Una pequeña cantidad de sal también mejora el buen sabor de las bebidas para personas deshidratadas después del ejercicio. En un estudio realizado en la Universidad de Iowa, demostró que existe una mayor recuperación de líquido perdido al consumir bebidas isotónicas que

agua (79% contra 63% respectivamente). Otros estudios sugieren que a veces la percepción del gusto y el consumo real no siempre van de la mano: mientras que el agua muy fría (0°C) puede ser la bebida más agradable, es difícil de beber en grandes cantidades, por lo que es probable que las bebidas frescas (10-15°C) favorezcan un mayor consumo.

El ritmo de sudoración está determinado por el ritmo metabólico o la producción de potencia del deportista, si bien otros factores como la variabilidad individual, el grado de aclimatación del deportista y las condiciones ambientales desempeñan un papel importante. Por lo general, la mayoría de los deportistas se desenvuelven en condiciones menos extremas y su ritmo medio de sudoración durante la práctica deportiva es 1-1.5 L/h. Los deportistas pueden reponer estas pérdidas causadas por el sudor durante el ejercicio para mantener el equilibrio de líquidos.

Sin embargo, los estudios que han medido el consumo voluntario de líquidos en distintos deportes demuestran que la mayoría de los deportistas se deshidratan en un nivel medio a moderado durante el entrenamiento o la competencia.

La orina se produce para ayudar a eliminar los productos derivados del cuerpo y para mantener el equilibrio de las concentraciones de agua y electrolitos en el cuerpo. Durante el día se produce una pérdida obligatoria de líquido por la orina con este primer propósito. Cuando los deportistas sudan, pierden agua y una pequeña cantidad de electrolitos, sobre todo sodio. La deshidratación por el ejercicio produce una reducción del volumen total de sangre y agua en el cuerpo y un aumento medio de la concentración de sangre y contenido de sodio.

Consumir grandes cantidades de agua después del ejercicio provoca la disolución de los contenidos de la sangre antes de que se restablezca su volumen completo. Con el fin de preservar las concentraciones de sangre dentro de los límites saludables, el cuerpo apaga la sed para que los deportistas dejen de beber y produce orina para reducir la disolución. En efecto, los deportistas pueden producir grandes cantidades de orina diluida, incluso a pesar de seguir deshidratados. Sin embargo, al consumir algo de sodio con los líquidos rehidratantes, se restablece el volumen y la concentración con mayor armonía sin necesidad de producir excesiva orina.

El Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM) estableció en 1996 una serie de recomendaciones claras y prácticas para reemplazar los líquidos durante el ejercicio en función de la duración e intensidad.

**1.** Se recomienda que los individuos consuman una alimentación equilibrada y que beban fluidos adecuados durante las 24 horas antes de un evento, en particular durante el periodo que incluye la comida antes del ejercicio, para promover una hidratación apropiada antes del ejercicio o competencia.

**2.** Se recomienda que los individuos beban aproximadamente 500 mL de líquido unas dos horas antes del ejercicio para propiciar una hidratación adecuada y dejar tiempo para la excreción del agua ingerida en exceso.

**3.** Durante el ejercicio los atletas deben empezar a beber pronto y a intervalos regulares, con el fin de consumir los fluidos a una tasa que permita reponer toda el agua perdida por la sudoración o consumir la cantidad máxima tolerable, ya que la estrategia consiste más en minimizar la deshidratación que en contrarrestar un déficit grave de líquidos.

**4.** Se recomienda que la temperatura de los fluidos que se ingieran sea menor que la temperatura ambiente, entre 15 y 22 °C, y que tengan sabor para aumentar la palatabilidad y propiciar la reposición de fluidos. Los fluidos deben estar al alcance de los atletas y servirse en recipientes que permitan que se ingieran volúmenes adecuados con facilidad y con la mínima interrupción del ejercicio.

**5.** Se recomienda agregar cantidades apropiadas de hidratos de carbono y/o electrolitos a las soluciones rehidratantes para los eventos deportivos cuya duración sea mayor a una hora, ya que no dañan significativamente la distribución del agua en el cuerpo y podrían mejorar el rendimiento.

Hay poca evidencia de que existan diferencias en el rendimiento fisiológico o físico entre el consumo de una bebida que contenga hidratos de carbono y electrolitos y el agua pura en los eventos deportivos que duran menos de una hora.

6. Durante el ejercicio intenso que se realiza durante más de una hora, se recomienda que los hidratos de carbono se ingieran a una tasa de 30-60 g/h para mantener su oxidación y retrasar la fatiga, ésta puede lograrse si se bebe entre 600 y 1200 mL/h de una solución que contenga entre un 4 y un 8% de hidratos de carbono (g/100 mL).

7. Se recomienda la inclusión de NaCl (0.5-0.7 g/L de agua) en la solución hidratante que se ingiere durante los ejercicios que duran más de una hora ya que podría ser ventajoso, debido a que aumenta la palatabilidad, propicia la retención de fluidos y posiblemente previene la hiponatremia en ciertos individuos que toman cantidades excesivas de fluidos (González, 2005).

Las bebidas isotónicas contienen cantidades de sodio entre 10-25 mmol/L lo que favorece una rehidratación más eficaz que el agua y tienen mayor preferencia que las soluciones comercializadas para la rehidratación oral que aportan líquido de fácil preparación pero presentan una concentración mucho mayor de sodio de 50-90 mmol/L (2-5 g de sal). No obstante, el consumo adicional de sodio a partir de alimentos será necesario durante las siguientes horas para corregir el equilibrio final de líquidos/sodio del cuerpo. Por lo general la gente, en occidente, consume sal por encima de los valores recomendados y por lo tanto, con tiempo y el consumo de alimentos, se repondrá el equilibrio (Hawley, et al., 2000).

#### **4.1.2 Consumo de agua en nadadores**

A diferencia de los deportes terrestres, en los acuáticos existe una mayor oportunidad de perder calor tanto de manera conductiva como convectiva, reduciendo el enfriamiento por evaporación en la termorregulación. Se ha demostrado, tras varios estudios, que en nadadores jóvenes, con un entrenamiento promedio de 6 km/día, la pérdida de agua es de 2 L/día, debido al sudor perdido durante y después de los entrenamientos. Se estima que la pérdida de sudor en nadadores está alrededor de 365 mL/hr en mujeres y 415 mL/hr en hombres, con una pérdida considerablemente mayor durante los ejercicios anaeróbicos que en los aeróbicos. De estos mismos estudios, se encontró que la ingesta de líquidos se encuentra entre 0-2140 mL/sesión en hombres y de 0-1140 mL/sesión en mujeres.

A diferencia de las mujeres, los hombres consumen suficientes líquidos para reponer los perdidos e incluso llegan a exceder los requerimientos, situación inversa en deportes de tierra. Sólo en las sesiones con ejercicio anaeróbico, las cuales se asocian con un consumo menor de líquidos y en las cuales existe una mayor sudoración, es en donde existe un desajuste general del balance de líquidos.

Sin embargo existen pocos datos que aseguren los efectos de consumir líquidos durante el entrenamiento o en competencias, sobre el rendimiento del nadador (Burke, 2000).

## **4.2 Vitaminas y Minerales**

Las vitaminas y minerales son esenciales para metabolizar los sustratos de energía, ayudan a la construcción de tejido, al balance de fluidos en los ambientes intra y extracelulares y llevan oxígeno y otros elementos necesarios para el trabajo metabólico. Además juegan un rol muy importante en la reducción del estrés oxidativo que presentan los atletas inducido por el ejercicio.

Debido a los altos niveles de metabolismo energético y al estrés muscular y esquelético, los atletas necesitan mayor cantidad de vitaminas y minerales que los que no lo son (Benardot, 2001).

Una dieta variada y suficiente, que contenga alimentos frescos, podrá cubrir los requerimientos de vitaminas y minerales sin necesidad de recurrir a complementos alimenticios.

El sinergismo entre vitaminas y minerales es un factor crítico para alcanzar los requerimientos nutricionales. La suplementación de una sola vitamina o mineral puede intervenir en el balance nutricional y en la relación entre uno y otro (Ahuerma, 1997).

Consultar las tablas 1, 2, 3 y 4, al final del capítulo, como guía de los requerimientos de cada vitamina y mineral.

### **Vitaminas**

Las vitaminas son compuestos indispensables para el organismo, son catalizadores de diversos procesos metabólicos, forman parte de enzimas produciendo

grandes efectos con muy pequeña cantidad, ya que sus requerimientos diarios se miden en miligramos o microgramos.

Las vitaminas se clasifican en hidrosolubles (que son solubles en agua) y liposolubles (que son solubles en grasa).

Dentro de las hidrosolubles tenemos al complejo B, que comprende:

B1 tiamina

B2 riboflavina o lactoflavina

B3 niacina

B5 ácido pantoténico

B6 piridoxina

B12 cobalamina

B9 ácido fólico

Biotina y vitamina C ó ácido ascórbico que también son hidrosolubles.

El incremento del metabolismo energético hace que surja la necesidad de una mayor cantidad de vitaminas B, las cuales actúan como la fracción funcional de las coenzimas que intervienen en los ciclos energéticos. Sin embargo, cuando la cantidad diaria ingerida se amplía para incluir las mayores necesidades calóricas, los alimentos adicionales consumidos suelen aportar suficientes vitaminas B que cubren la liberación de dicha energía. No hay datos concluyentes que mencionen que suplementar al deportista bien nutrido con vitaminas B logre mejorar su rendimiento (Krause, 1998).

La suplementación con vitamina C se asocia con una mayor capacidad para el trabajo y la economía en la función cardiaca, durante el ejercicio, con una ligera reducción de glucosa en sangre y aumento de ácidos grasos libres circulantes, lo cual daría lugar a una mayor utilización de los mismos para la producción de energía y el consiguiente ahorro de glucógeno.

Dentro de las vitaminas liposolubles se encuentran:

A retinol y caroteno

D calciferol

E tocoferoles

K filoquinona o vitamina antihemorrágica

Como la dieta de los atletas, en entrenamiento, es alta en valor calórico total, al aumentar la cantidad de alimentos también se incrementa el contenido vitamínico y las demandas diarias pueden ser satisfechas con los alimentos. Sin embargo, entre los deportistas es muy popular el consumo de suplementos vitamínicos cuyas fórmulas sobrepasan en exceso las demandas diarias.

Investigaciones realizadas demuestran que la suplementación con vitaminas mejora el rendimiento en sujetos que se encontraban carentes de ellas, mas no en aquellos bien nutridos.

La fundamentación para no aconsejar el uso de suplementos vitamínicos se basa en que un exceso de vitaminas hidrosoluble no se almacena en el organismo; cuando los tejidos llegan a su límite de saturación, el resto se pierde por la orina. Si el exceso es de vitamina C, una parte puede perderse por el intestino al no absorberse en su totalidad y puede provocar diarrea dado el grado de acidez (Matsumoto et al., 2007).

Las vitaminas liposolubles se almacenan en el organismo en cantidades apreciables, especialmente en el hígado. Si se ingieren excesivamente, se retienen, saturan los tejidos y pueden causar lesiones celulares. La hipervitaminosis A puede causar lesiones hepáticas, producir irritabilidad, fatiga e insomnio, hipertensión intracraneana al aumentar la presión del líquido cefalo-raquídeo y también puede causar engrosamiento de los ganglios linfáticos.

El exceso de vitamina D es peligroso sobre todo en niños y adolescentes porque produce la calcificación prematura de los cartílagos de crecimiento normal. Puede provocar calcificaciones anormales propiciando el endurecimiento de tejidos blandos (hígado, músculos, piel) y provocar la precipitación de cálculos renales. También puede producir cefaleas, náuseas y vómito.

El exceso de vitamina E puede provocar hipertensión, trastornos gastrointestinales, fatigas y dermatitis (Ahuerma, 1997)

Es evidente que el ejercicio intenso puede poner de manifiesto carencias subclínicas de vitaminas. Las que están relacionadas con el metabolismo energético han sido objeto de muchos estudios, que no han demostrado en general, que el rendimiento físico se vea afectado en ningún sentido. Sin embargo, no parece desaconsejable el aumento moderado de su consumo por suplementación cuando la ingesta calórica sea elevada y no totalmente compensada.

La reducción de la ingesta calórica puede llevar a deficiencias vitamínicas globales si no se toman los adecuados suplementos específicos.

Este argumento en el aporte vitamínico no está exento de riesgos cuando se realizan excesos. Las vitaminas hidrosolubles son un grupo especialmente problemático en este aspecto y son raros los casos en los que aparecen intoxicaciones por hipervitaminosis. Sin embargo, no se puede descartar esta posibilidad (Matsumoto et al., 2007).

## **Minerales**

Los minerales, a diferencia de otros nutrimentos, son los únicos de origen inorgánico, sin embargo trabajan en conjunto con otros compuestos orgánicos (vitaminas y sustratos energéticos). Éstos tienen diversas funciones, entre ellas están:

- Ayuda a la fuerza y estructura del esqueleto, manteniéndolo fuerte y resistente contra fracturas,
- Mantiene los niveles de acidez o alcalinidad de la sangre y del tejido, ya que para los atletas, la actividad física vigorosa tiende a disminuir el pH,
- Ayudan a estimular los movimientos musculares debidos a impulsos eléctricos,
- La actividad física aumenta el grado al cual la energía se consume, por ello, el control de este gasto a nivel celular es necesario para el esfuerzo atlético.

Todas estas funciones son importantes para los atletas; atletas con baja densidad ósea están más susceptibles a fracturas, un balance ácido-base inadecuado produce bajos rendimientos, baja funcionalidad en nervios y músculos, disminución de la coordinación y un metabolismo celular alterado limita a la célula en la obtención y reserva de energía.

Los minerales se requieren en la composición corporal de los tejidos blandos y duros. También participan en los sistemas enzimáticos, en la contracción muscular, en reacciones nerviosas y en la coagulación sanguínea. Estos minerales, que se obtienen generalmente mediante la dieta, son de dos tipos: los elementos principales (macrominerales) y los elementos traza (microminerales) (Benardot, 2001).

## Macrominerales

La cantidad total de minerales presentes en el cuerpo es aproximadamente del 4% del peso corporal. Los macrominerales se encuentran en mayor proporción que los microminerales, entre ellos se encuentra el calcio, fósforo, magnesio, sodio, cloro y potasio.

## Microminerales

Los microminerales se encuentran en los tejidos del cuerpo en muy pequeñas cantidades, pero tienen una importancia relevante dentro de la nutrición humana. La ingesta recomendada de estos elementos es menor de 100 mg/día y la cantidad total en el cuerpo de estos minerales es menor a 5 gramos. Dentro de este grupo se incluyen el hierro, zinc, yodo, selenio, cobre, manganeso y cromo (Benardot, 2000)

## Hierro

La consecuencia fisiológica más aparente de la deficiencia en hierro es la relacionada con la anemia. Al reducirse la formación de hemoglobina y eritrocitos, tanto el aporte de oxígeno como la eliminación de anhídrido carbónico pueden reducirse en individuos anémicos.

Uno de los efectos fundamentales de la anemia se ejerce a nivel del sistema circulatorio, produciéndose un incremento de la carga de trabajo sobre el corazón. El gasto cardiaco puede incrementarse dos o más veces respecto de su valor normal. Durante el ejercicio, el corazón ya no es capaz de bombear tan grandes cantidades de sangre; de esta forma se desarrolla una hipoxia tisular y la circulación no puede compensar las demandas de oxígeno y en consecuencia, puede producirse un fallo cardiaco agudo o de forma menos dramática, es posible que se desarrolle simplemente una reducción en la capacidad de trabajo.

Aunque el contenido total de hierro de los compuestos situados a nivel tisular es pequeño, su distribución y sus funciones metabólicas específicas son muy importantes.

Para que exista un déficit de hierro es necesario que se presente un balance negativo del mismo, es decir, que sea menor la absorción a las cantidades excretadas diariamente por el organismo. En atletas de resistencia las causas de la alteración en el balance de hierro podrían ser: un aporte dietético inadecuado, una mala absorción

intestinal o un incremento en las pérdidas de hierro por sudor, orina y heces, y en mujeres por una menstruación excesiva.

Con la dieta occidental típica es difícil que se cumplan las necesidades de hierro en mujeres en edad fértil. Las pérdidas de hierro por distintas vías en las mujeres suponen una media de 1.4 mg/día, de las que unos 0.6 mg/día corresponden a la menstruación. Si se considera un 10% de absorción del hierro dietético, se requerirán al menos 14 mg/día para que no exista un balance negativo. Sin embargo, la dieta media occidental suministra sólo 5-7 mg de hierro por cada 1.000 kcal y por tanto, los consumos medios de 2000 kcal se asocian a menudo con deficiencias en hierro. Para los varones la situación es distinta y un consumo de 2000 kcal/día resulta suficiente para mantener un balance de hierro positivo.

A pesar de los mecanismos para el mantenimiento del balance de hierro, las alteraciones de la absorción parecen contribuir, con frecuencia, a un balance negativo en un elevado número de atletas. Se ha sugerido que el entrenamiento intenso produce elevaciones en la saturación de la transferrina plasmática y esto retardaría la liberación de hierro desde las células mucosas del intestino.

Dadas las consecuencias perjudiciales de un balance negativo de hierro sobre el rendimiento, se requieren estrategias para prevenir su aparición y para corregir el problema una vez que se produce. La prevención del balance negativo en deportistas del sexo femenino se puede lograr aumentando el aporte de hierro, bien a través de la dieta o mediante suplementos orales. Dado que un exceso de hierro puede tener efectos negativos, dichos suplementos no deberían superar los 18 mg/día, a menos que exista seguridad de una depleción de los depósitos de hierro (ferritina sérica inferior a 12 ng/ml).

En el caso de los varones, como generalmente están en balance positivo, los suplementos no son necesarios, a menos que exista depleción de hierro o anemia ferropénica (hemoglobina inferior a 13 g/100 mL), junto con características propias de déficit de hierro.

Además, el exceso de hierro puede provocar una posible interferencia con la absorción de otros nutrientes como cobre y zinc o si se emplean complejos poliminerales y polivitamínicos, la absorción de sus diferentes componentes puede no ser la óptima (González 2005).

Una sesión de ejercicio duro provoca un aumento agudo en los niveles de ferritina sérica, el compuesto de las reservas de hierro que se emplea como valor predictivo de una deficiencia inicial de hierro. Y el entrenamiento produce un aumento del volumen sanguíneo (contenido de líquido) que diluye la concentración de varios componentes de la sangre, incluida la hemoglobina. Por lo tanto, la hemoglobina puede estar aparentemente baja en algunos deportistas, sobre todo al comienzo de un programa de entrenamiento, sin que tenga efectos perjudiciales sobre el rendimiento en el ejercicio.

Por lo tanto, el diagnóstico y tratamiento de una deficiencia de hierro siempre deben estar a cargo de expertos como médicos o nutriólogos deportivos, los cuales emplearán cierto número de mediciones, incluyendo resultados de análisis de sangre, exploraciones clínicas y la detección de factores de riesgo para establecer el diagnóstico.

## **Calcio**

Merece una especial atención la situación del aporte de calcio en el nadador adolescente, dados sus elevados requerimientos en esa edad y porque en ocasiones la actividad física excesiva conduce a una descalcificación ósea. Esta descalcificación puede afectar al propio crecimiento y sobre todo a una adecuada calcificación.

El problema es más grave en el caso de las mujeres, en la cual la calcificación adecuada en la pubertad y temprana madurez va a influir en la osteoporosis posmenopáusica. En atletas del sexo femenino la incidencia de amenorreas prolongadas secundarias al ejercicio puede llegar a ser del 65%, originando pérdidas de masa ósea y una mayor incidencia de fracturas.

Cuando se producen reducciones de masa ósea o situaciones de amenorrea, se recomiendan dosis diarias de 500 a 1000 mg de calcio, preferentemente en forma de citrato, citrato/malato, gluconato o lactato de calcio. También se recomienda aumentar el consumo de productos lácteos (bajos en grasas).

Un hecho interesante es que la aparición de calambres musculares puede deberse en parte a la pérdida de calcio desde el retículo sarcoplasmático, con alteración de la función neuromuscular y reducción de la glucogenólisis. Aunque el calcio se pierde en el sudor, parece que la aclimatación y pequeños incrementos en la ingesta diaria de calcio

(100-150 mg) pueden disminuir las pérdidas del mineral hasta el punto de prevenir la aparición de calambres.

## **Sodio**

Es uno de los minerales más importantes en el cuerpo por el papel que juega en el equilibrio homeostático y en la contracción y relajación muscular, en donde también participa el potasio, teniendo así una relación de K (potasio)/Na (sodio) = 0.66 a 1.70. El sodio total es la suma del sodio contenido en los alimentos como parte de su composición química y el que se usa como sal de condimentación. Un gramo de sal, que es cloruro de sodio, aporta 393 mg de sodio. Un efecto significativo en el nadador es la pérdida de sal por el sudor, que contiene de 460 a 690 mg de Na por litro. El sudor excesivo en climas muy cálidos, en individuos no aclimatados, puede llevarlos a la perturbación del equilibrio homeostático de agua y electrolitos.

Una deficiencia severa de Na hace que el cuerpo no retenga agua, por consiguiente, el requerimiento de Na es mayor en el atleta.

El consumo excesivo de sal, si no se aumenta a la vez el consumo de agua, provoca la retención de agua reduciendo la eficiencia atlética en el entrenamiento. También la alta concentración de Na en el espacio extracelular provoca movimiento del agua intracelular a dicho espacio, dando lugar a deshidratación parcial de las células, lo cual compromete el desempeño atlético.

## **Potasio**

El metabolismo de Na y K está íntimamente relacionado al del agua. El potasio es esencial para la vida y contribuye a mantener la concentración del líquido intracelular, estimula las fibras musculares estriadas y hace lento el ritmo del corazón. Las pérdidas de K por el sudor son insignificantes cuando la temperatura ambiental es templada y el trabajo es moderado o ligero, pero si el ejercicio es pesado y prolongado y en clima caluroso, la pérdida de K puede ser considerable. Una dieta normal provee de 2 a 4 g de K. Individuos no aclimatados, con trabajo intenso en clima caluroso, pueden perder de 5 a 6 g diarios en periodo de ajuste. Estas circunstancias deben considerarse, ya que un déficit crónico de K puede conducir a un estado degenerativo de los músculos (esto se agrava con el uso de diuréticos o laxantes) (Aherma, 1997).

## **Magnesio**

Algunos estudios clínicos sugieren que la deficiencia de magnesio puede reducir el rendimiento en diversos tipos de deportes. En encuestas nutricionales se ha comprobado que mientras para atletas masculinos la ingesta sobrepasa normalmente los valores recomendados, en atletas femeninas los valores están en torno a un 60-65% de lo recomendado.

Durante y tras el ejercicio se han observado redistribuciones e incrementos de las pérdidas del magnesio corporal. Cuanto más anaeróbico sea el ejercicio, mayores son los desplazamientos de magnesio de plasma a eritrocitos. Además, se incrementan las pérdidas en orina y la cantidad perdida se relaciona con la concentración plasmática de lactato, lo que sugiere un incremento en la utilización de magnesio cuando domina el metabolismo glucolítico.

Algunos estudios sugieren que la suplementación con magnesio puede incrementar el rendimiento. En sujetos realizando programas de entrenamiento de fuerza, dosis de 500 mg/día durante siete semanas parecen incrementar la misma, lo que de nuevo sugiere un papel en actividades que requieran una contribución importante de la vía glucolítica.

### **4.3 Suplementación**

Los suplementos deportivos son uno de los ejemplos de nutrición deportiva más visibles y lucrativos. De hecho, para algunos deportistas esos suplementos son la nutrición deportiva. Parte de la controversia al respecto, radica en que la industria de los suplementos no está en gran medida regulada.

#### **1ª Categoría: Suplementos dietéticos:**

Los productos que ayudan a los deportistas a cubrir los requisitos y objetivos nutricionales son los suplementos más aceptados y recomendados por los expertos en nutrición deportiva. Podrían clasificarse como “suplementos dietéticos para el deporte” o “suplementos deportivos” y ajustarse a la siguiente descripción (Tabla1):

- Aportan los nutrimentos que se encuentran en los alimentos cotidianos de forma adecuada y práctica para los deportistas o situaciones deportivas.
- Alternativamente, aportan dosis de nutrimentos como vitaminas y minerales que prevendrán o tratarán deficiencias nutricionales. Sin embargo, sólo deben

emplearse después de contar con el diagnóstico de un experto en medicina/nutrición deportiva.

- Permiten a los deportistas cubrir unas necesidades nutricionales específicas para el entrenamiento o la competencia, con lo cual mejora su rendimiento.

Algunas de las ventajas que tienen estos suplementos son:

- Aportan una forma compacta y poco voluminosa de energía y nutrientes para aumentar el consumo total o para consumirlos en momentos en que los deportistas quieran evitar sentirse pesados,
- Aportan una fuente concentrada de nutrientes para los deportistas incapaces o poco dispuestos a cubrir sus requerimientos con alimentos normales,
- Aportan nutrientes en una concentración que equilibra las necesidades corporales aprovechando su capacidad de absorber los distintos nutrientes,
- Se presentan como alimentos listos para llevar, son imperecederos y fáciles de comer, para que los deportistas se los coman sobre la marcha,
- Satisfacen el gusto y apetito de los deportistas acalorados y sudorosos, tanto durante como después del ejercicio, para que haya más posibilidades de que consuman la cantidad necesaria.

Tabla 1. Tipos de suplementos deportivos

Suplemento	Composición	Empleo principal
Bebidas isotónica	5-8% de HC 10-12 mmol/L de sodio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reposición de líquidos y/o HC durante el ejercicio</li> <li>• Rehidratación y recuperación energética después del ejercicio</li> </ul>
Fuentes ricas en HC	100% de HC en polvo (polímeros de glucosa), bebidas con HC y vitaminas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suplementa una dieta rica en HC</li> <li>• Bebida de concentrado de HC durante el ejercicio</li> <li>• Recuperación energética después</li> </ul>

		del ejercicio
Geles	Gel con 60-70% de HC: 25g HC por bolsita	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forma concentrada de HC durante el ejercicio</li> </ul>
Suplementos alimenticios líquidos	Cuando se elabora la bebida: 1-1.5 kcal/mL. 50-70% de HC 15-20% de proteínas Nivel bajo-moderado de grasa. 500-1000mL aportan el 100% del CDR* de vitaminas y minerales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suplemento de nutrimentos de forma compacta para una dieta rica en energía</li> <li>• Comidas previas a una prueba</li> <li>• Recuperación después de la prueba</li> <li>• Para los deportistas de viaje y en marcha</li> </ul>
Barritas energéticas	40-50g de HC + 5-10g de proteínas. Suelen ser bajas en grasa. A menudo reforzadas con un 50-100% del CDR de vitaminas y minerales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suplemento de una dieta rica en HC</li> <li>• Comida o aperitivo previo al ejercicio</li> <li>• Fuente de HC durante el ejercicio</li> <li>• Recuperación energética después del ejercicio</li> </ul>
Suplementos con vitaminas/minerales	Margen amplio de 100-300% del CDR. 30-125mg de hierro férrico 500-1000mg de calcio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suplemento de una dieta baja en energía o de una dieta de variedad restringida</li> <li>• Tratamiento o prevención supervisados de una deficiencia de hierro</li> <li>• Suplemento de una dieta baja en energía o de insuficiente calcio</li> </ul>

\*CDR = Consumo diario recomendado

## 2ª Categoría: ayudas ergogénicas nutricionales

Ergogénico, es un término que significa potenciador del trabajo y puede aplicarse a cierto número de productos como ayudas biomecánicas, fármacos e intervenciones psicológicas. En este caso se describen como aquellas sustancias que por lo general, contienen nutrimentos o sustancias químicas alimenticias en cantidades superiores a las que se encontrarían en las fuentes dietéticas de la alimentación cotidiana. Tienen un efecto directo sobre el rendimiento, a menudo como consecuencia de un efecto supra-fisiológico.

Productos probados científicamente que mejoran el rendimiento.

Tienen que cumplir las siguientes condiciones:

- No se produce una mejora universal del rendimiento deportivo con el consumo de estos productos, sino que cada ayuda tiene por fin un punto específico o un tipo particular de desafío fisiológico.
- Cada deportista puede responder de forma distinta, variando los efectos desde beneficios patentes hasta ausencia de respuesta y en algunos casos respuestas negativas. Los deportistas deben experimentar con el consumo de estas ayudas y someter a ensayo el consumo proyectado para una prueba antes de pensar en utilizarlo para una competencia importante.

Entre estos productos se encuentran:

### Cafeína

- Afecta a numerosos tejidos del cuerpo de muy distintas formas. En el deporte se utiliza para enmascarar la fatiga y mejorar el rendimiento. La cafeína (3-6 mg/kg de peso corporal) tomada una hora antes de un ejercicio de intensidad moderada, aumenta la capacidad de ejercicio y la producción de trabajo. El consumo de cafeína por encima de 9 mg/kg de peso corporal aumenta el riesgo de producir concentraciones en orina ilegales. Con un consumo mayor de 13 mg/kg de peso corporal, el riesgo de sufrir efectos secundarios es significativo (cefaleas, insomnio, efectos secundarios gastrointestinales).
- Los niveles por encima de 12 mg/mL se consideran una prueba de dopaje.

- Las fuentes donde los deportistas pueden obtener cafeína incluyen el café, infusiones de té, las bebidas de cola y medicamentos sin receta médica.
- La cafeína ejerce su efecto sobre el rendimiento de distintas formas. Con dosis por encima de 5 mg/kg de peso corporal parece estimular el metabolismo de las grasas durante el ejercicio, lo cual aumenta la oxidación de ácidos grasos libres y triglicéridos intramusculares. Sin embargo, este efecto de ahorro de glucógeno se limita a los primeros 15 minutos de ejercicio. El aumento del nivel de adrenalina, un efecto directo sobre las contracciones musculares y la estimulación del sistema nervioso central para que cambie su percepción del esfuerzo.
- Aunque se sabe que la cafeína posee propiedades diuréticas y tal vez aumente las pérdidas de líquido por la orina durante la rehidratación posterior al ejercicio, no se ha demostrado que su consumo antes y durante el ejercicio empeore el equilibrio hídrico o la regulación de la temperatura.

#### Bicarbonato

- La principal fuente de potencia a corto plazo (< 5 minutos) en un ejercicio de intensidad casi máxima es el sistema glucolítico anaeróbico. La acumulación progresiva de iones hidrógeno, junto con la producción de lactato, establecen un límite a la producción de potencia de este sistema. El aumento de la acidez de las células interfiere la capacidad de los músculos para contraerse y este sistema de potencia se vuelve autolimitado. Cuando se supera la capacidad amortiguadora del interior de las células, el lactato y los iones hidrógeno se diseminan fuera de las células hacia el torrente circulatorio. El amortiguador más importante es el bicarbonato.
- Se ha elaborado la hipótesis de que un aumento de la acumulación de bicarbonato en la sangre podría retrasar el comienzo de la fatiga muscular durante un ejercicio anaeróbico prolongado al aumentar la capacidad de amortiguamiento extracelular, así como la capacidad de los músculos para eliminar el exceso de iones hidrógeno.
- Los tipos de competiciones más apropiados para esta intervención son aquellas que se desarrollan en tres a siete minutos de trabajo de alta intensidad.
- El protocolo general consiste en ingerir 0.3 g de bicarbonato sódico por kg de MC, una a dos horas antes del ejercicio, se puede tomar como bicarbonato sódico casero. Por lo general se recomienda consumir la dosis de bicarbonato con

abundante agua (1-2 L) para prevenir la diarrea hiperosmótica. Los síntomas gastrointestinales son los efectos secundarios más frecuentes.

### Creatina

- Es un componente dietético que se encuentra en carnes y huevos, siendo el consumo diario típico 1 gramo. El 95% de la reserva de creatina del cuerpo se encuentra en los músculos. Como el recambio metabólico diario de creatina es de 2 g, el resto lo metaboliza el cuerpo y lo transporta a las células musculares. Todo el proceso de síntesis del cuerpo se reduce cuando el consumo es alto.
- El nivel medio de creatina en los músculos es de 125 mmol/kg de tejido muscular, estando la mayor parte ligada al fosfato.
- La fosfocreatina realiza una serie de funciones importante en el metabolismo del ejercicio. Aporta, en primer lugar, un sistema de potencia limitado pero de acción rápida que regenera el ATP y es la fuente energética más importante para el rendimiento en "sprints" a tope de cinco a diez segundos. Además sirve de amortiguador a los iones hidrógeno producidos en los miocitos durante la glucólisis anaeróbica. Segundo, transporta el ATP generado por el metabolismo anaeróbico a las mitocondrias de los miocitos hasta la parte de la célula donde la maquinaria contráctil de los músculos pueda usarlo.
- La forma más rápida para conseguir una carga de creatina es tomar grandes y frecuentes dosis de un suplemento de creatina durante cierto número de días (dosis de 5 g, cuatro a cinco veces diarias durante cinco días). Comer una cantidad moderada de hidratos de carbono (100g), con cada dosis aumenta el consumo de creatina mediante los efectos estimulantes de la insulina. Esto terminará cargando los músculos, pero tal vez pasen hasta 28 días antes de que se saturen.
- Los miocitos tienen un umbral o punto de saturación de creatina. Por lo general, las cargas de creatina aumentan los niveles de creatina y fosfocreatina un 25% por encima de lo normal. La respuesta es individual y algunos deportistas mejoran un 50% sus reservas. Sólo aquellos deportistas que aumenten los niveles de creatina en los músculos mostrarán mejoras del rendimiento.
- Después de la carga, las reservas de creatina en los músculos suelen descender gradualmente. Algunos estudios han demostrado que pasan de cuatro a seis

semanas hasta recuperar los niveles en reposo. Una dosis de mantenimiento de 2-3 g de creatina diarios mantiene un nivel elevado en los músculos cargados.

- Las cargas de creatina se asocian con un aumento inmediato de peso de 1-2 kg. Es muy probable que esto se deba a la retención de líquidos acumulados con la creatina dentro de las células. Un estudio ha demostrado un descenso simultáneo de la producción de orina durante la fase de carga. Si la suplementación con creatina supone aumentar la masa corporal magra a largo plazo, tal vez se deba a que estimula la síntesis de proteínas.
- Los estudios sobre el rendimiento han aportado pruebas consistentes de que la suplementación con creatina mejora la recuperación entre cargas repetidas de ejercicio de alta intensidad. Un aumento del nivel total de creatina en los músculos parece aumentar el ritmo de resíntesis de la fosfocreatina durante los períodos de descanso entre cada "sprint", lo cual aporta a los músculos mayores reservas para la siguiente carga de trabajo. La mayoría de los estudios demuestran que la creatina extra es insuficiente para mejorar el rendimiento de la carga inicial o de un solo sprint de alta intensidad.

#### Productos que siguen siendo de investigación

Es probable que durante la investigación de estos compuestos, éstos ya sean utilizados por los deportistas. Algunos han dado resultados prometedores, pero se necesitan más estudios antes de obtener suficientes pruebas para poder plantearse su admisión como sustancias probadas.

#### Glicerina

- Se considera que la glicerina es un agente hiperhidratante que tal vez ayude a los deportistas a retener mayor cantidad de líquido antes de realizar un ejercicio que promueva una mayor deshidratación

#### Triglicéridos

- Los triglicéridos de cadena media evitan ciertos aspectos ralentizantes del transporte y metabolismo de los ácidos grasos de cadena larga que componen la mayor parte del consumo diario de grasas. Esto los vuelve ideales como fuente de grasas para experimentar durante el ejercicio prologando de intensidad baja a

moderada. Las investigaciones todavía se hallan en una fase preliminar ya que pudieran encontrarse evidencias de trastornos gastrointestinales.

#### Carnitina L

- La carnitina desempeña cierto número de funciones importantes en el metabolismo del ejercicio. Se sabe que es una molécula transportadora de ácidos grasos a la mitocondria de los miocitos, donde se oxida. También interviene en la regulación del equilibrio entre las sustancias químicas clave de otros procesos metabólicos.
- El aparente beneficio de este suplemento es que puede mejorar el metabolismo graso aumentando el transporte de grasas al lugar donde se oxidan. Por tanto, es un ingrediente popular de los suplementos para perder grasa, así como para aumentar aparentemente la capacidad de ejercicio.
- Estudios modernos y mejor controlados han hallado defectos en estos supuestos beneficios y no han conseguido replicar los hallazgos de una mejora del rendimiento de los deportistas. Un requisito para que haya beneficios es que se produzca un cambio en el contenido muscular después de la suplementación.

#### Aminoácidos de cadena ramificada

- El papel de los aminoácidos de cadena ramificada (AaCR), por el cual se les atribuyen beneficios, es la prevención de la fatiga del sistema nervioso central durante un ejercicio prolongado de intensidad moderada. Una baja del nivel de estos aminoácidos permite la entrada de más triptófano en el encéfalo, lo cual provoca un aumento en la producción de una sustancia química llamada serotonina. Esta sustancia química provoca torpeza y fatiga en el encéfalo o el sistema nervioso central, en oposición a la fatiga muscular por depleción energética.
- Se ha sugerido que el consumo de suplementos con AaCR durante el ejercicio tal vez impida que esto ocurra. Hay estudios en los que los deportistas que tomaron estos suplementos durante el ejercicio mejoraron su rendimiento deportivo y la función cognitiva.

#### Vitaminas E y C (antioxidantes)

- Se sabe que el ejercicio aumenta la tensión oxidativa del cuerpo y que la suplementación con antioxidante tal vez reduzca los daños oxidativos en la célula

muscular y otros puntos del cuerpo. Hay pruebas de que la suplementación con vitamina E aumenta el potencial antioxidante, permitiendo una reducción de los signos de daño oxidativo después de una carga aguda de ejercicio. Otros estudios han descrito que la suplementación con vitamina C refuerza el sistema inmunitario contra el esfuerzo violento de una tarea física excepcional.

- Evidencia científica demuestra que la exposición repetida al ejercicio permite al cuerpo desarrollar por sí mismo una protección antioxidante adecuada. Incluso si una suplementación con antioxidantes es benéfica a nivel celular de los músculos, tal vez resulte demasiado sutil para generar beneficios significativos a nivel del rendimiento deportivo.
- La suplementación puede ser útil para los deportistas que aumentan repentinamente la exposición a la tensión oxidativa, como un aumento acusado en el entrenamiento o traslados a lugares con mayor altitud.

#### Productos que no cuentan con respaldo científico

La mayoría de las ayudas ergogénicas nutricionales se agrupan en esta clase. A veces se debe simplemente a que no se han sometido a ensayos. Sin embargo, otros que se sometieron a investigaciones preliminares e incluso extensivos, no mostraron ninguna prueba sustancial de que se beneficia el rendimiento.

Algunos de estos productos ya han salido del mercado y otros han disminuido su venta debido a que los mismos deportistas no han encontrado beneficios tangibles: jalea real, colina, aminoácidos sencillos como arginina y ornitina, ginseng, inosina, picolinato de cromo, vanadio, espirulina, piruvato, polilactato y magnesio (Hawley, et al, 2000).

**Tabla 1**  
**Vitaminas hidrosolubles**

Vitamina	B1	B2	B3	B6	B12	B9	Biotina	B5	C
Nombre alterno	Tiamina mg/día	Riboflavina mg/día	Niacina mg/día	Piridoxina mg/día	Cobalamina µg/día	Ácido fólico <sup>a</sup> µg/día	Biotina µg/día	Ácido pantoténico <sup>a</sup> mg/día	Ácido ascórbico mg/día
IDR	Hombres 1.0 Mujeres 0.9	Hombres: 1.1 Mujeres: 0.9	Hombres: 13-16 Mujeres: 12-14	Hombres: 1.1 Mujeres: 1.0	Hombres y mujeres: 2.2- 2.4	Hombres y mujeres: 360	Hombres y mujeres: 30-100	Hombres y mujeres: 5.0	Hombres: 65-84 Mujeres: 57-65
Recomendaciones para atletas	1.5-3.0 depende del total de calorías consumidas	1.1 mg/1000 kcal	14-20	1.5-2.0	2.4-2.5	400	50-100	4-5	200
Función	Metabolismo de carbohidratos, funciones del sistema nervioso	Metabolismo energético de proteínas, salud de ojos y piel	Metabolismo energético, glucólisis, síntesis de grasas	Metabolismo y síntesis de proteínas, metabolismo de grasas e hidratos de carbono, formación de neurotransmisores, glucólisis	Metabolismo y síntesis de proteínas, metabolismo de grasas e hidratos de carbono, formación de neurotransmisores, glucólisis	Metabolismo de metionina, formación de ADN, formación de células de la sangre, desarrollo fetal normal	Síntesis de glucosa y ácidos grasos, gluconeogénesis expresión genética	Metabolismo energético como parte de la CoA, gluconeogénesis, síntesis de acetilcolina	Formación de colágeno, absorción de hierro, formación de epinefrina
Fuentes alimentarias	Cereales integrales, frijoles, carne de puerco, granos enriquecidos	Leche fresca y otros productos lácteos, huevos, vegetales de hojas verdes, cereales integrales, granos enriquecidos	Alimentos altos en triptófano (huevo, leche, pavo, pollo) Granos enteros, carne magra, pescado,	Carnes, cereales enteros, huevo	Alimentos de origen animal y cereales fortificados	Vegetales de hoja verde, frijol, cereales integrales, naranjas, plátanos	Yemas de huevo, vegetales de hoja verde	Presente en todos los alimentos procesados	Frutas frescas, especialmente las ácidas, y vegetales
Deficiencia	Confusión, anorexia, debilidad, enfermedades del corazón	Inflamación de lengua, resequeidad y agrietamiento en comisuras de labios, nariz y ojos, fatiga, debilidad y sensibilidad a la luz	Anorexia, irritación en piel, demencia, debilidad. Pelagra	Náusea, debilidad muscular, depresión, convulsiones, deterioro del sistema inmune, llagas en labios	Anemia perniciosa. Síntomas: debilidad, fatiga, desórdenes neurológicos	Anemia megaloblástica, defectos del tubo neural. Síntomas: fatiga, debilidad y desórdenes neurológicos	Anorexia, depresión, dolor muscular y dermatitis	No se conoce	Escorbuto, deterioro muscular y de tendones, sangrado de encías
Toxicidad	No se conoce	No se conoce	20-35 para niños y adultos (9-70+ años). Síntomas: reflujo, hormigueo en extremidades, úlceras gástricas	60-100 para niños y adultos Síntomas: pérdida del equilibrio y coordinación	No se conoce	Límites máximos: 600-1000 para niños y adultos (9-70+ años)	No se conoce	No se conoce	1.2-2.0 g/día para niños y adultos. Incrementa riesgo de formación de piedras en el riñón con ingesta crónica de 1g/día

**Tabla 2**  
**Vitaminas liposolubles**

Vitamina	A <sup>a</sup>	D <sup>a</sup>	E	K <sup>a</sup>
Nombre alterno	Retinol µg/día	Colecalciferol, calciferol µg/día	Tocoferol, α-tocoferol, γ-tocoferol mg/día	Filoquinona, vitamina antihemorrágica µg/día
IDR	Hombres: 730 Mujeres: 570	Hombres y mujeres: 5	Hombres y mujeres: 13	Hombres: 65-100 Mujeres: 65-75
Recomendación para atletas	1000	5-15	20	120
Función	Mantenimiento saludable de células epiteliales, ojos y sistema inmune	Absorción de calcio y fósforo, salud de la piel	Protección antioxidante de las membranas celulares	Formación de coágulos, mejora la función de la osteocalcina para el fortalecimiento de huesos
Fuentes alimentarias	Retinol: hígado, mantequilla, queso, yema de huevo, aceites de hígado de pescado. Beta carotenos: frutas verdes y de colores brillantes, y vegetales	Exposición a luz solar, aceites de hígado de pescado, margarina y leche fortificadas	Aceites, y margarinas poliinsaturados y monoinsaturados de vegetales y de cereales. En algunos cereales fortificados	Aceites vegetales y vegetales de hoja verde
Deficiencia	Piel seca, irritabilidad, vómito, dolor en huesos, ceguera nocturna, incremento de riesgo por infección	Osteomalcia, incremento de riesgo por fracturas y osteoporosis	Es raro, si sucede: riesgo de cáncer y enfermedades del corazón	Raro, si sucede: hemorragias
Toxicidad	1.7-3.0 mg/día para niños y adultos (9-70+ años) Síntomas: daño hepático, malformaciones óseas, muerte	50 para todos los grupos de edad. Síntomas: náusea, diarrea, pérdida de función muscular, daño en órganos	600-1000 para niños y adultos (9-70+ años)	No se conoce

**Tabla 3**  
**Macrominerales**

Mineral	Calcio <sup>a</sup>	Fósforo <sup>a</sup>	Magnesio	Sodio	Cloro	Potasio
Símbolo	Ca µg/día	P mg/día	Mg mg/día	Na mg/día	Cl mg/día	K g/día
IDR	Hombres y mujeres: 900-1200	Hombres y mujeres: 560-1100	Hombres: 320-360 Mujeres: 250-320	Hombres y mujeres: 500 mínimo	Hombres y mujeres: 800-900	Hombres y mujeres: 2 mínimo
Recomendación para atletas	1300-1500	1250-1500	400-450 de alimentos 350 de suplementos	>1 g/día, si hay gran pérdida por sudor	>2 g/día si se aumenta el sodio con la pérdida por sudor	>2 g/día cuando hay pérdida por sudor
Función	Estructura y fuerza de huesos, balance ácido-base, funciones nerviosas, contracción muscular, activación enzimática	Estructura y fuerza de huesos, balance ácido-base, función de vit B, componente del ATP	Síntesis de proteínas, metabolismo de glucosa, estructura ósea, contracción muscular	Balance de agua, funciones nerviosas, balance ácido-base, contracción muscular	Balance de agua, funciones nerviosas, producción de HCl por las células del estómago	Balance de agua, entrega de glucosa a células
Fuente alimentaria	Productos lácteos, vegetales de hoja verde, alimentos fortificados, leche de soya, leguminosas	Alimentos ricos en proteínas, productos integrales, bebidas carbonatadas	Leche y productos que la contengan, oleaginosas, granos integrales, vegetales de hoja verde, frutas	Alimentos procesados y enlatados, encurtidos, queso, salsa de soya	Sal de mesa	Frutas cítricas, papas, vegetales, leche, carne, pescado y plátanos
Deficiencia	Osteoporosis, raquitismo, función muscular inadecuada	Baja densidad ósea y debilidad muscular	Debilidad muscular, calambres musculares, arritmias cardiacas	Hiponatremia, calambres musculares, náuseas, vómito, anorexia, convulsiones, coma	Vómito frecuente, puede generara convulsiones	Hipocalemia, que se asocia con anorexia, arritmias y calambres musculares
Toxicidad	2500 para todos los grupos de edades. Síntomas: constipación, mala absorción de otros minerales bivalentes, piedras en riñones, arritmias cardiacas	4000 para niños y adultos (9-70+ años)	350 si se toma como suplemento Síntomas: náuseas, vómito y diarrea	2.3 g/día, los requerimientos de atletas les permiten exceder este límite El exceso desmedido provoca hipertensión	3500 o el equivalente a 5800de sal de mesa. El exceso provoca hipertensión	Hipercalemia, que provoca arritmias y alteraciones en la función cardiaca y hasta la muerte. Por esta razón no se recomienda su suplementación

**Tabla 4**  
**Microminerales**

Mineral	Hierro <sup>a</sup>	Zinc	Yodo	Selenio	Cobre	Manganeso	Cromo <sup>a</sup>
Símbolo	Fe, $Fe^{2+}$ , $Fe^{3+}$ mg/día	Zn mg/día	I µg/día	Se µg/día	Cu µg/día	Mn mg/día	Cr µg/día
IDR	Hombres: 18-22 Mujeres: 21-22	Hombres: 13.9-15.0 Mujeres: 11.0-12.2	Hombre: 82-120 Mujeres: 85-125	Hombres: 48-52 Mujeres: 48	Hombres: 730-775 Mujeres: 750-780	Hombres y mujeres: 0.8-5.0	Hombres: 30-32 Mujeres: 22-25
Recomendación para atletas	15-20	15-19	120-150	55-70	1150	5	30-35
Función	Transporte de oxígeno, forma parte de enzimas oxidativas, esencial para el metabolismo aeróbico	Parte de muchas enzimas involucradas en el metabolismo energético, síntesis de proteínas, función inmune, función sensorial, maduración sexual	Forma la hormona tiroxina, la cual está involucrada en el control del metabolismo	Antioxidante (parte del glutatión peroxidada)	Parte de la proteínas transportadora de hierro, reacciones de oxidación	Energía metabólica, síntesis de grasas, estructura ósea	Tolerancia a la glucosa (control glucosa-insulina)
Fuentes alimentarias	Carnes, pescado, aves, mariscos, leguminosas, vegetales de hoja verde, frutas secas	Carnes, pescado, aves, mariscos, huevos, comidas integrales, vegetales y oleaginosas	Sal yodada y alimentos del mar, algunos vegetales (dependiendo del tipo de suelo)	Carne, pescado, mariscos, alimentos integrales, oleaginosas, vegetales (dependiendo del tipo de suelo)	Carne, pescado, aves, mariscos, huevo, oleaginosas, alimentos integrales, plátanos	Alimentos integrales, leguminosas, vegetales de hoja verde, plátanos	Levadura de cerveza, hongos, alimentos integrales, oleaginosas, leguminosas, queso
Deficiencia	Fatiga, menor resistencia a infecciones, energía metabólica baja con posible hipotermia	Anorexia, piel seca, evita cicatrización de heridas,	Bocio	Puede ocasionar daño al corazón	Puede ocasionar anemia	Poco crecimiento y desarrollo en niños	Intolerancia a la glucosa
Toxicidad	Daño hepático y hemocromatosis	40 mg/día síntomas: deterioro del sistema inmune, cicatrización lenta, hiposmia, altos niveles de colesterol, LDL, y HDL, náuseas	Producción inadecuada de tiroxina	400 µg/día, Si hay síntomas: náuseas y pérdida de cabello	Si hay síntomas: náuseas y vómito	11 mg/día Síntomas: problemas neurológicos, confusión y fatiga	No se conoce

Fuentes: Valores nutrimentales de referencia (IDR e IDS) de vitaminas y minerales para la población mexicana 2004. Dr. Héctor Bourges Rodríguez. Instituto Nacional de Ciencias Médicas Salvador Zubirán.

<sup>a</sup> Ingestión diaria sugerida (IDS)

## 5. Diseño de menús para nadadores

Dada la importancia que tiene la ingesta de hidratos de carbono en los nadadores, en este capítulo se resumen algunas de las estrategias para su consumo:

- Los hidratos de carbono deben representar el 65% de la energía ingerida en todas las comidas y refrigerios, en donde aproximadamente el 90% provenga de alimentos y el 10% de bebidas.
- Los alimentos con hidratos de carbono deben ser el objetivo de la mayoría de las comidas y refrigerios, debido a que éstos aportan la mayor parte de energía que se gasta en el ejercicio y su reserva en músculos proporciona gran cantidad de la energía utilizada por segundo. Las comidas deben incluir los siguientes alimentos:
  - Pan y cereales en el desayuno
  - Arroz, pasta, fideos y otros cereales
  - Fruta
  - Leguminosas
  - Productos lácteos azucarados
  - Alimentos feculentos (maíz, papa)
- Los nadadores deben aumentar el número de comidas y aperitivos y no su cantidad. Esto requiere tener aperitivos a la mano los días de mucha actividad.
- Los alimentos ricos en azúcares son útiles cuando se añaden a una comida nutritiva alta en hidratos de carbono o si se desea recuperar energía durante y después de los entrenamientos de gran intensidad y para pruebas cortas en donde se requiere gran explosividad y fuerza.
- Se opta por alimentos ricos en hidratos de carbono con menor contenido de fibra cuando la necesidad de energía es mayor o cuando los deportistas necesitan comer justo antes de hacer ejercicio; además es menos probable que provoquen malestar gastrointestinal.
- Las bebidas con hidratos de carbono son una fuente compacta y abundante de hidratos de carbono que contienen electrolitos que ayudan a recuperar las sales perdidas por el sudor y con éstas se favorece la hidratación del cuerpo.
- Los deportistas que necesitan optimizar el almacenaje de glucógeno en los músculos, sea para recuperarse entre sesiones de entrenamiento prolongado, o para cubrir las necesidades energéticas de una competición, deben comer 7-10 gramos diarios de hidratos de carbono por kilogramo de peso corporal.

- Los deportistas deben comer alimentos ricos en hidratos de carbono 1-4 horas antes de la competición, para pruebas cortas se recomiendan alimentos con IG medio a alto (Tabla 2). Todas estas estrategias deben ponerse en práctica durante el entrenamiento.
- Después del ejercicio, la recuperación de las reservas de energía en los músculos mejora ingiriendo alimentos ricos en hidratos de carbono durante los primeros 15-30 minutos después de ejecutarlo; se recomienda un consumo de al menos 1 g de HC por kilogramo de peso corporal. Es apropiado centrarse en alimentos con un elevado IG durante las comidas y aperitivos de recuperación.
- Los hidratos de carbono deben consumirse durante los entrenamientos y competiciones largos cuando se necesite un aporte energético adicional. Se sugiere un consumo cada hora de hasta 1g de HC por kilogramo de peso corporal y los nadadores pueden recurrir a alimentos y bebidas para conseguirlo (Hawley et al., 2000).

Los nadadores presentan un consumo de energía más alto que otros deportistas (700 kcal/hora en pruebas de velocidad y 450 kcal/hora en pruebas de fondo); generalmente gastan más energía de la que ingieren. Se ha sugerido que nadar disminuye el apetito de la misma forma que los entrenamientos intensos de atletismo o ciclismo. Muchos nadadores se dan cuenta de que tienen “hambre feroz” después de acabar una sesión de entrenamiento, lo que compensa positivamente la energía gastada. Algunas investigaciones sugieren que esto se debe a que los nadadores entrenan a temperaturas más bajas. Por el contrario, corredores y ciclistas suelen experimentar un aumento de la temperatura corporal durante el entrenamiento lo que, generalmente, reduce el apetito a corto plazo.

Los nadadores de elite pueden estar predispuestos a tener niveles más altos de grasa corporal ya que esto puede representar una ayuda en su desempeño (Matsumoto et al., 2007).

## 5.1 Diseño del menú para periodo de entrenamiento de natación de alta intensidad

Es de gran importancia adaptar los horarios de comida a las necesidades del entrenamiento, recordando que si se ingieren alimentos antes de éste, se recomienda un refrigerio de dos a tres horas antes y evitando comidas abundantes. La comida principal se realizará después del entrenamiento

Tabla 1. Requerimientos de energía y proteína para jóvenes según edad y peso.

Edad (años)	Estatura (cm)	Peso (kg)	Energía		Proteínas	
			kcal/día	kcal/kg	g/día	g/cm
<b>Mujeres</b>						
15-18	163	55	2200	40	44	0.29
19-24	164	58	2200	38	46	0.28
<b>Hombres</b>						
15-18	176	66	3000	45	59	0.33
19-24	177	72	2900	40	58	0.33

Recommended Dietary Allowances, 10<sup>a</sup> ed. 1989. National Academy of Sciences.

La recomendación para la distribución de nutrimentos en la alimentación del nadador es (Pérez, et al., 2005):

Hidratos de carbono: 65%

Proteína: 15%

Grasa: 20%

### 5.1.1 Cálculo de la recomendación dietética para nadadores

Los cálculos de ingesta diaria de energía se realizaron respecto a la cantidad recomendada de hidratos de carbono que se sugieren para nadadores, la cual va de 7-10 g/kg de peso corporal, se utilizó el peso promedio para los rangos de edades de la Tabla 1 y se hizo una recomendación generalizada de energía.

Mujeres (peso promedio de 56.5 kg)

Edad (años)	7 g/kg	10g/kg	Promedio de los dos rango de edad	Proteína (tomando kcal/día generalizado)	Grasa (tomando kcal/día generalizado)
15-18	385 g HC	550 g HC	467.5 g HC		
19-24	406 g HC	580 g HC	493 g HC		
		<b>Promedio</b>	<b>480.3 g HC 8.5 g HC/kg 2955.7 kcal/día</b>	<b>110.6 g P 1.96 g/kg</b>	<b>65.5 g G 1.16 g/kg</b>
		<b>Generalizando</b>	<b>2950 kcal/día</b>		

Hombres (peso promedio de 69 kg)

Edad	7 gHC/kg	10 gHC/kg	Promedio de los dos rangos de edad	Proteína (tomando kcal/día generalizado)	Grasa (tomando kcal/día generalizado)
15-18	462 g HC	660 g HC	561 g HC		
19-24	504 g HC	720 g HC	612 g HC		
		<b>Promedio</b>	<b>586.5 g HC 8.5 g HC/kg 3609.2 kcal/día</b>	<b>135 g P 1.96 g/kg</b>	<b>80 g G 1.16 g/kg</b>
		<b>Generalizando</b>	<b>3600 kcal/día</b>		

## 5.1.2 Guía alimentaria para mujeres

2950 kcal/día

Grupos en el Sistema de Equivalentes	Subgrupos	Equivalentes	Energía	Proteína	Lípidos	HC
<b>Verduras</b>		7	175	14	0	28
<b>Frutas</b>		8	480	0	0	120
<b>Cereales y tubérculos</b>	a) sin grasa	8	560	16	0	120
	b) con grasa	2	230	4	10	30
<b>Leguminosas</b>		2	240	16	2	40
<b>Alimentos de origen animal</b>	a) Muy bajo aporte de grasa	2	80	14	2	0
	b) Bajo aporte de grasa	1	55	7	3	0
	c) Moderado aporte de grasa	2	150	14	10	0
	d) Alto aporte de grasa	0	0	0	0	0
<b>Leche</b>	a) Descremada	0	0	0	0	0
	b) Semidescremada	0	0	0	0	0
	c) Entera	2	300	18	16	24
	d) Con azúcar	1	200	8	5	30
<b>Aceites y grasas</b>	a) sin proteína	3	135	0	15	0
	b) con proteína	0	0	0	0	0
<b>Azúcares</b>	a) sin grasa	7	280	0	0	70
	b) con grasa	1	85	0	5	10
<b>Sumatoria</b>		46	2970	111	68	472
<b>% Adecuación</b>			100.7	100.3	103.7	98.5

**5.1.2.1 Sugerencia de menú para mujeres nadadoras durante el periodo de entrenamiento (medio a intenso) y de hora y media de duración.**

<b>Tiempo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Alimento</b>	<b>Equivalentes</b>
<b>Refrigerio</b>	3 cucharadas 1 taza 2 cucharaditas 1 taza	Granola Yogurt natural Miel de abeja Jugo de naranja natural	1 cereal con grasa 1 leche entera 1 azúcar sin grasa 2 fruta
<b>Desayuno</b>	1 taza sándwich: 2 piezas 1/3 lata Al gusto 1/3 1 cucharadita 1 taza	Papaya Pan integral Atún en agua Lechuga, jitomate Aguacate Mostaza Te verde	1 fruta 2 cereales 1 OA muy baja grasa 1 verduras 1 aceite sin proteína Libre Libre
<b>Refrigerio</b>	½ taza 1 pieza 4 piezas 1 taza	Jícama rallada Plátano Galletas saladas integrales Helado de yogurt	1 verdura 2 fruta 1 cereal sin grasa 1 leche con azúcar
<b>Comida</b>	1 taza 1 cucharadita (para pasta) 60 gramos Al gusto  1 cucharadita (para alambre) ¾ taza 2 piezas	Espagueti con espinaca Aceite Alambre de res Pimiento rojo/verde, cebolla, jitomate y calabacitas Aceite Frijoles de la olla mandarinas	3 cereales 1 grasa 2 OA moderada grasa 2 verdura  1 grasa 2 leguminosas 1 fruta
<b>Refrigerio</b>	2 piezas 1 taza 1 taza	Galletas de avena y pasas Jugo de verduras o tomate Uvas verdes	1 cereal con grasa 1 verduras 1 frutas

<b>Cena</b>	sincronizada: 2 piezas 2 rebanadas 40 gramos Ensalada: 1 taza Al gusto 1 pieza 1 taza 2 cucharaditas	Tortillas de maíz Jamón virginia Queso fresco Nopales Jitomate y cebolla Manzana Leche Chocolate en polvo	2 cereales sin grasa 1 OA muy baja grasa 1 OA baja grasa 1 verduras 1 verduras 1 fruta 1 leche entera 1 azúcar con grasa
<b>Bebidas</b>	1 Litro	Bebida para deportistas	6 equivalentes

NOTA: distribuir bebidas deportivas a lo largo de los entrenamientos y alternar con agua natural.

### 5.1.3 Guía alimentaria para hombres

3600 kcal/día

Grupos en el Sistema de Equivalentes	Subgrupos	Equivalentes	Energía	Proteína	Lípidos	HC
<b>Verduras</b>		8	200	16	0	32
<b>Frutas</b>		9	540	0	0	135
<b>Cereales y tubérculos</b>	a) sin grasa	9	630	18	0	135
	b) con grasa	3	345	6	15	45
<b>Leguminosas</b>		3	360	24	3	60
<b>Alimentos de origen animal</b>	a) Muy bajo aporte de grasa	2	80	14	2	0
	b) Bajo aporte de grasa	2	110	14	6	0
	c) Moderado aporte de grasa	1	75	7	5	0
	d) Alto aporte de grasa	0	0	0	0	0
<b>Leche</b>	a) Descremada	0	0	0	0	0
	b) Semidescremada	0	0	0	0	0
	c) Entera	2	300	18	16	24
	d) Con azúcar	2	400	16	10	60
<b>Aceites y grasas</b>	a) sin proteína	3	135	0	15	0
	b) con proteína	1	70	3	5	3
<b>Azúcares</b>	a) sin grasa	8	320	0	0	80
	b) con grasa	1	85	0	5	10
<b>Sumatoria</b>		54	3650	136	82	584
<b>% Adecuación</b>			101.4	100.7	102.5	99.8

**5.1.3.1 Sugerencia de menú para hombres nadadoras durante el periodo de entrenamiento (medio a intenso) y de hora y media de duración.**

<b>Tiempo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Alimento</b>	<b>Equivalentes</b>
<b>Refrigerio</b>	licuado: 1 pieza 1 taza 2 cucharadas 2 cucharaditas 1 cucharadita 3 piezas	Plátano Leche Avena natural Miel de abeja Canela Nueces	2 fruta 1 leche entera 1 cereal sin grasa 1 azúcar sin grasa Libre 1 aceite con proteína
<b>Desayuno</b>	1/3 pieza 1 pieza Al gusto 1 cucharadita 3/4 taza 1 pieza 1 taza	Melón picado Huevo a la mexicana Jitomate y cebolla Aceite Frijoles refritos Bolillo Jugo de naranja natural	1 fruta 1 OA moderada grasa 1 verdura 1 aceite 2 leguminosas 3 cereales sin grasa 2 fruta
<b>Refrigerio</b>	2 1/2 taza 1 taza 1 pieza	Palomitas naturales Pepino picado manzana	1 cereales sin grasa 1 verdura 1 fruta
<b>Comida</b>	1/2 taza 60 gramos  1/2 taza 1/3 taza 1 cucharadita 2 piezas Ensalada: 2 tazas 1 pieza chica 4 cucharaditas 1 taza 1 rebanada (13 gramos)	Sopa de lentejas Carne molida res (picadillo) Zanahoria picada Chícharos sin vaina Aceite Tortilla maíz Espinaca, lechuga Pimiento rojo Aderezo bajo en calorías Uvas verdes Ate de membrillo	1 leguminosas 2 OA baja grasa  1 verdura 1 verdura 1 aceite 2 cereales sin grasa 1 verdura 1 verdura 1 azúcar con grasa 1 fruta 1 azúcar sin grasa
<b>Refrigerio</b>	1 taza 10 piezas 1 taza 1 pieza	Fresas rebanadas Pasitas Yogurt natural Barra de granola con choco chip	1 fruta 1 fruta 1 leche entera 1 cereales con grasa

<b>Cena</b>	½ lata 2 piezas ½ taza ½ taza 1 cucharadita 1 taza 2 piezas ¾ taza	Atún en agua Pan integral Brócoli cocido Chayote cocido Mantequilla Puré de papa Mandarinas Malteada de chocolate	2 OA muy baja grasa 2 cereal sin grasa 1 verdura 1 verdura 1 aceite 2 cereales con grasa 1 fruta 1 leche con azúcar
<b>Bebidas</b>	1 litro	Bebida para deportistas	6 equivalentes

NOTA: distribuir bebidas deportivas a lo largo de los entrenamientos y alternar con agua natural.

## 5.2 Diseño del menú para periodo de entrenamiento de natación de baja intensidad

Como se mencionó en el Capítulo 3, cuando los periodos de entrenamiento están separados por varios días y/o la intensidad del ejercicio es baja, una dieta mixta que contenga 4-5 g de hidratos de carbono por kg de peso corporal suele ser suficiente para reemplazar el almacén muscular y hepático de glucógeno. Las recomendaciones, en cuestión de horarios, son las mismas que para un entrenamiento de alta intensidad.

La recomendación para la distribución de nutrimentos en este periodo de entrenamiento es la misma que para el entrenamiento de alta intensidad:

Hidratos de carbono: 65%

Proteína: 15%

Grasa: 20%

### 5.2.1 Cálculo de la recomendación dietética para nadadores

Los cálculos de ingesta diaria de energía se realizaron respecto a la cantidad recomendada de hidratos de carbono que se sugieren para nadadores, en el período de entrenamiento de baja intensidad, la cual es de 5 g/kg de peso corporal, se utilizó el peso promedio para los rangos de edades de la Tabla 1 y se hizo una recomendación generalizada de energía.

Mujeres (peso promedio de 56.5 kg)

Edad	5 g/kg	Proteína (tomando kcal/día generalizado)	Grasa (tomando kcal/día generalizado)
15-18	275 g HC		
19-24	290 g HC		
<b>Promedio</b>	<b>282.5 g HC</b> <b>1738.5 kcal/día</b>	<b>65.3 g P</b> <b>1.16 g/kg</b>	<b>38.7 g G</b> <b>0.7 g/kg</b>
<b>Generalizando</b>	<b>1740 kcal</b>		

Hombres (peso promedio de 69 kg)

Edad	5 g/kg	Proteína (tomando kcal/día generalizado)	Grasa (tomando kcal/día generalizado)
15-18	330 g HC		
19-24	720 g HC		
<b>Promedio</b>	<b>354 g HC</b> <b>2123 kcal/día</b>	<b>79.5 g P</b> <b>1.15 g/kg</b>	<b>47 g G</b> <b>0.7 g/kg</b>
<b>Generalizando</b>	<b>2120 kcal/día</b>		

## 5.2.2 Guía alimentaria para mujeres

1740 kcal

Grupos en el Sistema de Equivalentes	Subgrupos	Equivalentes	Energía	Proteína	Lípidos	HC
Verduras		5	125	10	0	20
Frutas		6	360	0	0	90
Cereales y tubérculos	a) sin grasa	4	280	8	0	60
	b) con grasa	1	115	2	5	15
Leguminosas		1	120	8	1	20
Alimentos de origen animal	a) Muy bajo aporte de grasa	1	40	7	1	0
	b) Bajo aporte de grasa	1	55	7	3	0
	c) Moderado aporte de grasa	1	75	7	5	0
	d) Alto aporte de grasa	0	0	0	0	0
Leche	a) Descremada	1	95	9	2	12
	b) Semidescremada	0	0	0	0	0
	c) Entera	0	0	0	0	0
	d) Con azúcar	1	200	8	5	30
Aceites y grasas	a) sin proteína	2	90	0	10	0
	b) con proteína	1	70	3	5	3
Azúcares	a) sin grasa	4	160	0	0	40
	b) con grasa	0	85	0	5	10
Sumatoria		29	1785	69	37	290
% Adecuación			102.6	105.7	95.7	102.6

### 5.2.2.1 Sugerencia de menú para nadadoras durante un día de entrenamiento de baja intensidad: una hora, de dos a tres veces por semana.

Tiempo	Cantidad	Alimento	Equivalentes
Desayuno	1/3 pieza	Melón picado	1 fruta
	1 pieza	Huevo revuelto	1 OA moderada grasa
	1 cucharadita	Aceite	1 aceite
	1 taza	Ejotes cocidos	1 verdura
	1 pieza	Pan integral	1 cereal sin grasa
	1 taza	Te	Libre
	2 cucharaditas	Azúcar	1 azúcar sin grasa

<b>Refrigerio</b>	1 taza 2 piezas ¾ taza	Zanahoria rallada Naranjas en gajos Yogurt de fruta	1 verdura 1 fruta 1 leche con azúcar
<b>Comida</b>	1 taza 1 taza enfrijoladas: 2 piezas 32 gramos ½ taza 1 cucharadita Ensalada: al gusto 4 cucharaditas 1 cucharadita 1 pieza	Consomé de pollo Zanahoria picada y calabacitas picadas Tortillas de maíz Pollo deshebrado Frijoles enlatados Aceite Jitomate y lechuga Ajonjolí Vinagre balsámico manzana	Libre 1 verdura 2 cereales sin grasa 1 OA muy baja grasa 1 aceite 1 verdura 1 aceite con proteína 1 libre 1 fruta
<b>Refrigerio</b>	3 piezas ½ pieza 2 piezas	Guayabas Plátano Galletas de avena y pasas	1 fruta 1 fruta 1 cereales con grasa
<b>Cena</b>	1 pieza 2 rebanadas ½ taza 2 piezas medianas 1 taza	Pan tostado integral Jamón de pavo Chayotes cocidos (con sal y limón) Tunas Leche light	1 cereal sin grasa 1 OA baja grasa 1 verdura 1 fruta 1 leche descremada
<b>Bebidas</b>	500 mL	Bebida para deportistas	3 azúcar sin grasa

NOTA: distribuir bebidas deportivas a lo largo de los entrenamientos y alternar con agua natural.

### 5.2.3 Guía alimentaria para hombres

2120 kcal

Grupos en el Sistema de Equivalentes	Subgrupos	Equivalentes	Energía	Proteína	Lípidos	HC
<b>Verduras</b>		6	150	12	0	24
<b>Frutas</b>		7	420	0	0	105
<b>Cereales y tubérculos</b>	a) sin grasa	5	350	10	0	75
	b) con grasa	1	115	2	5	15
<b>Leguminosas</b>		2	240	16	2	40
<b>Alimentos de origen animal</b>	a) Muy bajo aporte de grasa	1	40	7	1	0
	b) Bajo aporte de grasa	1	55	7	3	0
	c) Moderado aporte de grasa	1	75	7	5	0
	d) Alto aporte de grasa	0	0	0	0	0
<b>Leche</b>	a) Descremada	1	95	9	2	12
	b) Semidescremada	0	0	0	0	0
	c) Entera	0	0	0	0	0
	d) Con azúcar	1	200	8	5	30
<b>Aceites y grasas</b>	a) sin proteína	3	135	0	15	0
	b) con proteína	1	70	3	5	3
<b>Azúcares</b>	a) sin grasa	4	160	0	0	40
	b) con grasa	1	85	0	5	10
<b>Sumatoria</b>		35	2190	81	48	354
<b>% Adecuación</b>			103.3	101.9	101.9	102.8

**5.2.3.1 Sugerencia de menú para nadadores durante un día de entrenamiento de baja intensidad: una hora, de dos a tres veces por semana.**

<b>Tiempo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Alimento</b>	<b>Equivalentes</b>
<b>Desayuno</b>	1 taza sándwich: 2 piezas 2 rebanadas al gusto 1 cucharadita 1 taza 2 cucharaditas	Papaya Pan integral Jamón de pavo Lechuga y jitomate Mostaza Café o te Azúcar	1 fruta 2 cereal sin grasa 1 OA baja en grasa 1 verdura Libre Libre 1 azúcar sin grasa
<b>Refrigerio</b>	2 piezas 3 cucharadas 10 piezas 2 piezas	Yogurt para beber Granola con almendras Pasitas Mandarinas	1 leche con azúcar 1 cereal con grasa 1 fruta 1 fruta
<b>Comida</b>	½ taza 1 taza 1 cucharadita 70 gramos 1 taza Ensalada: 1 taza 6 piezas 1 taza 1 pieza	Arroz blanco Zanahoria y chícharo aceite Pescado empepelado Pimiento verde, calabacitas y cebolla Lechuga y apio Aceitunas verdes Frijoles de la olla Plátano	2 cereal sin grasa 1 verdura 1 aceite 1 OA muy baja grasa 1 verdura 1 verdura 1 aceite 2 leguminosas 2 fruta
<b>Refrigerio</b>	1 taza 2 piezas 12 gramos	Jícama rallada Tunas Cacahuates pelados	1 verdura 1 fruta 1 aceite con proteína
<b>Cena</b>	1 pieza 1 taza 1 cucharadita Ensalada rusa: 3/4 pieza 1 taza 1 cucharadita 1 pieza 1 taza 1 cucharadita	Salchicha de pavo a la mexicana Jitomate y cebolla Aceite Papa Zanahoria y chícharo Mayonesa Manzana Leche light Chocolate en polvo	1 OA moderada grasa 1 verdura 1 aceite 1 cereal sin grasa 1 verdura 1 grasa sin proteína 1 fruta 1 leche descremada 1 azúcar con grasa
<b>Bebidas</b>	500 mL	Bebida para deportistas	3 azúcar sin grasa

NOTA: distribuir bebidas deportivas a lo largo de los entrenamientos y alternar con agua natural.

### 5.3 Alimentación para la competencia

Como se mencionó en el Capítulo 3, la dieta durante la competencia tiene características propias y dependerá de la hora del día, el clima en que se lleve a cabo y la intensidad de la prueba. Se recomienda consumir de 200-400 g de HC.

#### 5.3.1 Comida ejemplo para la competencia matutina.

Cuando la competición se vaya a realizar por la mañana, el desayuno previo a ésta debe cumplir las siguientes características:

- tendrá que realizarse como mínimo dos horas antes de la competencia o una antes del calentamiento,
- deberá ser hipercalórico con relación al desayuno habitual, rico en hidratos de carbono, 70% de la energía total, es decir de 8-10 g/kg de peso y debe proporcionar una óptima hidratación.

Desayuno	Equivalentes	Energía (kcal)	Proteínas (g)	Lípidos (g)	HC (g)
<b>¾ taza yogurt de fruta</b>	1 leche con azúcar	201	8	3.2	33.9
<b>3 Cucharadas granola c/pasas y dátiles</b>	1 cereal con azúcar	92	2.3	2.9	15.2
<b>2 cucharaditas miel abeja</b>	1 azúcar sin grasa	43	0	0	11.5
<b>1 plátano</b>	1 fruta	98	1.2	0.4	24.8
<b>1 taza papaya</b>	1 fruta	55	0.8	0.1	13.7
<b>2 piezas pan blanco</b>	2 cereal sin grasa	142	4.4	1.6	27.2
<b>2 cucharaditas mantequilla cacahuete</b>	1 grasa con proteína	63	2.6	5.3	2.3
<b>2 rebanadas jamón pavo</b>	1 OA baja grasa	54	8	2.1	0.1
<b>1 taza jugo naranja natural</b>	1 fruta	108	1.6	0.4	25
<b>800 mL bebida para deportistas</b>	5 azúcar sin grasa	200	0	0	49
<b>Sumatoria</b>	15	856	28.9	16	202.7

NOTA: La bebida deportiva se tomará minutos antes y a lo largo del trayecto a la competición.

### 5.3.2 Comida ejemplo para la competencia vespertina

Si la competencia se realizará por la tarde, la comida debe cumplir las siguientes características:

- tendrá que realizarse 4 horas antes, se evitará la ingesta de grandes cantidades de alimentos, por lo que será hipocalórica con relación a la comida habitual (700-900 kcal aproximadamente),
- será rica en hidratos de carbono, 70% de la energía total, es decir de 8-10 g/kg de peso, pobre en grasa, proteína y fibra,
- debe proporcionar una óptima hidratación, evitando las comidas muy condimentadas y eligiendo alimentos familiares para el deportista (<http://www.sobreentrenamiento.com>)

Tarde	Equivalentes	Energía (kcal)	Proteínas (g)	Lípidos (g)	HC (g)
<b>¾ taza jugo de limón</b>	1 fruta	45	0.7	0	15.6
<b>2 cucharaditas azúcar</b>	1 azúcar sin grasa	33	0	0	8.4
<b>1 taza pasta cocida</b>	3 cereal sin grasa	156	6.4	2.2	28
<b>1 pieza calabacita</b>	1 verdura	21	1.6	0.1	3.4
<b>¾ papa al horno</b>	1 cereal sin grasa	73	1.6	0.1	16.8
<b>2 rebanadas jamón pavo</b>	1 OA baja grasa	54	8	2.1	0.1
<b>1 ½ cucharadita de mantequilla</b>	1 grasa	47	0.1	5.3	0
<b>1 plátano</b>	1 fruta	98	1.2	0.4	24.8
<b>1 manzana</b>	1 fruta	55	0.3	0.2	14.7
<b>13 g ate</b>	1 azúcar sin grasa	41	0.4	0.1	9.8
<b>800 mL</b>	5 azúcar sin grasa	200	0	0	49
<b>Sumatoria kcal</b>	17	823	20.3	10.5	170.6

NOTA: La bebida deportiva se tomará minutos antes y a lo largo del trayecto a la competición.

## 5.4 Alimentación para una correcta recuperación

Se recomienda que este refrigerio se tome entre los 15 y 30 minutos después de que el nadador haya realizado todas las pruebas y cuando haya finalizado el evento.

Generalmente en un día de evento, para nadadores de pruebas cortas, se nadan de 100-200 metros totales, por lo que se recomiendan desde 1 g HC/kg de peso (Burke, 2000) hasta 2 g HC/kg de peso (Pérez et al., 2005).

### 5.4.1 Comida ejemplo para mujeres

Para las nadadoras con peso promedio de 56.5 kg de peso y de 15-24 años de edad, se calculó que la cantidad de hidratos de carbono correspondiente al periodo de recuperación es de 85 gramos.

Mujeres	Equivalentes	Energía (kcal)	Proteínas (g)	Lípidos (g)	HC (g)
1 manzana	1 fruta	55	0.3	0.2	14.7
2 piezas mandarina	1 fruta	68	1	0.4	17
1 barrita de granola con pasas y nuez	1 cereal con grasa	97	1.7	4.4	13.5
600 mL bebida para deportistas	4 azúcares sin grasa	160	0	0	39.2
Sumatoria	7	380	3	5	84.4

#### 5.4.2 Comida ejemplo para hombres

Para los nadadores con peso promedio de 69 kg de peso y de 15-24 años de edad, se calculó que la cantidad de hidratos de carbono correspondiente al periodo de recuperación es de 103.5 gramos.

<b>Hombres</b>	<b>Equivalentes</b>	<b>Energía (kcal)</b>	<b>Proteínas (g)</b>	<b>Lípidos (g)</b>	<b>HC (g)</b>
<b>2 mandarinas</b>	1 fruta	68	1	0.4	17
<b>1 ½ barra de granola cubierta chocolate</b>	2 cereal con grasa	196	2.2	10.6	26.8
<b>8 piezas nueces de la india</b>	1 aceites y grasas	73	1.9	5.9	4.2
<b>1 manzana</b>	1 fruta	55	0.3	0.2	14.7
<b>700 mL bebida para deportistas</b>	4.5 azúcar sin grasa	180	0	0	44.1
<b>Sumatoria</b>		572	5.4	17.1	106.8

Tabla 2. Ejemplos de índice glicémico (IG) de los alimentos ricos en HC

Índice	Alimento	IG
IG alto (>70)	Glucosa	100
	Bebidas isotónicas	78
	Arroz blanco cocido en agua	64
	Papas al horno	92
	Cornflakes	81
	Puré de papas instantáneo	85
	Miel	73
	Sandía	72
	Pan blanco o integral	71
IG medio (55-70)	Refrescos	68
	Galletas de avena	54
	Sacarosa	68
	Pan de hamburguesa	61
	Helados	61
	Jugo de naranja	50
	Mango	51
IG bajo (<55)	Plátano	52
	Chocolate	44
	Nopales	7
	Naranja	42
	Pasta hervida en agua por 15 minutos	44
	Manzana	38
	Yogurt natural	36
	Pera	38
	Leche entera	27
	Frijoles negros	30
	Lentejas	29
	Fructosa	19

Nota : El índice glicémico indica numéricamente si los hidratos de carbono entran lento, modera o rápidamente al torrente sanguíneo. El IG se ha basado en la glucosa como alimento de referencia. En los casos en los que el pan blanco se emplea como alimento de referencia, los valores de IG son superiores aprox. un 1.4.

Adaptada de Noriega, El Índice Glicémico. Cuadernos de Nutrición. Vol. 27, núm. 3. mayo-junio 2004.

Tabla 3. Alimentos ricos en proteínas para los deportistas.

Alimentos de origen animal	2 huevos 300 mL de leche baja en grasa 30 g de queso bajo en grasa 70 g de requesón 200 g de yogurt de frutas sin grasa 150 g de queso fresco ligero 35 g de carne magra de ternera, cordero o cerdo (cocidos) 40 g pollo magro (cocido) 50 g pescado a la parrilla 50 g de atún o salmón en conserva
Alimentos de origen vegetal	4 rebanadas (120g) de pan integral 3 tazas (90g) de cereales integrales 2 tazas (300 g) de pasta cocida 3 tazas (400 g) de arroz cocido ¾ taza (150 g) de lentejas o frijoles 120 g de tofu o carne de soya 400 mL leche de soya 60 g de frutas secas o semillas

NOTA. Cada comida aporta 10 g de proteína aproximadamente.

\*Hawley, Burke, Rendimiento deportivo máximo, Editorial Paidotribo, Barcelona España, 2000.

## **6. Intervención**

### **“Propuesta de un Programa de Educación en Nutrición para nadadores jóvenes del equipo de Natación de la UNAM”**

#### **Introducción**

La promoción de la Salud constituye un proceso político y social global que abarca las acciones dirigidas directamente a fortalecer las habilidades y capacidades de los individuos y las dirigidas a modificar las condiciones sociales y ambientales, con el fin de mitigar su impacto en la salud pública e individual.

Es una combinación de apoyos comunicativos, educativos y ambientales que favorecen las conductas o acciones que contribuyen a la salud. Cumple sus objetivos mediante una variedad de actividades cuyo objeto es fomentar comportamientos y estilos de vida saludables. Se centra en las elecciones y responsabilidades personales y en el cambio social y del medio.

Educación para la salud: proceso de desarrollo del fomento de la motivación, las habilidades personales y la autoestima, necesarias para adoptar medidas destinadas a mejorar la salud. Incluye no sólo la información relativa a las condiciones sociales, económicas y ambientales que influyen en la salud, sino también la que se refiere a los factores de riesgo y comportamientos de riesgo. Es un proceso planificado y sistemático de comunicación y de enseñanza-aprendizaje orientado a hacer fácil la adquisición, elección y mantenimiento de las prácticas saludables y hacer difíciles las prácticas de riesgo.

Educación en Nutrición: cualquier combinación de estrategias educativas diseñadas a facilitar la adopción voluntaria de selección de alimentos y otras conductas relacionadas a la nutrición, conducentes a la salud y el bienestar. Se administra a través de medios múltiples e involucra actividades a nivel individual, comunitario y de políticas (Contento, 2008).

En el diseño de un Programa de Educación en Nutrición se recomienda seguir los siguientes pasos:

### **Audiencia**

Detección de necesidades reales, en donde se desean conocer datos demográficos, conocimientos, actitudes, creencias, hábitos, etc.

En el caso de este trabajo:

Jóvenes de 15 a 24 años del equipo representativo de Natación de la UNAM.

Duración de los entrenamientos: 3 horas; 1 hora y media de rutinas fuera del agua (correr y ejercicios anaeróbicos) y 1 hora y media de natación.

### **Enfoque del programa**

Identificación de factores para el cambio de conducta

Promover en los nadadores jóvenes dietas más saludables y adecuadas a su nivel de actividad física.

### **Adecuación de las Teorías pertinentes al programa**

Teorías de cambio de comportamiento en salud

No hay una sola teoría que domine la educación sanitaria y la promoción de la salud, ya que los problemas de salud, los comportamientos, las poblaciones, las culturas y los contextos de salud pública son amplios y variados (Organización Panamericana de la salud, 1996).

En este trabajo se aplicarán las siguientes teorías:

La teoría de Prochaska tiene que ver con la disposición de los individuos al cambio o al intento de cambiar hacia comportamientos saludables. Su premisa básica es que el cambio de comportamiento es un proceso y no un acto. Como parte de este proceso se identifican cinco etapas diferentes: pre-contemplación, contemplación,

decisión/determinación, acción y mantenimiento. También se señala que este proceso no es lineal, sino más bien circular.

Debido a lo anterior, se ha considerado a estos deportistas como personas en contemplación ya que saben los beneficios que brinda llevar una correcta y adecuada alimentación, pero no han tomado ninguna acción para modificarla. Se recomienda motivación y planeación específica de objetivos.

La teoría de creencias en salud, modelo de Hochbaum y Rosenstock, consiste en las percepciones que tiene una persona de la amenaza de un problema de salud y de la evaluación de un comportamiento recomendado para prevenir o manejar un problema. Este modelo resulta útil para analizar la falta de acción o de incumplimiento de las personas, identificando las razones para ello. Este modelo tiene un buen ajuste cuando el comportamiento o la afección que constituye un problema, suscita una motivación de salud, ya que precisamente es su punto central (Contento, 2008).

Esta teoría se adecúa a mi audiencia ya que este modelo se aplica a personas en pre-contemplación y contemplación. Se sugiere la motivación para realizar acciones específicas y señalar que los objetivos planteados son alcanzables, en este caso enfocarnos en el rendimiento como el blanco específico de cada nadador.

### **Objetivos y Metas del programa**

Objetivo general: Al finalizar el programa los nadadores del equipo comprobarán que una correcta y adecuada alimentación puede mejorar su rendimiento.

Objetivos particulares:

- Identificar y enlistar los hábitos de alimentación menos adecuados en los que incurren los nadadores mediante encuestas y cuestionarios.
- Evaluar los beneficios del programa mediante comparación de medidas antropométricas, chequeo de tiempos en diferentes pruebas y conocimientos adquiridos.
- Fomentar la transmisión de conocimientos adquiridos durante este programa realizando sesiones en donde se compartan las experiencias de cada nadador.

## **Metas**

- Más del 50% de los nadadores involucrados realizarán todas las actividades planeadas para este programa de educación como parte del cambio de comportamiento en su estilo de alimentación.
- Cada nadador comprobará los beneficios del programa mediante la comparación en la diferencia del rendimiento al inicio y final del programa.
- Los nadadores adecuarán su dieta dependiendo de la etapa de preparación en la que se encuentren y a sus actividades diarias.
- Debido al interés que se despertará en los nadadores por su alimentación, éstos acudirán con nutriólogos especialistas y médicos para realizarse revisiones periódicas de su estado de salud.

## **Metodología de programa**

### **Estrategias**

- Aplicar cuestionarios antes de iniciar el programa para evaluar los conocimientos, creencias, necesidades y hábitos del equipo (Ver formato de encuesta).
- Realizar sesiones una vez al mes durante toda la temporada de entrenamientos. Las sesiones incluirían: presentaciones en Power Point con datos importantes sobre la relación del consumo de ciertos alimentos y los beneficios que aportan éstos a su actividad, guías de preparación de refrigerios prácticos y sencillos, incluyendo “tips” de cómo elegir alimentos adecuados a su actividad física. Realizar preguntas frecuentes durante la presentación para ayudar a la reflexión, promover la participación de la audiencia y el interés de hacer preguntas.
- Realizar mensualmente visitas al médico para registrar variaciones de peso, talla, IMC e IMG y así llevar un registro de su estado de salud, además, el entrenador deberá realizar chequeos, cada mes, de los tiempos que marca cada nadador en las diferentes pruebas en las que se especializan.
- Realizar talleres quincenales, con duración de una hora, en donde se enseñará a los nadadores a calcular sus requerimientos energéticos, así como a diseñar sus

dietas con ayuda de tablas de equivalentes y material didáctico como el plato del bien comer y plantillas de equivalentes de alimentos. Estos talleres se impartirán en la ludoteca de las instalaciones de la alberca Olímpica de Ciudad Universitaria, con el fin de promover la asistencia de los participantes.

- Realizar pláticas, dos días antes de cada competencia, mediante una presentación en Power Point, en donde se muestren los requerimientos nutricionales para el día de la competencia y después de ésta, así como para los diferentes eventos en los que participen.
- Colocar posters en los vestidores, en el gimnasio y fuera de la oficina del entrenador, que incluyan cómo llevar una dieta adecuada mediante la inclusión de los tres grupos de alimentos (incluir imagen del plato del bien comer), la importancia de beber agua abundantemente y un consejo de preparación de refrigerios. Los posters tienen que contener imágenes ejemplificando la preparación del refrigerio.
- Realizar un círculo de conversación a la mitad y al final del programa, en donde se compartirán las experiencias de cada nadador, sobre los resultados observados, así como el intercambio de conocimientos o dudas.

NOTA: El lenguaje a manejar es personal, resaltar la utilidad y beneficios de cada mensaje que se brinde. Utilizar siempre imágenes de nadadores profesionales con los que se identifiquen y dar a conocer algunas noticias de actualidad sobre natación.

## **Evaluación del programa**

### **Cualitativa**

Se puede analizar fácilmente de este modo, ya que la población es pequeña.

Se utilizarán frecuencias para los datos obtenidos de las encuestas previas al desarrollo del programa y al finalizarlo también.

Las gráficas de contingencia serán útiles para observar cuántos resultados tenemos en común de las preguntas establecidas en la encuesta.

## Cuantitativa

Prueba de t-pareada para muestras relacionadas. Mediante cuestionarios aplicados al inicio y final del programa y el chequeo de los tiempos realizados en cada prueba a lo largo del programa, se comparará la media de dos variables cuantitativas continuas separadas por un lapso de tiempo, siendo estos resultados proporcionados por el mismo sujeto.

Para el análisis se evaluará el rendimiento en términos de los tiempos realizados en cada prueba. Para analizar el grado de significancia referente a la disminución de tiempos en las pruebas en las que cada nadador va a competir, se tomarán los valores promedio de los tiempos realizados antes de aplicar el programa y después de éste.

Tabla 1. Ejemplo de tabulación de datos

<b>Rendimiento</b>	<b>100 m crawl (antes del programa)</b>	<b>100 m crawl (después del programa)</b>	<b>Diferencia</b>	<b>%</b>
Nadador 1				
Nadador 2				
Nadador 3				
... Nadador n				
<b>Gasto promedio</b>				

\*NOTA: Realizar los chequeos de tiempos cada mes y de cada prueba, para hacer comparaciones a lo largo de todo el programa. Al finalizar se compararán los tiempos iniciales con los finales, y los tiempos de cada mes con los finales e iniciales.

Aplicar los cuestionarios al inicio y final del programa para determinar si hubo cambios en creencias, hábitos, etc. Incluir preguntas en donde se pueda conocer qué tipo de hábitos se modificaron y sus impresiones respecto al programa.

Edad	Sexo:	F	M
1. ¿Cuántas veces a la semana entrenas?			
a) una vez por semana			
b) dos veces por semana			
c) tres veces por semana			
d) más de tres veces por semana			
e) diario			
2. ¿Cuántas horas al día entrenas?			
a) menos de una hora			
b) una hora			
c) dos horas			
d) tres horas			
e) más de tres horas			
3. ¿Sigues alguna dieta especial para tu nivel de entrenamiento?			
Si		No	
		¿Por qué?	
4. ¿Consumes algún(os) alimento(s) para deportistas?			
a) bebidas para deportistas			
b) barras energéticas			
c) geles			
d) no consumo			
e) otro ¿Cuál?			
5. ¿Consumes algún tipo de suplemento alimenticio?, ¿por qué?			
a) vitaminas			
b) minerales			
c) proteínas			
d) grasas			
e) otro ¿Cuál?			
6. ¿Desayunas antes de realizar tus entrenamientos?			
a) Siempre			
b) Algunas veces			
c) Nunca			
¿Por qué?			
7. ¿Consumes algún tipo de refrigerio después de entrenar?			
Si		No	
		¿Por qué?	
8. ¿Consumes agua durante tus entrenamientos?			
Si		No	
		¿Por qué?	
9. ¿Cuánta agua consumes al día?			
a) menos de un litro			
b) entre uno y dos litros			
c) dos litros			
d) más de dos litros			
e) no consumo agua			
10. ¿Conoces el Plato del Bien Comer?, descríbelo			

Cuestionario final

Edad

Sexo: F M

1. ¿Consideras que han mejorado tus hábitos de alimentación?  
Si No ¿Por qué?
2. ¿Consideras que una buena alimentación influye en tu rendimiento como nadador?  
a) Nada  
b) Poco  
c) Medianamente  
d) Mucho
3. ¿Consideras que una correcta hidratación influye en tu rendimiento como nadador?  
a) Nada  
b) Poco  
c) Medianamente  
d) Mucho
4. ¿Has notado algún cambio en tu rendimiento durante los entrenamientos?  
Si No ¿Cuáles?
5. ¿Consideras que incrementaron tus conocimientos referentes con la alimentación?  
a) Nada  
b) Poco  
c) Regular  
d) Mucho
6. ¿La información y actividades del programa ayudaron para adquirir dichos conocimientos?  
d) Nada  
e) Poco  
f) Medio  
g) Mucho
7. ¿Seguirás aplicando el plan de alimentación que se sugirió en el programa?  
a) Si  
b) No
8. ¿Transmitirías la información adquirida a otras personas?  
Si No ¿Por qué?
9. ¿Cómo calificarías las actividades realizadas durante el programa?  
a) Excelente  
b) Bueno  
c) Regular  
d) Malo
10. ¿Qué recomendación darías al programa?

## Conclusiones

Se observó que el máximo desarrollo físico, fisiológico y motor para sobresalir como nadador, se lleva en la etapa de la juventud, en la que intervienen múltiples cambios debidos al crecimiento, maduración y desarrollo de los jóvenes, además de los cambios a nivel psicológico y social.

Se encontró que los factores de mayor interés durante la preparación de un nadador competidor son la edad, sexo, talla, peso y estado de maduración; además de estos factores específicos, existen otros extrínsecos que también determinan el requerimiento energético, como la intensidad y duración del ejercicio.

Se clasificó a la natación de velocidad como un deporte que:

\* En pruebas de 100 metros utiliza energía por vía anaeróbica láctásica, no requiere oxígeno para la obtención de energía, sus fuentes metabólicas son la glucosa sanguínea, el glucógeno hepático y muscular y tiene una demanda relativamente alta de hidratos de carbono en forma de glucosa y baja de lípidos, por lo que se consideran pruebas de muy alta intensidad que duran de 30 segundos a 2 minutos.

\* En pruebas de 50 metros la utilización de energía se realiza por vía anaeróbica alactásica, tampoco requiere oxígeno para la obtención de energía, su fuente metabólica es la fosfocreatina y se consideran pruebas de extremada intensidad que tienen una duración menor a 30 segundos.

Se comprendió la importancia de los entrenamientos ya que son periodos de adaptación a los cambios debidos al estrés que origina el ejercicio y se desarrollan habilidades, musculatura y capacidad física que contribuyen al éxito del nadador. Sin embargo una alimentación adecuada también es parte esencial del éxito, ya que además de buscar la utilización inmediata de la energía a través de los alimentos, se pretende tener un almacenamiento óptimo de energía. Por lo que se entendió la necesidad de adaptar la alimentación en diferentes etapas de la preparación a la competencia y después de ésta, como parte de un plan integral de entrenamiento. En la Tabla 1 se resume la distribución energética de nutrimentos recomendada para los nadadores de pruebas cortas, en las diferentes etapas de preparación para competencia.

Tabla 1. Distribución energética de nutrimentos para nadadores de pruebas cortas en diferentes etapas de preparación para competencia.

Período	Entrenamiento	Competencia	Recuperación
Hidratos de carbono	65% 7-10 g/kg	70% 8-10 g/kg *	65% 1-2 g/kg
Proteínas	15%	15%	15%
Grasas	20%	15%	20%

\*NOTA. Realizar el aumento de HC un día antes de la competencia

Las distribuciones se consideraron óptimas ya que el mayor aporte de energía es de los hidratos de carbono, que son el objetivo primordial para el almacenamiento de glucógeno y para el desarrollo de ejercicio de velocidad y fuerza. Debido a que los nadadores requieren aumentar el consumo de energía total, el aumento de proteína se hace proporcional y no se recomienda una suplementación. La proporción de lípidos es adecuada ya que el ejercicio que se realiza tiene una duración menor a dos minutos, en competencia, y los lípidos no intervienen como fuente de energía inmediata. No deben excederse los valores de porcentaje de grasa corporal que son, para individuos de 0-30 años de edad, 12-18% en hombres y 20-26% en mujeres.

Los horarios en los que se consumen los alimentos también juegan un papel importante, ya que tienen que estar adaptados de tal manera que no provoquen ningún malestar. La Tabla 2 resume los horarios de alimentación y el tipo de hidratación recomendados para los nadadores competidores de pruebas cortas.

Tabla 2. Horarios de alimentación e hidratación sugeridos para nadadores competidores

Período	Matutino	Vespertino	Hidratación
Entrenamiento	2-3 h antes	2-3 h antes	500 mL aprox. 2 h antes Beber a intervalos regulares durante el entrenamiento
Competencia	2 h antes (mínimo) ó 1h antes del calentamiento	4 h antes, evitar grandes cantidades de alimento	Consumir abundante líquido 24 h antes principalmente durante la comida del día anterior

			Consumir líquidos a lo largo del evento
Recuperación	15-30 minutos después de terminadas las pruebas	15-30 minutos después de terminadas las pruebas	Consumir bebidas con hidratos de carbono o electrolitos

Los refrigerios fueron considerados una excelente opción para alcanzar los objetivos energéticos de hidratos de carbono, con ellos aumenta el número de comidas, evitan el hambre y se logra una mejor recuperación energética. Se recomendó que cada comida ingerida antes de la competencia tiene que ser probada previamente para evitar malestares gastrointestinales.

Se determinó que para propiciar el consumo de bebidas, y en consecuencia la hidratación, se empleen bebidas con temperaturas entre 15 - 22 °C, de sabor y que se encuentren al alcance de los nadadores.

A pesar de que la actividad física intensa genera la degradación de tejidos y provoca una mayor demanda de algunos nutrimentos como vitaminas y minerales, no se recomienda suplementación alguna, ya que con la ingesta correcta de alimentos y la variación de la dieta, se alcanzan los niveles adecuados; sin embargo, si el nadador desea realizar cualquier suplementación tendrá que ser bajo prescripción médica y de acuerdo a sus niveles corporales de vitaminas y minerales.

Se observó que los nadadores recurren constantemente a suplementos como parte de su alimentación, por ello se recomienda la orientación de un especialista para evitar consecuencias y obtener mejores beneficios. Para el caso específico de nadadores de pruebas cortas, se consideraron útiles los suplementos de categoría 1, llamados dietéticos o deportivos, y de los de categoría 2 ó ergogénicos, el bicarbonato y la creatina.

Finalmente, el diseño del Programa de Educación en Nutrición tiene el propósito de ser aplicado al equipo representativo de Natación de la UNAM, para evaluar sus conocimientos sobre nutrición, hábitos, creencias y costumbres, con el fin de despertar el interés y fomentar la responsabilidad de llevar una mejor y más adecuada alimentación de acuerdo al tipo de actividad física que realizan y con ello demostrar que una correcta alimentación puede influir positivamente en su rendimiento como nadadores.

## Bibliografía

- Ahuerma R., (1997). *Manual de alimentación y nutrición del deportista*. Universidad Veracruzana: México, págs. 9-17, 35-42, 44-45, 53-61, 89-92.
- Bentley D.J., Roels B., Diciembre 2005. “Physiological responses during submaximal interval swimming training: Effects on interval duration” en *Journal of Science and Medicine in Sport*, págs. 5-8.
- Benardot, D., (2001). *Nutrición para deportistas de alto nivel*. Editorial Hispanoeuropea: Barcelona, España, págs. 25-57, 107-118, 233-237.
- Burke, L., (2000). *Practical Sports Nutrition*. Ed. Human Kinetics: Washington, EE.UU, págs. 141-167.
- Berdanier, C., (2008). *Advanced Nutrition: Macronutrients, Micronutrients, and Metabolism*. CRC: Minnesota, EE.UU, págs. 138-149, 236-260.
- Casanueva, E., et al. (2001). *Nutriología Médica*. Editorial Médica Panamericana: México D.F., México, págs. 27-30, 116-129.
- Conde P., (1998). *Hacia una natación educativa*. Editorial Gymnos: Zaragoza, España, págs. 37-41.
- Contento, I., (2008). *Nutrition education: linking research, theory and practice*. Jones and Bartlett Publishers: Nueva York, EE.UU, págs. 43-62.
- Cox G.R., Broad E., Septiembre 2001 “Body mass changes and voluntary fluids intakes of elite level waterpolo players and swimmers” en *Journal of Science and Medicine in Sport*, págs. 1-5.
- Gardner, E., et. al. (1992). *Anatomía: estudios por regiones del cuerpo humano*. Salvat: Madrid, España, págs. 67-83.
- Gómez C., (2001). *Nutrición en atención primaria*, Jarpyo Editores, Novartis: Madrid, España, págs. 58-62.
- González G., (2005). *Fisiología de la actividad física y del deporte*. Interamericana, Mc Graw Hill: Barcelona, España, págs. 19-30, 41-50.
- Hawley M., Burke L., (2000). *Rendimiento deportivo máximo*. Editorial Paidotribo: Madrid, España, págs. 26-34, 54-72, 85-91, 110-129, 138-140, 147-163, 170-194, 200-234, 241-289.
- Krause M., (1999). *Nutrición y dietoterapia*. 9ª Edición, Interamericana Mc Graw Hill: Pennsylvania, EE.UU, págs. 178-189.

- Matsumoto T, Wada T., Octubre 2007, "Nutritional knowledge of elite youth academy athletes" en *Journal of Science and Medicine in Sport*, págs. 3-10.
- Navarro C., (2003). *El entrenamiento del nadador joven*. Editorial Gymnos: Zaragoza, España. 18-49, 157-163, 183-195.
- Nestlé, Boletín informativo, México D.F., México, 2000, págs. 8-15.
- Ortiz C., (1999). *Entrenamiento de fuerza y explosividad para la actividad física y el deporte de competición*. INDE: Madrid, España, págs. 25-39, 40-52.
- Organización Panamericana de la Salud (1996). *Modelos y Teorías de Comunicación en Salud*: Washington, EE.UU, págs. 33-40.
- Papalia D., Wendkos S., Duskin R. (2005). *Desarrollo Humano*. Interamericana Mc Graw Hill: México D.F., México, págs. 22-30.
- Perea P., (1997). *Natación; Teoría y práctica*. Trillas: Guanajuato, México, págs. 26-49.
- Pérez L., Marván L. (2005). *Manual de dietas normales y terapéuticas*. La prensa Médica Mexicana: Puebla, México, págs. 9-20, 27-55, 161-178, 272-76.
- Platonov V., (2003). *El entrenamiento deportivo: teoría y metodología*. Paidotribo: Barcelona, España, 128-157.
- Wildman R., Miller B., (2004). *Sports and Fitness Nutrition*. Thomson Wadsworth: Connecticut, EE.UUA, págs. 256-270.
- [http://www.conade.gob.mx/documentos/ened/sicced/Natacion\\_2\\_NE/CAPITULO\\_5.pdf](http://www.conade.gob.mx/documentos/ened/sicced/Natacion_2_NE/CAPITULO_5.pdf) (22/10/09, 17:04)
- <http://www.sobrentrenamiento.com/articulos/redusuarios/Natacion>, (18/10/09, 14:32).