

Programación de los ejercicios físicos en infantes con exceso del porcentaje de grasa corporal

■ ÓSCAR OSWALDO ESCOBAR MONTOYA

Licenciado en Educación Física.
Especialista en Educación para la Salud.
Especialista en Educación física: actividad física y salud

■ Palabras clave

Infantes, Porcentaje de grasa corporal, resistencia aeróbica dinámica general de larga duración y ácidos grasos libres

Resumen

La infancia es un período trascendental en el proceso de formación, en el cual las disciplinas pedagógicas deben contribuir al desarrollo adecuado de las diferentes dimensiones de los seres humanos, profundizando en el conocimiento de las características que se presentan durante cada una de las etapas de este período. La Educación Física, teniendo como referentes la promoción de la salud y la prevención primaria de la enfermedad, debe empoderarse de este período del proceso vital humano, interviniendo desde los primeros años de vida mediante programas que conlleven

a que las comunidades e individuos actúen más salutogénicamente y disminuyan la prevalencia de los factores de riesgo.

En el texto se proponen una serie de pautas y estrategias dirigidas a los/as licenciados/as en Educación Física y a otros profesionales de las ciencias aplicadas a las actividades físicas, interesados/as en el proceso de iniciación deportiva con infantes que presentan exceso de porcentaje de grasa corporal.

Presentación

Hoy proliferan en las ciudades las instituciones que ofrecen programas para que los infantes¹ (se familiaricen con la práctica de uno o varios deportes. No obstante, no se tiene en cuenta que la época en la que se debe iniciar la introducción de nuevas experiencias en el campo de las activi-

dades físicas varía de un deporte a otro y de una persona a otra.

Por lo tanto, sin tener presente variables tales como la talla, la masa corporal, la edad, la personalidad o cualquier otro aspecto de un infante, encaminarlo hacia un deporte para el cual no se poseen las aptitudes necesarias, puede conducirlo a formar imágenes negativas de sí mismos y a sentirse desanimados al practicar actividad física.

En este sentido, en la actualidad se acepta que un exceso de masa grasa está negativamente relacionado con el desempeño físico y el autoconcepto de los infantes, motivo por el cual es indispensable tener presente las variables relacionadas con la reducción del tejido adiposo a la hora de programar las actividades físicas que se emplearán en el proceso de iniciación deportiva. (Cuadro 1)

Abstract

The childhood is a transcendental period in the process of formation, in which the pedagogical disciplines should contribute to the adequate development of the different dimensions of human beings, deepening in the knowledge of the characteristics present in each of the stages of this period. The Physical Education in its reference to promote health and the primary prevention of the illness should take possession of this period of the vital human process, taking part from the earlier years of life through programs that get the communities and individuals to act in a more healthful way and decrease the prevalence of risk factors. In the text we propose a series of rules and strategies leading the Physical Education teachers and other professionals of applied sciences to the physical activities interested in the sportive initiation with infants that have an percentage excessive of body fat.

Key words

Infants, Percentage of body fat, General dynamic aerobic long-lasting endurance and the free fatty acids

■ CUADRO 1.

Edad óptima en la que comienza la familiarización con los deportes.

5 A 6 AÑOS	6 A 8 AÑOS	8 A 9 AÑOS	10 A 12 AÑOS
		Tenis de campo	
Natación	Esgrima	Luchas	Ciclismo
Patinaje artístico	Tenis de mesa	Voleibol	Actividades atléticas
Gimnasia		Baloncesto	Boxeo
		Fútbol	Halterofilia



Fotografía tomada de F. Daw Parker y Oded Bar-Or, "Juvenile Obesity", en *The physician and sport medicine*, vol. 19, n.º 6 (junio de 1961).

¹ Período del proceso vital humano que dura hasta el inicio de la pubertad (momento en el que se producen cambios a nivel de maduración sexual).

■ CUADRO 2.

Percentiles de las sumatorias del espesor de los pliegues cutáneos tricipital y subescapular, de chicas entre los 6 y los 17 años, para valorar el grado de adiposidad corporal (Tomado de *Lange skin fold caliper operator's manual*).

Percentil	Edad											
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
99	7	7	7	7	7	8	8	7	7	8	8	8
95	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
90	9	9	9	10	10	10	10	10	9	10	10	10
85	10	10	10	10	11	11	10	10	10	11	11	11
80	10	10	10	11	11	12	11	11	11	11	11	12
75	11	11	11	11	12	12	11	12	11	12	12	12
70	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	13
65	11	11	12	12	13	13	13	12	12	13	13	13
60	12	12	12	13	13	14	13	13	13	13	13	14
55	12	12	13	13	14	15	14	14	13	14	14	14
50	12	12	13	14	14	16	15	15	14	14	14	15
45	13	13	14	14	15	16	15	16	14	15	15	16
40	13	13	14	15	16	17	16	17	15	16	16	16
35	13	14	15	16	17	19	17	18	16	18	17	17
30	14	14	16	17	18	20	19	19	18	18	18	19
25	14	15	17	18	19	22	21	22	20	20	20	21
20	15	16	18	20	21	24	24	25	23	22	22	24
15	16	17	19	23	24	28	27	29	27	25	24	26
10	18	18	21	26	28	33	33	36	31	30	29	30
5	20	24	28	34	33	38	44	46	37	40	37	38

■ CUADRO 3.

Percentiles de las sumatorias del espesor de los pliegues cutáneos tricipital y subescapular, de chicos entre los 6 y los 17 años, para valorar el grado de adiposidad corporal (Tomado de *Lange skin fold caliper operator's manual*).

Percentil	Edad											
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
99	8	8	8	9	9	8	9	10	10	11	11	12
95	9	10	10	10	10	11	11	12	13	14	14	15
90	10	11	11	12	12	12	12	13	15	16	16	16
85	11	12	12	12	13	13	13	14	16	17	18	18
80	12	12	12	13	13	14	14	15	17	18	19	19
75	12	12	13	14	14	15	15	16	18	20	20	20
70	12	13	14	15	15	16	16	17	19	21	21	22
65	13	13	14	15	16	16	17	18	20	22	22	23
60	13	14	15	16	17	17	17	19	21	23	23	24
55	14	15	16	16	18	18	19	20	22	24	24	26
50	14	15	16	17	18	19	19	20	24	25	25	27
45	15	16	17	18	20	20	21	22	25	26	27	28
40	15	16	18	19	20	21	22	23	26	28	29	30
35	16	17	19	20	22	22	24	25	27	29	30	32
30	16	18	20	22	24	23	25	27	30	32	32	34
25	17	19	21	24	25	25	27	30	32	34	34	36
20	18	20	23	26	28	28	31	33	35	37	37	40
15	19	22	15	29	31	31	35	39	42	42	42	42
10	22	25	30	34	35	36	40	43	42	48	46	46
5	26	28	36	40	41	42	48	51	52	56	57	58

Generalidades del exceso de masa grasa en el infante

El exceso de grasa corporal, tanto en los infantes como en las personas adultas, tiene como característica común el equilibrio energético positivo que es la principal causa de éste fenómeno. El infante obeso puede ser propenso a sufrir enfermedades si mantiene dicha condición hasta su adultez. Cuanto más tiempo dure el exceso de masa grasa del infante mayor será la posibilidad de que se convierta en adulto obeso, pero si se toman las medidas adecuadas para reducir dicho problema en edades tempranas podría evitarse la obesidad en el futuro. La prevalencia de exceso de tejido adiposo en las personas se incrementa con el aumento de la edad, encontrándose más obesos en la pubertad que en la infancia. Sin embargo, se ha constatado una mayor maleabilidad del exceso de porcentaje de grasa corporal iniciado en la etapa juvenil frente a la de inicio en la infancia, la cual se considera de difícil manejo.

Estándares exactos para los porcentajes de grasa permitidos no han sido estable-

cidos. No obstante, el National Center for Health Statistics (NCHS) ha establecido en un estudio de la población de los EEUU, en individuos de ambos sexos que se encuentran en edades entre los 2 y los 18 años (véase figura 1), el promedio (percentil 50) de los valores de la sumatoria del espesor de los pliegues cutáneos de las zonas subescapular y tricipital (véanse los cuadros 2 y 3), a partir del cual se pueden establecer los siguientes porcentajes de grasa corporal ideales para hombres y mujeres. (Cuadro 4)

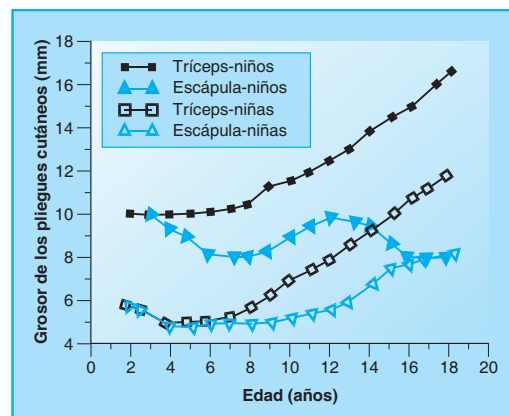
Diagnóstico del exceso de masa grasa

El criterio más acertado para determinar el exceso de masa grasa es la valoración del porcentaje de grasa o grado de adiposidad corporal. El método mas empleado por su facilidad de manejo, bajo costo y grado de precisión es la medición de los pliegues cutáneos.

El procedimiento general consiste en medir el espesor de los pliegues cutáneos de las zonas subescapular y tricipital (véase

■ FIGURA 1.

Cambios en el grosor de los pliegues cutáneos de las zonas subescapular y tricipital en chicos y chicas entre 2 y 18 años de edad. (Tomado de Jack H. Wilmore y David L. Costill, *Physiology of sport and exercise*. Champaign: Human Kinetics, 1994, p. 407).



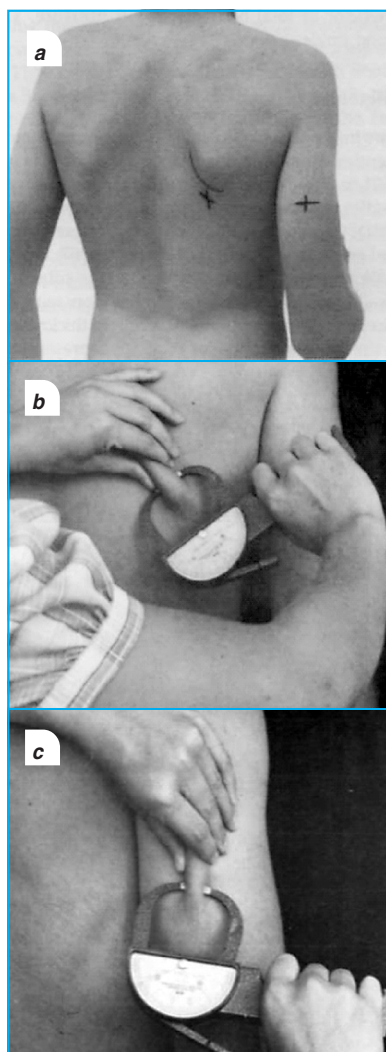
■ CUADRO 4.

% de grasa corporal ideal.

HOMBRES		MUJERES	
6 años	11 %	6 años	15 %
7 años	11 %	7 años	16 %
8 años	12 %	8 años	17 %
9 años	13 %	9 años	18 %
10 años	13 %	10 años	19 %
11 años	15 %	11 años	19 %
12 años	13 %	12 años	19 %

■ FIGURA 2.

Localización (a) y medición de los pliegues cutáneos de las zonas subescapular (b) y tricipital (c). (Fotografías tomadas de Lange skin fold caliper operator's manual.)



la figura 2), posteriormente sumar dichos valores y utilizar las formulas adecuadas para la franja de edad correspondiente propuestas por Boileau, Lohman y Slaughter (1985). En nuestro caso sólo se utilizarán las relacionadas con la edad escolar, período en el cual tiene lugar la iniciación deportiva. (Cuadro 5)

Por otra parte, estos mismos autores proponen otras fórmulas para cada sexo (Slaughter y otros, 1988), que se pueden utilizar durante todo el período de la infancia en aquellos chicos y chicas que poseen una sumatoria de pliegues cutá-

■ CUADRO 5.

NIÑOS

■ 6-11 años

% GRASA:

$1,35 \times (\text{suma de los valores de los pliegues cutáneos subescapular y tricipital}) - 0,012 \times (\text{suma de los valores de los pliegues cutáneos subescapular y tricipital})^2 - 3,4$

■ 12 años

% GRASA:

$1,35 \times (\text{suma de los valores de los pliegues cutáneos subescapular y tricipital}) - 0,012 \times (\text{suma de los valores de los pliegues cutáneos subescapular y tricipital})^2 - 4,4$

NIÑAS

■ 6-10 años

% GRASA:

$1,35 \times (\text{suma de los valores de los pliegues cutáneos subescapular y tricipital}) - 0,012 \times (\text{suma de los valores de los pliegues cutáneos subescapular y tricipital})^2 - 1,4$

■ 11-12 años

% GRASA:

$1,35 \times (\text{suma de los valores de los pliegues cutáneos subescapular y tricipital}) - 0,012 \times (\text{suma de los valores de los pliegues cutáneos subescapular y tricipital})^2 - 2,4$

■ CUADRO 6.

NIÑOS

■ % GRASA:

$0,735 \times (\text{suma de los valores de los pliegues cutáneos subescapular y tricipital}) + 1,6$

NIÑAS

■ %GRASA:

$0,546 \times (\text{suma de los valores de los pliegues cutáneos subescapular y tricipital}) + 9,7$

neos de las zonas subescapular y tricipital superior a 35 mm. (Cuadro 6)

Particularmente, he optado por utilizar esta estrategia como parámetro para determinar si existe sobremasa grasa u obesidad. Estos dos términos se usan con frecuencia de modo indistinto, pero técnicamente tienen significados diferentes. **Sobremasa grasa** se define como el porcentaje de masa grasa actual que supera el porcentaje ideal según el sexo y la edad, pero sin alcanzar ni sobrepasar los porcentajes de grasa que pueden obtenerse a partir de los valores resultantes de la sumatoria de los pliegues cutáneos de las zonas subescapular y tricipital que aparecen en el percentil 25 de las tablas del National Center for Health Statistics (NCHS) (Ver cuadros 2 y 3), ya que a partir de dicho percentil hacia abajo los infantes deben ser considerados como **obesos**.

Una vez determinado el porcentaje de grasa corporal actual se puede obtener la masa corporal ideal, utilizando el siguiente procedimiento:

- Calcular la masa de la grasa, multiplicando el porcentaje de grasa corporal actual por la masa total (kg) del individuo y dividiendo el resultado sobre 100.
- Hallar la masa magra, sustrayendo de la masa total del individuo la masa de la grasa.
- Finalmente, para obtener la masa corporal ideal, se divide la masa magra actual sobre el porcentaje de masa magra ideal (para obtener este último parámetro, se toma el valor de 100 % como el total de toda la estructura corporal y se sustrae el tanto por cien de grasa ideal para el sexo y edad), el cual a su vez, se

encuentra dividido por 100. Alternativamente, puede calcularse la cantidad de pérdida de masa grasa, restando de la masa corporal actual el valor de la masa corporal ideal.

Por ejemplo, una niña de 9 años de edad que posee una masa corporal actual de 37 kilogramos y una sumatoria de pliegues cutáneos de 35 mm (un grosor de 21 mm en el pliegue tricipital y de 14 mm a nivel subescapular), mediante la ecuación correspondiente a su sexo y edad, se calcula que su porcentaje de grasa corporal actual es de 31,15 %, su masa grasa corresponde a 11,5 kg, la masa magra a 25,5 kg y su masa corporal ideal debe estar alrededor de 31 kg; por lo que deberá reducir 6 kg aproximadamente.

Así, los criterios para determinar la sobremasa grasa y la obesidad infantil van más allá de la simple medición de la masa y la talla corporal. No obstante, pueden ser útiles las tablas de indicadores de crecimiento que relacionan la estatura para la edad y la masa para la talla, ya que un infante que posee una estatura baja para la edad y una alta masa para la estatura, es más posible que tenga exceso de masa grasa. Sin embargo, hay que reconocer que la utilización de dichas tablas a veces es limitada, pues los infantes de hoy son más altos, poseen más masa corporal y están mejor desarrollados que los de hace algunos años, motivo por el cual los datos de referencias que allí aparecen no sirven para caracterizar algunas poblaciones.

Orientaciones para la programación del ejercicio físico en infantes con exceso del porcentaje grasa corporal

Las estrategias para reducir el tejido adiposo de los infantes no son diferentes de las que se siguen con los adultos. Consisten en modificar los comportamientos relacionados con su alimentación y los hábitos de actividad física. Es importante señalar que la dieta prescrita debe ser balanceada y contener suficientes calorías para permitir

el crecimiento y desarrollo normal del infante, ya que las restricciones calóricas drásticas que produzcan una pérdida superior a dos libras (0,907 kg) por semana pueden causar retraso del crecimiento y alteraciones en el desarrollo corporal.

Al seleccionar los contenidos o ejercicios físicos para cada una de las partes de la sesión, se debe tener muy en cuenta que sean del agrado de los participantes, pues la motivación es probablemente el factor más importante para que el programa de ejercicios físicos tenga éxito. Así, la elección de contenidos divertidos que proporcionen un reto y que produzcan los efectos para lo cual han sido diseñados, es una de las tareas más cruciales en la programación de ejercicios físicos. Asimismo, conocer la influencia de los diferentes métodos y recursos a utilizar durante el programa de ejercicios físicos tiene una consecuencia importante en la práctica, en el sentido de que es preciso emplear métodos y recursos que posibiliten al máximo posible el empleo de ácidos grasos libres (AGL) como combustible (Escobar, 1999).

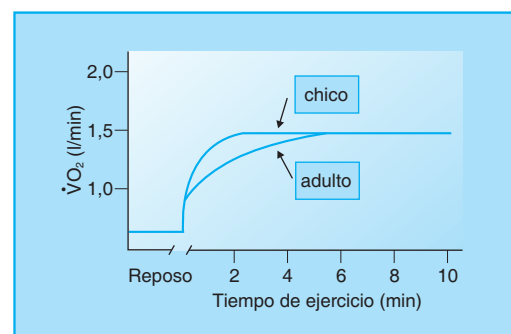
El objetivo prioritario del entrenamiento de la condición física para los infantes con exceso de masa grasa en la iniciación deportiva debe ser el desarrollo de la resistencia aeróbica dinámica general de larga duración, sin descuidar el adiestramiento de las capacidades, que en dicha etapa del proceso vital humano tienen sus fases sensibles; ya que, en estas edades los individuos presentan condiciones favorables para este tipo de esfuerzos tal como lo demuestran las investigaciones; ellos alcanzan desde los primeros segundos de carga ritmos estables (*steady rate*) de consumo de oxígeno con lo que se asegura el establecimiento del metabolismo aeróbico (véase figura 3).

Además, aunque los infantes posean menores consumos máximos de oxígeno absolutos que los adultos (véase figura 4), ellos presentan una alta eficiencia metabólica aeróbica,² lo que les garantiza poder ejercitarse en niveles superiores de su potencial aeróbico máximo durante un tiempo prolongado sin incrementar las concentraciones de lactato. Por otra par-

te, como poseen bajos depósitos de glucógeno se puede asegurar que utilizan una mayor cantidad de AGL. Esta preferencia por la utilización de AGL por parte de los prepúberes se demuestra mediante los datos de las concentraciones sanguíneas de glicerol libre, pues no sólo se encuentran niveles más elevados, sino que también se observa un inicio más

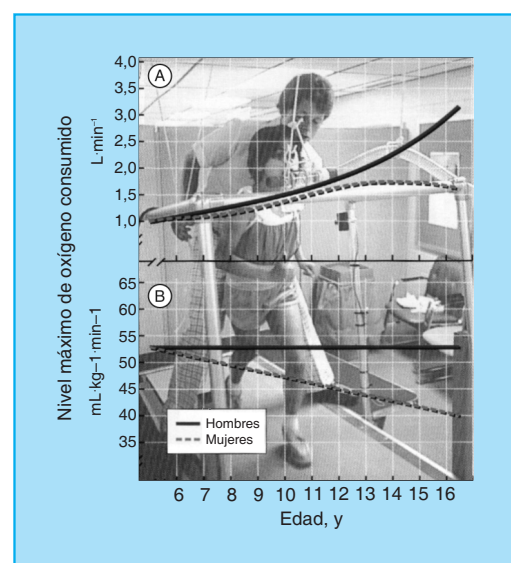
■ FIGURA 3.

Diferencias en el curso del tiempo del consumo de oxígeno al inicio de un trabajo submáximo entre un chico y un adulto (Tomado de S. K. Powers y E. T. Howley, *Exercise physiology "Theory and application to fitness and performance"*, 2.ª ed., USA: Wm. C. Brown Communications, Inc., 1994, p. 53).



■ FIGURA 4.

Consumo máximo de oxígeno absoluto y relativo en chicos y chicas entre 6 y 16 años de edad (Tomado de W. D. McArdle, F. I. Katch y V. L. Katch, *Exercise Physiology "Energy, nutrition and human performance"*, 5.ª ed., Lippincott Williams and Wilkins, 2001, p. 240).



² Mantener el nivel de intensidad correspondiente al estado estable del lactato.

FIGURA 5.

Lipólisis y efecto del lactato en la liberación de los AGL hacia el torrente sanguíneo. (Tomado de S. K. Powers y E. T. Howley, *Exercise physiology "Theory and application to fitness and performance"*, 2.ª ed., USA: Wm. C. Brown Communications, Int., 1994, p. 101.)

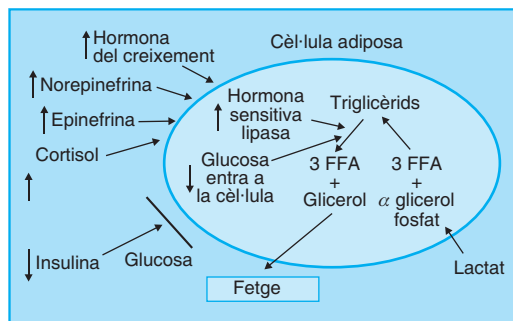


FIGURA 6.

Generación de lactato en infantes de 9 años ante cargas de resistencia específicas e inespecíficas (N: nadadores entrenados. A: atletas entrenados. O: no entrenados). (Tomado y adaptado de J. Weineck, *Entrenamiento óptimo*, Barcelona, Hispano-Europea, S.A., 1988, p. 147.)

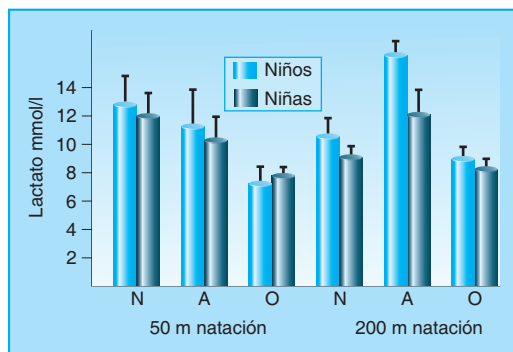
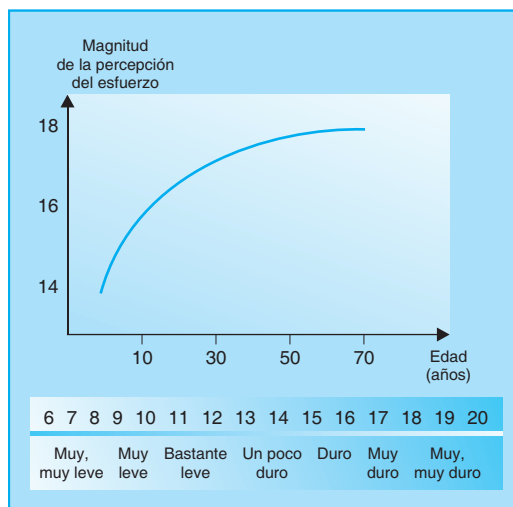


FIGURA 7.

Percepción del esfuerzo físico y edad. (Tomado y adaptado de J. Weineck, *Entrenamiento óptimo*, Barcelona, Hispano-Europea, S.A., 1988, p. 147.)



temprano del incremento del glicerol plasmático (Bar-Or y otros, 1994) ante cargas de resistencia aeróbica dinámica general de larga duración.

Asimismo, los infantes están especialmente capacitados para utilizar mediante esta forma de trabajo los AGL, pues no alcanzan cocientes respiratorios (producción de dióxido de carbono/consumo de oxígeno) elevados en esfuerzos máximos, por lo que se puede prever en ellos un mayor grado de oxidación de AGL siempre y cuando no superen el estado estable del lactato, ya que a niveles de intensidad superiores, la baja generación de dióxido de carbono nos indica indirectamente que el bicarbonato está amortiguando menos ácido láctico y como consecuencia se incrementan las concentraciones de lactato e ingresará una mayor cantidad de éste a las células adiposas, por lo que se reesterifican los triglicéridos, pues el lactato se transforma en glicerol-3-fosfato y se une a los AGL que se han generado de la lipólisis ocasionada por las hormonas contrarreguladoras, con lo que disminuye la liberación de AGL desde el tejido adiposo (véase figura 5).

En estas edades se debe utilizar preferentemente el método continuo manteniendo constante la intensidad, ya que de esta manera se aprovecha más económicamente la capacidad de rendimiento existente, particularmente, en los infantes no entrenados.

Mediante dicha metodología, es preciso insistir ante todo en el volumen de trabajo y no en la intensidad. Deben evitarse las intensidades submáximas y máximas, así como los cambios de ritmo y los sprints intermedios y finales, pues los infantes presentan una capacidad limitada para eliminar el lactato y necesitan demasiado tiempo de recuperación, con lo que se limita la realización de esfuerzos prolongados. Asimismo, como he comentado anteriormente, se disminuye la liberación de los AGL desde el tejido adiposo, ya que las mayores concentraciones de lactato generadas por este tipo de trabajo permiten la reesterificación de los triglicéridos, por lo que no se utilizarán dichos sustratos como fuente energética principal. Además, es impor-

tante resaltar que ante los contenidos de entrenamiento específicos los infantes generan una mayor cantidad de lactato (véase figura 6), motivo por el cual deberán emplearse ejercicios inespecíficos o generales cuando el propósito de dicho trabajo es la reducción del exceso de masa grasa.

Con respecto a la intensidad del ejercicio físico es muy importante señalar que los infantes perciben el esfuerzo de una manera menos fatigante que los adultos (véase figura 7), fenómeno relacionado con los menores niveles de producción de ácido láctico del prepúber. Este hecho sugiere que no se utilice la escala de esfuerzo percibido de Borg para controlar la intensidad del trabajo. En cambio, en los infantes, resulta más adecuado determinar el nivel de esfuerzo mediante la observación de expresiones que realicemos cuando nos ejercitamos, tales como hablar, cantar o jadear. Éstas están directamente relacionadas con el aumento del equivalente ventilatorio para el oxígeno y la reducción del equivalente ventilatorio para el dióxido de carbono, variables fisiológicas que permiten determinar la intensidad de trabajo, ya que a medida que las necesidades metabólicas se incrementan sus modificaciones son más notables.

De manera práctica podemos decir que la intensidad es adecuada, si mientras se realizan ejercicios físicos, de resistencia aeróbica dinámica general de larga duración, los infantes son capaces de entablar una conversación mediante frases completas sin que llegue a faltar el aire. Si pueden cantar mientras están ejercitándose, deben aumentar la intensidad. Si jadean, están trabajando demasiado duro y necesitan aminorar la intensidad.

Existen otras alternativas para controlar la intensidad del esfuerzo: la medición de la frecuencia cardíaca, la valoración de las concentraciones de lactato, el cálculo del gasto energético y la rapidez de desplazamiento, que consideramos requieren una mayor experiencia profesional y la utilización de medios tecnológicos para que resulten apropiadas como estrategias de control.

Acerca del primer parámetro, he de señalar que debido al pequeño tamaño del corazón, los infantes tienen menor volumen sistólico y mayor número de pulsaciones por minuto que los adultos, tanto en el reposo como ante cualquier nivel de carga absoluta (véase *figura 8*). En consecuencia, resulta más difícil el control de la intensidad del esfuerzo a menos que se cuente con recursos como un monitor de frecuencia cardíaca.

El nivel de intensidad deberá estar por debajo o cerca del 80 % del consumo máximo de oxígeno, ya que a dicho nivel de esfuerzo se estará trabajando sin sobrepasar el estado estable del lactato o por debajo de éste. Es muy importante tener presente si se pretende medir las concentraciones de lactato con miras a determinar este nivel de intensidad, que los infantes de menor edad biológica e inferior estado de entrenamiento generan menos lactato. De acuerdo con Cerani, los valores máximos se encuentran entre 4 y 8 mmol/L en el rango edad entre los 6 y los 9 años (Navarro, 1998). Por el contrario, los entrenados y los que maduran precozmente mejoran los procesos metabólicos anaeróbicos y producen una mayor cantidad de lactato.

Para calcular la frecuencia cardíaca de entrenamiento a dichos porcentajes de la potencia aeróbica máxima, recomendamos utilizar la siguiente fórmula propuesta por Karvone:

$$\text{FCE} = (\text{FC máx.} - \text{FC de reposo}) \times \frac{\% \text{ de intensidad}}{100} + \text{FC de reposo}$$

La frecuencia cardíaca máxima se calcula de forma más objetiva a través de una prueba para valorar la potencia aeróbica máxima que emplee un protocolo de esfuerzo máximo, ya que los resultados de estudios longitudinales sugieren que durante la infancia esta variable fisiológica disminuye sólo 0,5 latidos por año (Wilmore y otros, 1994) e incluso algunas investigaciones han indicado que la frecuencia cardíaca máxima no cambia durante esta etapa del proceso vital humano (Rowland y otros, 1999). Así pues, la

fórmula 220–edad, no es apropiada para calcular esta variable de manera indirecta. No obstante, Donoso y Sánchez han desarrollado una ecuación para predecir la frecuencia cardíaca máxima (Osorio, 1991), que resulta más aplicable para los infantes:

$$\text{FC máx.} = 212 - (0,69 \times \text{edad})$$

Otra de las alternativas para controlar la intensidad es mediante la determinación del gasto energético, el cual se calcula a partir del consumo máximo de oxígeno obtenido de la realización de una prueba en la que se ha determinado la potencia aeróbica máxima. Para la valoración de ésta variable fisiológica se han ideado muchas pruebas. Sin embargo, debe seleccionarse un tipo de prueba que resulte apta para la persona que se valorará según su edad, sexo, estado de salud y nivel de condición física.

Particularmente, recomendamos utilizar pruebas que requieran la musculatura de la forma más similar posible a la que se empleara en los ejercicios de resistencia aeróbica dinámica general. Además, en el caso particular del infante los resultados de investigaciones realizadas en la década de los ochenta han demostrado que las pruebas de campo de corta duración como la de los 800 o 1.000 metros conducen rápidamente a una sobrecarga psicofísica del prepúber, pues este tipo de esfuerzo anaeróbico genera altas concentraciones de catecolaminas (10 veces más cantidad para generar la misma cuantía de ácido láctico que los adultos) que representan un estrés difícil de soportar (Weineck, 1988).

Debido a lo anterior, las pruebas de campo de mayor duración como la de los ocho, doce o quince minutos de esfuerzo físico permiten averiguar con más validez el consumo máximo de oxígeno del infante, ya que el porcentaje de energía aportado por la vía metabólica anaeróbica quedará en segundo plano.

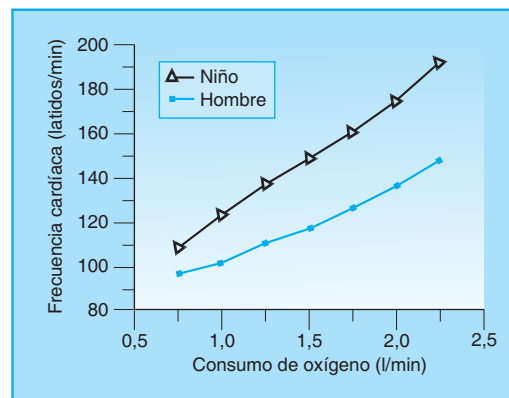
Una vez evaluado el infante, el gasto energético puede calcularse a través del siguiente procedimiento:

- Convertir el valor obtenido de consumo máximo de oxígeno a METs máximos. Si el consumo máximo de oxígeno determinado está expresado en litros de oxígeno usados por minuto, hay que multiplicar por mil para obtener mililitros por minuto y después dividir el resultado por la masa corporal del sujeto en kilogramos. El valor obtenido se expresa en mililitros de oxígeno utilizados por kilogramo de masa corporal por minuto.
- Dividir este resultado por 3,5 mililitros de oxígeno utilizados por kilogramo de masa corporal por minuto y obtendrá METs.
- Transformar los METs máximos a kilocalorías usadas por cada kilogramo de masa corporal por hora, simplemente cambiando la unidad.
- Finalmente, se determina el nivel de esfuerzo al que la persona se ejercitará, el cual deberá ser un porcentaje del valor obtenido de kilocalorías usadas por cada kilogramo de masa corporal por hora, multiplicado por la masa corporal del sujeto en kilogramos para obtener, así las kilocalorías utilizadas cada hora. Si adicionalmente se desea conocer el número de kilocalorías usadas por minuto, hay que dividir el resultado por 60.

Al resultado obtenido mediante el procedimiento descrito anteriormente para

FIGURA 8.

Respuesta de la frecuencia cardíaca de un niño de 8 años y un adulto ante el mismo nivel de cargas absolutas. (Tomado de Jack H. Wilmore y David L. Costill, *Physiology of sport and exercise*, Champaign: Human Kinetics, 1994, p. 411.)



■ CUADRO 7.

Ecuaciones para el cálculo de la tasa metabólica basal (FAO-OMS-ONU).

INTERVALO DE EDAD (años)	HOMBRES	MUJERES
6-10	$(22,7 \times M^*) + 495$	$(22,5 \times M) + 499$
10-12	$(17,5 \times M) + 651$	$(12,2 \times M) + 746$

* M representa la masa corporal (kg). Para personas con exceso de masa grasa, la masa a utilizar deberá hallarse mediante la fórmula (Exceso de masa grasa en kg) \times 0,25 + masa corporal ideal.

■ CUADRO 8.

Variables de una prueba de eficiencia metabólica aeróbica.

% de FCE	N.º de P/M	mmol/L	km/h
50	140-143	1,7	5,76
60	153-156	1,7	6
70	164-168	1,9	6,48
75	173-175	2,3	7,08
85	185-187	2,8	7,75
90	192-194	3,3	8,72

Nota: su valor de lactato máximo es de 4,3 mmol/L.

calcular el gasto energético total, se le debe restar el valor de la tasa metabólica basal correspondiente al período de tiempo equivalente al esfuerzo, con miras a hallar el gasto energético neto (cantidad de energía utilizada para realizar el esfuerzo físico por encima de los requerimientos basales). Para ello, determinamos en primer lugar la tasa metabólica basal utilizando las ecuaciones de la FAO-OMS-ONU correspondientes al sexo y al rango de edad del infante (véase *cuadro 7*) y posteriormente, mediante una regla de tres se deduce la cantidad correspondiente al período de tiempo equivalente al esfuerzo.

Esta manera de calcular la intensidad del esfuerzo nos permite controlar la reducción continua de masa grasa, ya que el coste energético que proporciona cada uno de los ejercicios físicos que se realizan durante varias sesiones es acumulativo y cuando se alcanza un equilibrio energético negativo de 3.500 Kcal, dicho déficit calórico genera la pérdida de 453,6 g de tejido adiposo.

Para calcular la rapidez de recorrido correspondiente a una determinada intensidad se emplean las ecuaciones propuestas por el *American College of Sports Medicine* para actividades que se pueden realizar a un ritmo regular como correr y andar. No obstante, estas fórmulas se fundamentan en que para transportar cada kilogramo de masa corporal por metro recorrido sobre

una superficie horizontal cada minuto un adulto utiliza caminando aproximadamente $0,1 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ y cuando corre emplea el doble, es decir, $0,2 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (ACSM, 2000). Pero estos datos no son aplicables a los infantes, ya que ellos son menos económicos que los adultos cuando realizan este tipo de actividades. En su caso, éstos necesitan entre un 20 y 30 % más oxígeno por unidad de masa corporal a una determinada rapidez de recorrido (McArdle y otros, 2001), incluso si el estado estable del lactato del infante tiene lugar en el mismo consumo de oxígeno relativo que el adulto (Wilmore y otros, 1994).

En consecuencia, el empleo de dichas ecuaciones conduce a errores en la predicción de la intensidad de esfuerzo del infante. Sin embargo, durante la infancia se podrá calcular la rapidez de recorrido de manera directa para cualquier tipo de trabajo de resistencia aeróbica dinámica general, pidiéndole al infante que se ejercite a diferentes porcentajes de la frecuencia cardíaca de entrenamiento durante 7 minutos sobre un terreno previamente medido (2 minutos para que establezca el número de pulsaciones por minuto correspondiente a la intensidad solicitada y 5 minutos para calcular la distancia promedio recorrida por minuto a dicho nivel de carga). Por ejemplo, una niña de 9 años ha realizado los siguientes niveles de esfuerzo ca-

minando y corriendo, cada uno durante 7 minutos de trabajo continuo (véase el *cuadro 8*), tal y como lo he explicado en el párrafo anterior. Se ha determinado su rapidez de desplazamiento a cada ritmo y sus correspondientes valores de lactato al final de cada carga, estimando que su umbral de lactato³ se encuentra cuando supera el 80 % de su frecuencia cardíaca de entrenamiento, nivel por encima del cual alcanza 2,8 mmol/L a una rapidez de recorrido promedio de 7,75 km/h, por lo que se le recomienda ejercitarse a una rapidez de recorrido de 7,08 km/h o inferiores, ya que a dichas intensidades se estará trabajando sin sobrepasar el estado estable del lactato y no disminuirá la liberación de los AGL desde el tejido adiposo.

La National Association for Sport and Physical Education de los EEUU recomienda que los infantes acumulen entre 30 y 60 minutos de actividad física por día en forma continua o intermitente (Zwiren, 2001), como estrategia para combatir el sedentarismo, ya que se ha incrementado en los últimos años el exceso de masa grasa entre los infantes que son inactivos físicamente (DHHS, 1996).

Por otra parte, desde el punto de vista del entrenamiento físico se sugiere como requisito mínimo para obtener las adaptaciones biológicas, que se presentan cuando se realizan contenidos de resistencia

³ Para determinar el umbral de lactato se utiliza la propuesta de Coyle (1984), quien durante un trabajo progresivo establece con los valores de lactato generados a intensidades bajas la línea de base e identifica la carga inmediatamente anterior a la que ocasiona un incremento de un mmol/L o más por encima de dicha línea, como el nivel de intensidad correspondiente al umbral de lactato.

aeróbica dinámica general, entre ellas las modificaciones de la composición corporal, que los infantes soporten una carga continua de 15 a 20 minutos de actividad física a intensidades de esfuerzo que no sobrepasen el estado estable del lactato o que se encuentren por debajo de éste, 3 veces por semana.

Para alcanzar lo anterior, el objetivo principal debe ser desarrollar motivación a largo plazo por los ejercicios físicos de resistencia aeróbica dinámica general de larga duración. Por ello deberá empezarse desde edades tempranas a realizar esfuerzos de 1, 2 o 3 minutos con pausas activas de un minuto, mediante formas jugadas para no caer en la monotonía, con miras a lograr ejecutar trabajos continuos de duración mayor año tras año. La estrategia para conseguirlo pasa por cargas de varios minutos que, empezando con 5 minutos aproximadamente a los 6 años, se incrementarán sucesivamente aumentando las distancias cubiertas en un 10 % cada dos sesiones, hasta llegar a realizar un tiempo total de carga de unos 20 minutos (meta que se debe alcanzar antes del inicio de la pubertad).

De esta forma, la capacidad aeróbica puede mejorar notablemente y el gasto energético resulta significativo para ocasionar un desequilibrio energético negativo a largo plazo que conduzca a la reducción del exceso de tejido adiposo.

No hay que olvidar que el placer del entrenamiento de la resistencia aeróbica dinámica general de larga duración depende de su modo de ejecución, por lo que debe ser variado y atractivo a la edad del participante. Además, es muy importante la utilización de medios tales como patines, bicicletas y otros, que solicitan la imaginación y permiten la diversión del infante. Asimismo, el empleo de juegos para desarrollar dichos contenidos suele ser muy motivante para ellos (véase *figura 9*).

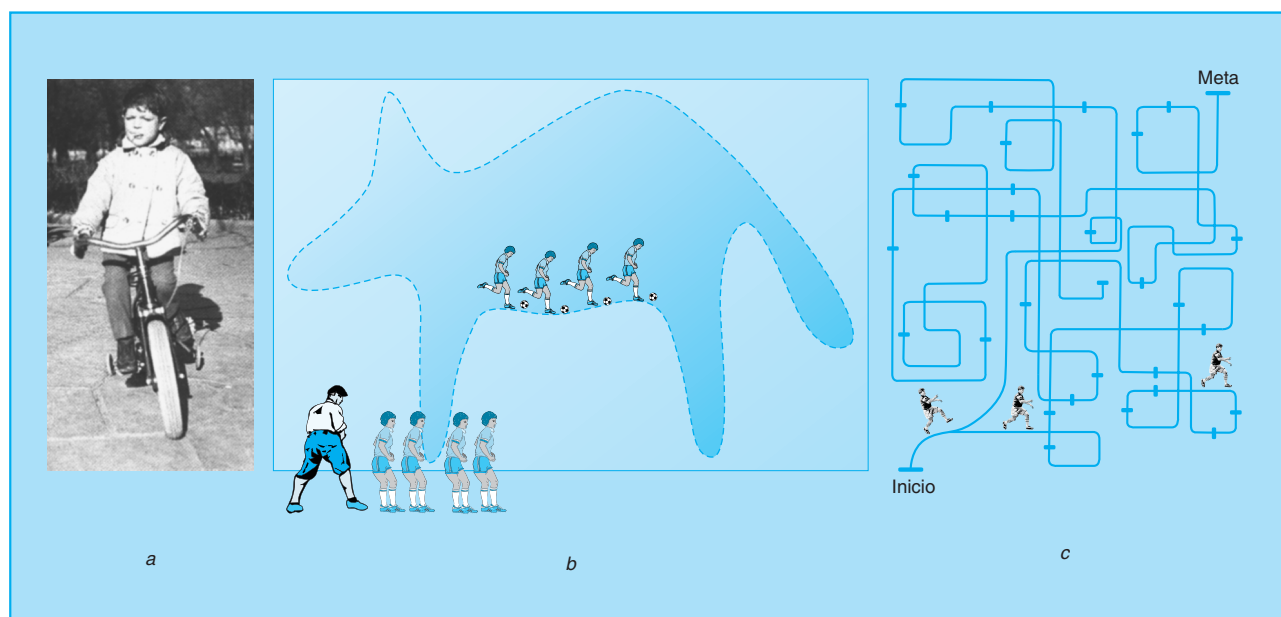
Por último, se debe tener presente que los infantes producen una mayor cantidad de calor metabólico por kilogramo de masa corporal que los adultos en actividades físicas como el caminar y el correr. Así, mientras más pequeño es el infante mayor es el exceso de producción de calor, a pesar de que el número de glándulas sudoríparas activas por densidad de área de piel es mucho mayor, pues la proporción total de sudor calcu-

lada por unidad de área de superficie corporal es menor en los infantes. Además, la temperatura corporal a la cual comienza el sudor (umbral de sudor) es considerablemente más alta, lo que impone una carga extra a los otros mecanismos termorreguladores a la hora de realizar ejercicios de resistencia aeróbica dinámica general de larga duración en forma continua en ambientes calurosos.

Por lo anterior, los infantes con exceso de masa grasa deberán hidratarse adecuadamente, ya que el aumento de su temperatura corporal es más acelerado (Bar-Or, 1995). Una regla general, es que los infantes tomen entre 100 y 150 cc. cada 20-30 minutos aún cuando no tengan sed. Además, Bar-Or recomienda que deben beber hasta que no sientan sed y luego deben ingerir entre 100 y 125 cc. los menores de 10 años y entre 200 y 250 los de mayor edad y peso corporal. Las bebidas no deben exceder 5 mEq/L de sodio, 4 mEq/L de potasio y 25 g/L de glucosa (Zwiren, 2001). Asimismo, deben ser sabrosas para el infante. Ellos prefieren el sabor a uva al sabor naranja o manzana, o el agua.

■ FIGURA 9.

Estrategias didácticas para desarrollar los contenidos de resistencia aeróbica dinámica general que reducen la monotonía e incrementan la motivación de los infantes: a) montar en bicicleta, b) transportar un balón formando figuras, y c) desplazarse por el laberinto. [Tomado de a) de V. Barrallo, *Edad y deporte*, Editorial Desclee de Brouwer, Editorial la Gran Enciclopedia Vasca, 1990, p. 33; b) y c) de J. Weiner, *Fútbol total*. “El entrenamiento físico del futbolista”, Barcelona, Editorial Paidotribo, vol. 1].



Referencias bibliográficas

- ACSM'S *guidelines for exercise testing and prescription* (2000). USA: Lippincott Williams and Wilkins (sixth edition).
- Bar-Or, O. y Unnithan, Viswanath (1994). Requerimientos nutricionales en jóvenes jugadores de fútbol. *Journal sports sciences*, vol. 12. Londres.
- (1995). Respuestas en los niños al ejercicio físico en climas cálidos. *Sports science exchange*. The Quaker Oats Company.
- Escobar Montoya, O. (1999). *Programas de ejercicios físico-motrices orientados hacia la reducción del exceso de peso graso "fundamentos fisiológicos y metodológicos"*. Medellín, Universidad de Antioquia: Monografía de la especialización Educación Física "Actividad física y Salud".
- McArdle, W. D.; Katch, F. I. y Katch, V. L. (2001). *Exercise Physiology "Energy, nutrition and human performance"* (fifth edition). Lippincott Williams and Wilkins.
- Navarro Valdivieso, F. (1998). *La resistencia*. Madrid: Editorial Gymnos.
- Osorio F., J. (1991). Fisiología aplicada al niño en ejercicio. *Revista Chilena de Educación Física* (224).
- Powers, S. K. y Howley, E. T. (1994). *Exercise physiology "Theory and application to fitness and performance"* (second edition). USA: Wm. C. Brown Communications, Inc.
- Robertson, R.; Goss, F.; Boer, N.; Gallagher, J.; Thompkins, T.; Bufalino, K.; Balasekaran, G.; Meckes, C.; Pintar, J. y Williams, A. (2001, november). OMNI scale perceived exertion at ventilatory breakpoint in children: response normalized. *Medicine and Science in Sports and Exercise* (11), vol. 33, 1946-1952.
- Rowland, T. W. (1999). Respuestas cardíacas al ejercicio en niños. *Revista Antioqueña de medicina deportiva y ciencias aplicadas al deporte y a la actividad física* (1), vol. 2.
- U.S. Department of health and human services (1996). *Physical activity and health "A report of the surgeon general"*. Atlanta.
- Weineck, J. (1988). *Entrenamiento Optimo*. Barcelona: Editorial Hispano Europea S.A.
- *Fútbol total "El entrenamiento físico del futbolista"*, vol. 1. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Wilmore, J. H. y Costill, D. L. (1994). *Physiology of sport and exercise* (first edition). Champaign: Human Kinetics.
- Zwiren, L. D. (2001). Exercise testing and prescription considerations throughout childhood. *ACSM'S resource manual for guidelines for exercise testing and prescription* (fourth edition). USA: Lippincott Williams and Wilkins.