

Los documentos de investigación de la Facultad de Rehabilitación y Desarrollo Humano de la Universidad de Rosario son un espacio y una invitación permanente a la reflexión y la crítica sobre aspectos de trascendencia en nuestro país, con miras a contribuir a la construcción de una sociedad más justa e incluyente.

Los temas más recurrentes de discusión girarán en torno al bienestar humano, la integración y participación social, la comunicación humana, la salud y el bienestar de los trabajadores, el movimiento corporal humano, el ejercicio y la actividad física.



Orientaciones generales para la prescripción de ejercicio físico en niños y adolescentes

Jorge Enrique Correa Bautista

Grupo de Investigación en
Actividad Física y Desarrollo Humano



Documento de investigación Núm. 22

FACULTAD DE REHABILITACIÓN Y DESARROLLO HUMANO

ORIENTACIONES GENERALES PARA LA
PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO FÍSICO EN
NIÑOS Y ADOLESCENTES

Jorge Enrique Correa Bautista

*Grupo de Investigación en
Actividad Física y Desarrollo Humano*



Universidad del Rosario
Facultad de Rehabilitación
y Desarrollo Humano

CORREA BAUTISTA, Jorge Enrique

Orientaciones generales para la prescripción de ejercicio físico en niños y adolescentes / Jorge Enrique Correa Bautista —Facultad de Rehabilitación y Desarrollo Humano. Bogotá: Editorial Universidad del Rosario, 2007.

34 p. – (Serie Documentos, Borradores de Investigación; 22)

ISSN: 1794-1318

Ejercicio / Educación física / Ejercicio para niños /Ejercicio para adolescentes / Estado físico / Ejercicio - Pruebas / Ejercicio - Fisiología / I. Título / II. Serie

613.71 SCDD20

QT 260 NLM

Editorial Universidad del Rosario
Facultad de Rehabilitación y Desarrollo Humano
Jorge Enrique Correa Bautista
Todos los derechos reservados
Primera edición: septiembre de 2007
ISSN: 1794-1318
Impresión: Logoformas

Impreso y hecho en Colombia
Printed and made in Colombia

Para citar esta publicación: Doc.investig. Fac. Rehabil. Desarro. Hum.

Orientaciones generales para la prescripción de ejercicio físico en niños y adolescentes

Jorge Enrique Correa Bautista*

Introducción

El ejercicio físico tiene beneficios en cualquier etapa de la vida; sin embargo, para su prescripción, se debe tener en cuenta las diferencias morfo-fisiológicas de los sujetos, sobre todo en las primeras etapas del ciclo vital. Comúnmente, la prescripción se refiere a la consecuencia de un plan específico de actividades o aptitudes relacionadas con la realización de ejercicio de manera regular respondiendo a las necesidades específicas y únicas, así como a los intereses de las personas. La meta de la prescripción del ejercicio es poder integrar con éxito los principios de las ciencias del ejercicio y las técnicas conductuales que motivan al participante a mejorar o mantener su condición de salud y calidad de vida.

El presente documento tiene como objetivo presentar los lineamientos generales propuestos en la literatura científica, en cuanto a los principios básicos de la prescripción del ejercicio aplicados al niño y al adolescente. Lo anterior se hace describiendo aspectos distintivos de su condición particular, de los beneficios del ejercicio físico regular, de la evaluación del *fitness* físico, y de las recomendaciones para la prescripción, principalmente en las etapas prepúbereales y puberales.

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto de caracterización de cualidades físicas y antropométricas de niños futbolistas del grupo de investigación en Actividad física y desarrollo humano en convenio con *Fitness staff*.

Hoy por hoy, los niños y adolescentes son expuestos a patrones de vida sedentarios, asociados a la inactividad dentro de las actividades del tiempo libre y

* Fisioterapeuta especialista en docencia universitaria y especialista en gerencia en Organizaciones en salud, candidato a Magíster en Fisiología. Doctorando en Educación. Profesor de Carrera. Director del grupo de Investigación en Actividad Física y Desarrollo Humano. Director de la especialización en Ejercicio Físico para la salud. Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario. Facultad de Rehabilitación y Desarrollo Humano. Bogotá. Colombia. Correspondencia: Universidad del Rosario. Facultad de Rehabilitación y Desarrollo Humano. Cra 24# 63c-69. Bogotá. Colombia. Correo electrónico: jecorrea@urosario.edu.co.

permitiendo la instauración de enfermedades crónicas en edades cada vez más tempranas (Rowland, 1990). En este sentido, varios estudios han intentado demostrar que los niños y adolescentes activos presentan mejores niveles de aptitud física, lo cual impacta de manera directa sobre su condición de salud en la adultez (Sallis, 2000). Pero no se ha evidenciado claramente el efecto protector que el ejercicio físico pueda tener en la instauración de enfermedades crónicas, debido no sólo a que es difícil hacer un seguimiento de los estilos de vida inadecuados que se generan hasta la edad adulta, sino también a la no identificación de factores de riesgo en el niño que puedan afectarlo en el futuro (CDC, 2003). Sin embargo, el ejercicio físico realizado de manera regular en edades tempranas ha demostrado beneficios positivos para facilitar los procesos de crecimiento y desarrollo de las personas.

Hay que señalar que los estudios alrededor de los efectos de la actividad física formal sobre los aspectos fisiológicos en los niños, son limitados debido a la dificultad de ajustar distintos protocolos experimentales de medición en términos de equipos, de procedimientos y *test* de medición que no se acomodan a las condiciones generales morfofisiológicas de los niños, puesto que la mayoría de los métodos de registro y medición fisiológica se ha diseñado para personas adultas.

De todas maneras, los expertos del ejercicio deben profundizar sobre las bondades del ejercicio físico aplicado de manera sistemática en el niño y el adolescente, con el fin de desarrollar e instaurar características protectoras de la condición de salud, de la mejora del *fitness*, y la seguridad en la aplicación de las cargas de trabajo. Dentro de este objetivo principal se requiere tener un conocimiento suficiente y profundo de las principales características morfo-fisiológicas del niño y del adolescente, deduciendo la respuesta de los sistemas corporales ante el estrés asociado al ejercicio, el desarrollo de las cualidades físicas básicas y perceptivo motoras, y la consolidación de los estadios psicosociales propios de esta parte del ciclo vital.

Para nadie es un secreto que los niños y los adolescentes son más activos que los adultos, pero, de acuerdo con las tasas de sedentarismo, que aumentan progresivamente, existe una franca disminución de la actividad física en población infantil. En este sentido, los profesionales de las ciencias del ejercicio deben promover estilos de vida cada día más activos y saludables con el fin de evitar la instauración de comportamientos sedentarios que, en la mayoría de los casos, se instauran desde la infancia y se mantienen, en mayor medida, durante la adultez.

El conocimiento de las respuestas fisiológicas de los niños y los adolescentes con el ejercicio físico debe conducir a que todas las personas encargadas de los programas de actividad física formal y del entrenamiento con niños, reconozcan los beneficios de la práctica regular, con el fin de generar programas de promoción de la actividad física y el ejercicio para favorecer el desarrollo motor, los hábitos de vida activos y, lo más importante, que los niños y adolescentes continúen participando en actividades físicas a lo largo de su vida.

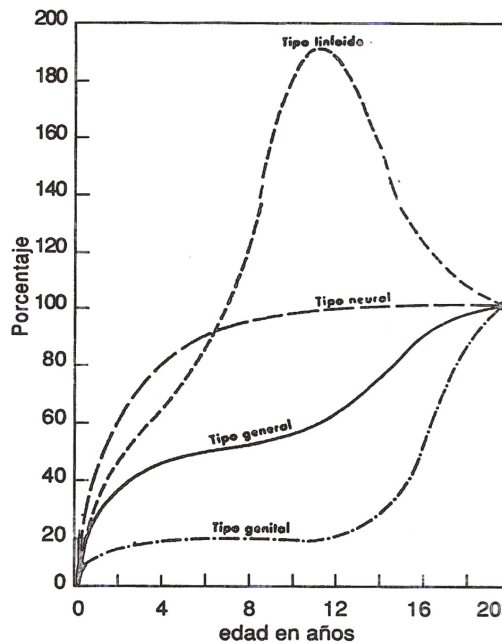
Aspectos generales del crecimiento y desarrollo del niño y el adolescente

Como punto inicial, se deben considerar las diferencias significativas entre el concepto de crecimiento y desarrollo, con el fin de comprender el impacto que pueda tener la práctica regular de ejercicio físico sobre el organismo inmaduro del niño y el adolescente. Para ello, se toma como punto de referencia la definición de Toro y Zarco (1995), referenciado por Latorre y cols., según la cual el crecimiento es un proceso dinámico de cambios que tiene lugar desde la fecundación hasta esta el final de la vida, y que está marcado por un ritmo variable asociado a la edad, relacionado con los cambios hormonales. De dicho proceso sobresalen dos momentos claves de aceleración en el crecimiento: el primero que sucede durante los tres primeros años de vida, y el segundo que sucede durante la adolescencia (Latorre, *et cols.*, 2003).

El crecimiento somático es una característica de todos los sistemas corporales, pero para la prescripción del ejercicio se asume como el aumento del tamaño y el número de células, por lo que se convierte en un aspecto cuantificable y medible en términos de la talla/peso y de los diámetros y perímetros corporales. En este aspecto cabe resaltar que el crecimiento somático está condicionado por múltiples factores biológicos, sociales, psicológicos y emocionales; sin embargo, no se han demostrado directamente los efectos que el ejercicio físico regular tiene como facilitador del crecimiento. Esta afirmación puede ser sustentada en el estudio de Parizkova y Carter (1976), quienes no encontraron diferencias significativas en el crecimiento en noventa y tres niños distribuidos en grupos de niños entrenados y no entrenados de distintos niveles socioeconómicos y nutricionales. Otros estudios más recientes consideran que la actividad física regular tiene, únicamente, una influencia positiva sobre la talla y el peso (Boileau *et ál.*, 1985).

La velocidad de crecimiento se presenta de manera continua con un ritmo variable ya que en algunos momentos es acelerado y en otros momentos es mucho más lento (Tomkiewicz, 1974). Existen distintos tipos de crecimiento: un crecimiento general, correspondiente a un crecimiento del organismo con un todo; un crecimiento linfático, en donde el sistema linfático y las amígdalas alcanzan su máximo crecimiento en la edad escolar; el crecimiento neural, el cual es muy alto en los primeros cuatro años de vida; de tipo genital, el cual sufre un aumento al final de la infancia; y de tipo mixto, que incluye el crecimiento de las glándulas endocrinas (Ver gráfica 1).

Gráfica 1. Tipo de crecimiento



Gráfica 1: Tipo de crecimiento. Fuente: Correa y Colbsi, 1999: 26.

El crecimiento se evalúa mediante indicadores cuantitativos de medición cinantropométrica, de éstos los principales son el peso, la masa corporal, la talla, el perímetro cefálico y torácico entre otras. La edad ósea se determina a través de estudios radiológicos como el proceso de osificación de los huesos del carpo (carpometría); el crecimiento dentario corresponde al cambio de dientes con respecto a la edad del individuo, y el crecimiento genital está asociado

al crecimiento de las glándulas mamarias, así como el del vello púbico que se asocia a la edad del individuo (Correa, Gómez & Posada, 1994).

Con relación al desarrollo, éste se define como la calidad de esa evolución o cambio generado por el crecimiento; es decir, el grado de diferenciación y especialización de las diferentes estructuras corporales asociadas a la adquisición de nuevas funciones mediante la maduración biológica. Este desarrollo no es tan fácil de cuantificar como el crecimiento, ya que depende de muchos condicionantes individuales, sociales y culturales.

Durante los dos primeros años de vida hay un incremento rápido en el desarrollo de la talla, después de esto, durante la niñez la talla corporal se incrementa más lentamente, sólo hasta antes de la pubertad la talla se incrementa marcadamente. El pico de desarrollo de la talla se encuentra en los 11.4 años en niñas y en los 13.4 en niños, y con respecto al peso corporal éste ubica su pico de desarrollo en 12.5 años en niñas y 14.5 años en niños (Wilmore, 2004).

En términos generales existe un número importante de investigadores que ha intentado identificar distintas etapas en el desarrollo desde distintas perspectivas; por ejemplo, las etapas del desarrollo psico-sexual propuesto por Sigmund Freud, las etapas de desarrollo cognoscitivo de la teoría piagetiana, o las etapas de desarrollo psicosocial de Erikson.

Para la prescripción del ejercicio físico se propone, por practicidad, identificar los estadios de desarrollo físico propuestos por Latorre y cols., los cuales toman en cuenta los principales cambios estructurales y funcionales del cuerpo, tal como el desarrollo esquelético, el desarrollo de la masa corporal, el tejido magro, y el desarrollo del sistema cardiovascular.

Tabla1. Estadios del desarrollo

ETAPA	Sub-etapa	NIÑOS	NIÑAS
Niñez Temprana	Neonatal	30 días de vida	30 días de vida
	Primera infancia	de 1 mes a 2 años	de 1 mes a 2 años
	Segunda infancia	de 2 a 6 años	De 2 a 6 años
Niñez Media	Tercera infancia	de 6 a 10 años	De 6 a 9 años
Prepubertad	Prepubertad	de 11 a 12 años	De 9 a 11 años
Pubertad	Pubertad	de 12 años a 14 años	de 13 a 16 años
Adolescencia	Adolescencia	de 16 a 18 años	de 14 a 16 años

Fuente: Latorre y cols.

Como se puede evidenciar, las etapas difieren en niños y niñas, por lo cual existe un retraso en el desarrollo de los niños con respecto a las niñas. Por ello, a la hora de considerar la implementación de un programa de ejercicio físico, se debe atender más a la edad biológica que a la edad cronológica, ya que existen importantes diferencias biológicas de desarrollo entre niños y niñas (Martín, 1997; Malina y cols, 1982). En este sentido, se consideran relevantes los estadios de Tanner con relación a la edad biológica. Cada estadio se identifica a través de una serie de cambios medidos por las características sexuales secundarias (Tanner, 1972, 1975). Tanner asume que ambos géneros, en sus aspectos sexuales secundarios, pasan por cinco estadios: El estadio uno corresponde a la etapa prepuberal; el estadio dos describe el comienzo del desarrollo puberal; los estadios tres y cuatro se consideran etapas intermedias; y el estadio cinco corresponde a la madurez (Tanner, 1962; Sileo, 1985; Callamand, 1985).

Para la cuantificación en el grado de desarrollo de las características sexuales secundarias, se califican tres aspectos: los genitales (G), las mamas (M), y el desarrollo de vello púbico (VP) dentro de una escala de 1 a 5. (Ver tabla 2).

Tabla 2. Escala de estadios de Tanner

Genitales masculinos (G)				
Est.	Testículo	Escroto	Pene	Edad promedio
G1	1.6	Prepuberal	Prepuberal	<10
G2	1.6 – 6	Enrojece aumenta tamaño	Ligero ensanchamiento	11.6
G3	6-12.5	Crece y se engrosa	Crecimiento longitudinal	12.8
G4	12.5-20	Oscuro y > tamaño	Aumento de longitud y diámetro, desarrollo del glande	13.7
G5	20	Adulto	Adulto	14.9

Glándula. Mamaria (M)				
Est.	Seno	Aureola y Pezón		Edad promedio
M1	Prepuberal	Prepuberal		< 11
M2	Botón mamario	Aureola aumentada en diámetro		11.5
M3	Mayor crecimiento(similar a una mama adulta pero más pequeña). crecimiento(similar a una mama adulta pero más pequeña)	Mayor ensanchamiento areolar. No contorno de separación, pezón erecto		12.5
M4	Mayor elevación y aumento de tamaño	Segundo montículo		14.4
M5	Adulto	Areola plana pezón proyectado		15.4
Vello Púbico (VP)				
Est.	Distribución	Cantidad	Tipo	Edad
VP1	No existe	No existe	No existe	< de 13.4
VP2	Varón: base del pene o escroto. Mujer: labios mayores.	Poca	Largo suave, largo pigmentado y rizado. Fino lizo y ligeramente pigmentado	13.4 11.7
VP3	Varón: sínfisis púbica Mujer: Pubis/monte de Venus.	Suficiente cantidad	Oscuro rizado y grueso Oscuro y rizado	13.9 12.4
VP4	Varón: pubis Mujer: Pubis/monte de Venus.	Buena	Mayor aspereza y pigmentación	14.4 12.9
VP5	Varón: cara medial del muslo, línea alba, Romboidal Mujer; cara medial del muslo, triangular.	Abundante	Adulto Adulto	15.2 15.3

Fuente: Estevez y salas. Pág. 37.

Para la orientación de programas de ejercicio físico es fundamental tener en cuenta los cambios secundarios sexuales, ya que determinan el grado de maduración y desarrollo en los niños y niñas. En este sentido, los niños que maduran más rápido que otros se colocan en una evidente ventaja de rendimiento físico importante, frente a los niños que se encuentran dentro del promedio de maduración, sobre todo en actividades de resistencia y fuerza. De la misma manera, se puede presentar la situación contraria, en donde el niño o el adolescente evidencia un retraso en la maduración que puede afectar su capacidad y rendimiento para la práctica regular de ejercicio físico.

En resumen, los aspectos de crecimiento y desarrollo, aunque distintos, dependen de la maduración biológica, y son el elemento de mayor seguimiento por parte del prescriptor del ejercicio, y el mayor condicionante del rendimiento físico en los niños y los adolescentes.

Características fisiológicas: alcances e implicaciones

Para la prescripción del ejercicio físico en los niños y adolescentes es necesario conocer las respuestas fisiológicas propias del mismo dentro de cada etapa de crecimiento. La niñez se convierte en una etapa de falencias en términos del rendimiento físico y limitaciones en la capacidad de trabajo de los sistemas corporales.

Como aspecto fisiológico que inicialmente media el rendimiento físico, se encuentra la composición ósea, ya que ésta se encuentra asociada al crecimiento del sujeto en términos de la talla, permitiendo la determinación de la maduración ósea y esquelética. El crecimiento del tejido óseo sigue el principio de la alternancia, según el cual se presenta un aumento de los diámetros del hueso seguido por un aumento de la longitud (Godin, 1985).

El ejercicio físico puede incrementar el grosor del hueso compacto y aumentar la densidad ósea permitiendo un depósito mayor de matriz ósea, lo que incrementa la ductilidad y la resistencia ósea en el soporte de cargas (ACSM, 1990). Si bien su influencia en el crecimiento longitudinal de los huesos no está totalmente comprobada, se piensa que sí contribuye a la estimulación del cartílago de crecimiento óseo, lo cual genera mayor densidad ósea (Bosset 1972; Atkinson, Weathorell y Weidmonn 1982).

El aumento de la densidad ósea, asociada al ejercicio físico realizado durante la infancia, se convierte en un factor protector de la menopausia, ya que se ha demostrado que puede retardar hasta 10.4 años la menopausia en mujeres que

fueron activas en la infancia frente a las mujeres inactivas durante la infancia (Nurmi-Lawton y cols, 2004).

Un segundo aspecto fundamental que media el rendimiento físico en los niños y adolescentes; la actividad enzimática, sobre todo en los procesos exergónicos para la obtención y utilización de energía. Existen claras diferencias en el metabolismo de los niños con relación a los adultos; en relación a este aspecto se ha encontrado que los niños poseen condiciones óptimas para el trabajo aeróbico al tener una mejor oxidación de los lípidos debido a una mayor actividad de enzimas oxidativas, un mayor flujo sanguíneo muscular y una mayor proporción de fibras tipo I, las cuales presentan más actividad oxidativa de los ácidos grasos (Rodríguez, Moreno, Sarria, 2000).

Con relación a la potencia aeróbica máxima, no existen valores normales de consumo máximo de oxígeno en niños, el VO_2 máximo depende de diversos factores como son la edad, el sexo, la actividad física, la estatura y el peso. Dicho VO_2 aumenta cuando es mayor la masa muscular que interviene en el trabajo, además las adaptaciones de los sistemas respiratorio y cardiovascular producidas por las diferentes intensidades del ejercicio también influyen, pues permiten acomodar la necesidad de oxígeno de los músculos y, al aumentar su función con el crecimiento, también aumenta la capacidad aeróbica.

Se ha demostrado que el VO_2 máximo aumenta progresivamente con la edad. A los seis años los valores promedio son de 1 litro/min, hasta los 2,0 y 2,8 l/min. para niñas y niños respectivamente a la edad de 15 años (llegando a su pico máximo a una edad entre los 17 y 21 años, para luego reducirse linealmente con la edad).

Debido a que las niñas tienen un porcentaje de grasa y un nivel inferior de hemoglobina (ACSM, 2000), cuando se expresa el VO_2 máximo con relación al peso corporal, los valores tienden a permanecer estables para las niñas. Ésto se presenta por los cambios de tamaño del sistema de transporte de oxígeno y masa muscular, y tienden a disminuir para las niñas debido a las diferencias en la composición corporal. Un ejemplo de esto es que en niños entre los 6 y los 16 años hay un valor medio de aproximadamente 50-53 ml * Kg. * min, y por término medio una niña de 8 años con un VO_2 máximo de 50 ml *Kg. *min, bajará a 45 ml *Kg. *min a los 12 años y llegará a los 40 ml *Kg. *min a los 16 años (López Chicharro, 2000).

Estudios recientes han mostrado que el entrenamiento físico de tipo aeróbico puede optimizar significativamente los valores del VO_2 máximo en niños,

y se ha indicado que también produce una mejoría en la actividad enzimática muscular. Del mismo modo, se han encontrado beneficios con el entrenamiento de la capacidad anaeróbica.

Con relación al trabajo anaeróbico, la actividad de las enzimas glucolíticas es menor, ya que se ha evidenciado una deficiencia en la glucogenólisis. Así mismo, se tiene que las concentraciones basales de glucógeno hepático y muscular también son inferiores en los niños e igualmente aumentan con la edad (López Chicharro, 2000). Lo anterior explica una limitación en la capacidad anaeróbica en los niños, puesto que tienen una menor capacidad glucolítica que les impide alcanzar las concentraciones plasmáticas de lactato observadas en adultos, posiblemente por una menor concentración de fosfofructocinasa, la enzima clave limitadora del ritmo de la glucólisis, aunque los niveles aumentan progresivamente durante la infancia y la adolescencia.

También se ha encontrado que durante la realización de ejercicios máximos los niños no pueden obtener proporciones elevadas de intercambio respiratorio, produciendo menos CO_2 y, a su vez, una menor producción de lactato (Howley, 2000).

Según estudios realizados sobre el tipo de entrenamiento anaeróbico, se sabe que el ejercicio mejora la capacidad anaeróbica de los niños al incrementar las concentraciones musculares de fosfocreatina, ATP y glucógeno, aumenta la actividad de la fosfofructocinasa y otras enzimas, e incrementa las concentraciones máximas de lactato muscular y sanguíneo (López Chicharro, 2006).

En resumen, lo que se conoce es que los niños presentan una vía anaeróbica restringida, y una capacidad aeróbica limitada por factores morfológicos y fisiológicos como el tamaño del corazón y su volumen sistólico, la capilarización de los músculos, o la concentración de mioglobina (Berg, 1988).

Un tercer aspecto es el relacionado con la diferenciación y maduración de las células musculares en términos de su número, su distribución y el tipo de fibras musculares que se encuentran diferenciadas a partir del 5-6 mes de la etapa embrionaria (Maccullm - Astrand, 1980). Como estructura, el músculo se desarrolla proporcionalmente con el crecimiento. Después del pico de crecimiento de la talla, aparece el pico ponderal y, posteriormente, el pico de fuerza muscular (Tanner 1962), reflejo del aumento en el volumen de la masa muscular asociado a la regulación neuroendocrina de la pubertad.

La masa muscular sólo tiene un incremento importante a partir de la pubertad, pasando de conformar aproximadamente un 25% del peso corporal del niño hasta casi un 50% del adulto varón y un 40% de la mujer. El incremento

en la masa muscular que se da inicialmente está ligado a la secreción de las hormonas gonadotrópicas, folículo estimulante y luteinizante respectivamente, las cuales estimulan a su vez a las gónadas para la secreción de estrógenos en las mujeres y testosterona en los hombres (López Chicarro).

La elevación del nivel de testosterona es la que posibilita el desarrollo de la masa muscular, razón por la cual la masa muscular de los hombres es siempre mayor que en las mujeres.

Los estrógenos y la testosterona regulan el crecimiento, la distribución de la grasa corporal y el desarrollo muscular, características que marcan las diferencias sexuales. Así mismo, son responsables de la aparición de las características sexuales secundarias y del cierre epifisiario en los huesos largos.

La hormona de crecimiento (hGH) es la principal reguladora del crecimiento musculoesquelético, puesto que aumenta la matriz ósea y la síntesis de proteínas musculares. Además, participa en el metabolismo lipídico y glucolítico, estimulando la lipólisis e hiperglicemia, respectivamente. El ejercicio físico estimula su liberación natural durante la infancia y la adolescencia sin encontrar diferencias significativas entre los niños y los adultos (Eriksson y cols., 1971).

La tiroxina (T4) y la triyodotironina (T3) son importantes para la maduración normal del cerebro, actuando además en los cartílagos de crecimiento a través de su influencia en el metabolismo y síntesis proteica.

La insulina estimula el crecimiento celular, y promueve la síntesis de DNA y la mitosis celular; además, controla la glicemia y participa en la optimización de la disponibilidad energética durante el ejercicio.

La hormona paratiroides y la calcitonina tienen un rol fundamental en la calcinemia y el desarrollo óseo, fundamental para el crecimiento longitudinal del hueso y, por lo tanto, de la estatura y el crecimiento longitudinal de los huesos.

En resumen, las hormonas juegan un papel clave en el crecimiento y desarrollo, especialmente a través de la diferenciación sexual secundaria y del desarrollo de la masa muscular y la masa ósea. Las principales hormonas que se relacionan con el crecimiento y desarrollo son la hormona de crecimiento (hGH), hormona estimulante de la tiroides, la tiroxina (T4) y la triyodotironina (T3), interviniendo además parathormona (PTh), calcitonina, la insulina y las hormonas esteroides.

Un cuarto aspecto fisiológico para tener en cuenta en el rendimiento físico en el niño y el adolescente es el crecimiento y la maduración del sistema cardiopulmonar como sistema que transporta y aporta el oxígeno requerido por las distintas células del cuerpo.

Dentro de los aspectos morfológicos se puede afirmar que el peso del corazón va aumentando progresivamente; en el primer año el corazón duplica su peso, es así que en el nacimiento el peso de la masa cardiaca es de 20 a 25 gr., siendo a los 7 años de 100 gr. y en la edad adulta de 350 gr. En el proceso de desarrollo de las fibras musculares cardiacas su número permanece constante, pero se vuelven progresivamente más largas y gruesas. Gracias a esto la frecuencia cardiaca disminuye y aparece una hipertrofia, la cual está condicionada por el crecimiento. Con el entrenamiento las paredes internas del corazón crecen y el volumen del latido es mayor, aumentando así la eficacia del trabajo cardíaco (Dietrich, 2004).

De los 11 a los 15 años el desarrollo y crecimiento del corazón con relación al desarrollo y crecimiento de la musculatura esquelética, es menor; esto implica una “insuficiencia cardiaca relativa” que se hace presente en los niños. Con el crecimiento del volumen cardiaco se presenta un aumento del volumen sistólico, lo cual permite una disminución de la frecuencia cardiaca. Lo anterior se evidencia entre niños y niñas de 10 a 18 años, en los cuales los valores de latido cardiaco en reposo descienden 0.6 l/min por año. Por otro lado, la contractilidad del ventrículo izquierdo es independiente de la edad, y su tamaño está más relacionado con la superficie corporal. El descenso de la frecuencia cardiaca aparece parcialmente independiente de la influencia del sistema nervioso autónomo, relacionándose más con valores intrínsecos en la tasa de despolarización del nodo sinusal.

El comportamiento del gasto cardíaco en la infancia es consecuencia de tres aspectos:

- El Tamaño ventricular y el volumen sistólico aumentan con la edad en asociación a las dimensiones del organismo.
- La frecuencia cardiaca desciende paralelamente a la tasa metabólica basal
- La contractibilidad miocárdica.

Ya que el gasto cardíaco está ligado al VO_2 , en reposo disminuye progresivamente durante la infancia hasta alcanzar la edad adulta (López Chicarro, 2006).

Son muchos los esfuerzos que se encuentran en la literatura, en lo relacionado al estudio de la respuesta aguda y crónica de la frecuencia cardíaca durante el ejercicio en niños y adolescentes. Sin embargo, la mayoría de dichos estudios no son concluyentes, debido a las inconsistencias en los métodos de medición en la población y a los resultados poco concluyentes. Lo anterior, pone de manifiesto las recomendaciones insuficientes que se dan para la prescripción del ejercicio en niños, ya que el seguimiento de la frecuencia cardíaca durante el ejercicio y la intensidad del ejercicio es difícil de cuantificar (Rowland, 1997).

Con relación a la frecuencia cardíaca máxima (FCmax) como elemento principal para el control y la prescripción de la intensidad del ejercicio, se puede decir que en distintos estudios se ha reportado que la respuesta de FCmax en los niños es mucho más alta comparada con los adultos, y que ésta disminuye linealmente con la edad (Rogers, *et ál.*, 1995). Según Wilmore y Costill (1994, 411) la FCmax disminuye progresivamente casi 0.54 latidos/min por año.

Contrario a lo anterior, investigaciones recientes han demostrado que la FCmax en los niños no se modifica durante la niñez, por lo que sus valores se encuentran entre 195-205 latidos/minuto (López Chicharro, 2006,599). Así mismo, hoy en día es claro que las niñas presentan una respuesta de FCmax mucho más alta que los niños (Turley and Wilmore, 1997). Esto indica que no es recomendable estimar teóricamente la intensidad del ejercicio físico y la zona de entrenamiento en los niños con la formula de FCmax (220-la edad).

En un ejercicio estable (sub. máximo) la respuesta de la FC es mucho más alta en niños que en adultos (Bar-Or, *et ál.*, 1971). Esta mayor respuesta se debe a que la bomba cardíaca es mucho más pequeña, lo cual genera una mayor variabilidad de la frecuencia, por lo que es muy difícil alcanzar frecuencias estables de trabajo cardíaco (Bar-Or, 1983).

La capacidad de recuperación o vuelta a la calma, los niños presentan tiempos de recuperación mucho más cortos comparados con los tiempos de recuperación de los adultos (Pels, *et ál.*, 1981). La recuperación rápida post ejercicio está asociada a concentraciones de lactato menores, lo que permite tiempos más cortos de recuperación de los sustratos energéticos.

Con relación a la Tensión Arterial (TA), son varios los estudios que hacen referencia a los valores de normalidad de la TA en niños y adolescentes; los más aceptados son los de la *Task Force for Blood Pressure in Children* publicados en 1987. En condiciones de reposo, el aumento de la TA varía según la edad. Durante el primer mes de vida la TA sistólica aumenta de forma rápida, poste-

riormente va disminuyendo hasta la edad de 5 años. Entre esta edad y el inicio de la pubertad, la TA sistólica aumenta a un ritmo de 1-2 mmHg, y la TA diastólica de 0,5-1 mmHg por año, con mínimas diferencias entre niños y niñas. La edad comprendida entre 13 y 18 años se caracteriza por un notable incremento de los valores de TA, siendo más evidente en los niños que en las niñas, y alcanzando cifras de TA más elevadas en los niños, lo que traduce un desarrollo puberal más tardío y mayor masa corporal (Empar, *et ál.*, 1996).

Con relación al sistema pulmonar se puede decir que en la etapa postnatal el número de alvéolos, de vías aéreas y la red microvascular aumentan progresivamente, lo que se verá reflejado sobre la capacidad de intercambio gaseoso. A medida que el tamaño y el volumen pulmonar aumentan, se disminuirá la frecuencia respiratoria. La maduración de las funciones del sistema pulmonar, en términos de la capacidad de movilizar aire atmosférico, e intercambiar y transportar oxígeno, se da a los 14 años en niñas y a los 18 en niños (Pedraz, *et ál.*, 2003).

En comparación con los adultos, los niños presentan menos capacidad de movilizar volúmenes de aire para el intercambio gaseoso, menos ventilación minuto a pesar que presentan frecuencias respiratorias más altas, una ventilación alveolar menor. En general, en la tabla 3 se relacionan comparativamente las diferencias entre adultos y niños alrededor de los indicadores fisiológicos cardiopulmonares más importantes.

Tabla 3. Indicadores fisiológicos entre niños y adultos

Sistema	Indicador Fisiológico	Niños	Adultos
Cardiovascular	Volumen sistólico (VS)	<	>
	Fracción de eyección	<	>
	Gasto cardiaco (Q)	<	>
	Fr. Cardiaca, Max. (Fr max)	>	<
	Fr. reposo	>	<
	Fr. basal	>	<
	Presión arterial sist.	<	>
	Presión arterial diastólica	<	>
	Flujo sanguíneo arterial	<	>
	DO ₂	<	>
	DavO ₂	<	>

Pulmonar	Cap. Pulmonar total	<	>
	Capacidad Vital	<	>
	Vol. ventilatorio min (VE)	Por la Fr	< por VT
	VE/ VO ₂	>	<
	Fr. Respiratoria	>	<
	Vol. Corriente (VT)	<	>
	Percepción del esfuerzo	>	<
Metabólico	VO ₂ máx.	<	>

Convenciones: > Mayor- < Menor.

Fuente: Propuesta del autor.

Un último aspecto fisiológico para tener en cuenta es la capacidad termoregulatoria y el equilibrio hidroelectrolítico que en los niños es inmaduro y menos eficaz en los niños que en los adultos, pues ellos pierden calor cuando hace frío y lo guardan cuando hace calor. Su sudoración es lenta y poco abundante y sus componentes varían hacia una mayor concentración de sodio (Na⁺) y cloro (Cl⁻), con menos magnesio (Mg⁺) y calcio (Ca⁺⁺).

Los niños tienen una mayor dificultad para disipar el calor corporal por evaporación cuando se ejercitan en ambiente caluroso, utilizando más los mecanismos de convección y radiación por medio de una mayor vaso dilatación periférica (López Chicharro, 2006:610).

Los niños tienen una mayor relación de área de superficie corporal, lo que les permite perder calor más fácilmente; pero si la temperatura del ambiente es mayor que la del cuerpo, esta pérdida de calor se dificulta (Wilmore and Costill, 1999).

En la pubertad y la adolescencia aumenta el metabolismo y la actividad simpática y de las glándulas sudoríparas debido a los cambios neuroendocrinos; por ello hay que tener mucha precaución en la hidratación antes, durante y después de la realización de cualquier ejercicio, ya que los adolescentes fácilmente puede presentar síntomas de deshidratación en distintos grados.

En conclusión, para el prescriptor del ejercicio físico es necesario tener claridad y un conocimiento profundo sobre los alcances y las limitaciones de la respuesta fisiológica multisistémica cuando los niños y adolescentes se encuentran sometidos a prácticas de ejercitación de manera regular, con el fin de prevenir lesiones y complicaciones que vayan en contra de la condición de salud de las personas, por lo menos mientras se alcanza la madurez biológica necesaria.

Beneficios de la ejercitación en niños y adolescentes

La participación en programas de actividad física formal (ejercicio físico, deporte) promueve, en términos generales, una adecuada condición de salud (USDHHS, 2002). Realizando un análisis comparativo de estudios realizados en niños activos con niños sedentarios se ha demostrado que los activos tienen niveles más bajos de riesgo cardiovascular y, en general, un mejor desarrollo, salud y calidad de vida (AHA, 2003).

En este sentido, se puede afirmar que los niños hipocinéticos probablemente desarrollarán conductas de vida sedentarias, convirtiéndose en el futuro en adultos sedentarios. Esto deja entrever la importancia de fomentar la actividad física regular en los niños y adolescentes como política pública local (USDHHS, 1996; CDC, USDHHS, 1997).

Dentro de los beneficios que trae la práctica regular de actividad física formal, cabe mencionar los siguientes:

1. La reducción del riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares

Cada vez más tempranamente los niños desarrollan factores de riesgo cardiovascular como sedentarismo, sobrepeso, colesterol elevado en sangre y tabaquismo (Patrick, 2001). Cabe mencionar que los ataques cardiacos y accidentes cerebro-vasculares son raros en los niños, pero esta condición de riesgo en la infancia predispone la instauración de estos tipos de eventos patológicos en la adultez (AHA, 2003).

En un estudio realizado en la Universidad de Stanford se hizo seguimiento a 15.000 niños durante 6-10 años (tiempo en el que estaban estudiando). De ellos, 681 desarrollaron hipertensión severa (160/ 95 mmHg.). Los alumnos que no estuvieron implicados en actividades físicas vigorosas u otras actividades físicas, tuvieron un 35% más de riesgo de desarrollar hipertensión que los que sí practicaron alguna actividad de manera regular (Cruz, *et ál.*, 1997).

2. El mantenimiento de un peso corporal saludable

En el año 2000 se menciona que los niños y adolescentes estadounidenses entre los 6-19 años, triplicaron el porcentaje de obesidad y sobrepeso que los niños de los años ochenta (Sothorn, 1999). Esta cifra es preocupante ya que los adolescentes con obesidad o sobrepeso son muy parecidos al adulto obeso, pues presentar hiperlipidemia en sangre, hipertensión, aumento del porcentaje graso

corporal, disminución en la manifestación de las cualidades físicas, disminución del tejido magro, problemas articulares y de postura (CDC, 2003). La actividad física regular en los niños y de manera continua en la adultez promueve el control y el mantenimiento de un porcentaje graso corporal menor y un aumento en la cantidad de tejido magro que permite mantener un peso saludable.

3. El mantenimiento de una estructura osteomuscular saludable

Se ha demostrado que, desde edades tempranas, la actividad física regular retarda en la mujeres hasta 10.4 años la aparición de los síntomas de osteoporosis, logrando un pico máximo de densidad ósea en la juventud, la cual se puede mantener por más tiempo durante la adultez, lo que demuestra el efecto preventivo que tiene el ejercicio (CDC, 2004). La práctica de ejercicio físico aeróbico de naturaleza cíclica, combinado con trabajo de musculación con carga libre, favorece el mantenimiento de una adecuada densidad ósea.

4. El mantenimiento de una salud mental y un bienestar psicosocial

Promueve la salud psicológica y el bienestar social, disminuyendo las presiones y las preocupaciones sobre la apariencia, la imagen del corporal y del exceso de peso que pueden ser aspectos significantivos para los adolescentes, sobre todo en las mujeres. Los estudios han demostrado cómo la actividad física puede aumentar la autoestima de los adolescentes y puede reducir la ansiedad y el estrés (Nurmi-Lawton, 2004).

5. El desarrollo adecuado de las destrezas motoras

El ejercicio físico permite la expresión de la capacidad cinética del niño, consolidando la instauración de las cualidades físicas básicas, y permitiendo el desarrollo de las cualidades perceptivo-motoras. En este sentido, el ejercicio físico se convierte en un potencializador de la capacidad de movimiento.

6. El favorecimiento de la interacción social

El ejercicio físico en el niño y el adolescente favorece la interacción social por su componente lúdico-recreativo, así como el desempeño dentro de las actividades grupales de naturaleza formal, y permite consolidar el desarrollo de la persona y el juego de roles sociales.

7. Permite un mejor rendimiento y desempeño escolar

El ejercicio físico de manera regular puede mejorar la concentración, el desempeño de los estudiantes y, por consiguiente, el rendimiento escolar de los niños que no realizan ningún ejercicio de manera regular (Pivarnik, *et ál.*, 2006).

Evaluación del *fitness* físico en niños y adolescentes

El *fitness* físico se refiere a aquellas cualidades físicas y aspectos metabólicos que se relacionan y se han demostrado que favorecen una buena salud y bienestar. La evaluación del *fitness* físico en los niños es una práctica común dentro de la educación básica y media. En este sentido, existe una serie de *test* y/o pruebas físicas que permiten medir el estado del *fitness* en los niños y adolescentes. Es fundamental para el experto en la prescripción del ejercicio conocer y aplicar esta serie de métodos de medida, con el fin de realizar un diagnóstico del estado del sujeto en términos de su condición física y de salud. La evaluación del *fitness* permite medir la capacidad de trabajo físico de acuerdo con la respuesta fisiológica individual, permitiendo identificar las deficiencias en el *fitness*, evaluando la eficiencia de un programa de prescripción del ejercicio (Sothorn, 1999).

Las primeras aproximaciones a la evaluación del *fitness* en los niños se remontan a las civilizaciones griega y romana, en donde el culto al cuerpo y al “*agon*”, la búsqueda de la excelencia en todos los órdenes de la vida, permitió iniciar un proceso de observación y desarrollo de métodos de entrenamiento aplicados desde la infancia.

Así mismo, en la Edad Media, Bellin de Coteu asignó el nombre de cualidades físicas a las distintas destrezas motoras, hoy conocidas como fuerza, flexibilidad, resistencia, coordinación, equilibrio, las cuales forman parte de la mayoría de las baterías de evaluación física.

Siglos después, en Estados Unidos, en 1916, Lían hizo las primeras pruebas para medir la aptitud física de los sujetos. En 1921, Dudley Sargent desarrolló uno de los primeros aparatos para medir la fuerza muscular. A partir de la Segunda Guerra Mundial toma importancia la valoración de cada componente del *fitness*. En 1958, la Asociación Americana para la Salud, la Educación Física y la Recreación (AAHPER), intenta unificar criterios de valoración de cada cualidad en función de la edad, proponiendo la evaluación de la Fuerza de la extremidad superior (tracción de brazos), la Resistencia muscular abdominal (abdominales con las piernas flexionadas), la Agilidad (carrera de ida y vuelta sobre un

trazado de 10 yardas), la Potencia de la extremidad inferior (salto horizontal a pies juntos), la Velocidad de desplazamiento (50 yardas), y la Resistencia cardiovascular (600 yardas, 9 minutos de carrera ó 12 minutos de carrera).

En 1952 Kraus-Weber demostró que los niños americanos tenían un nivel inferior de condición física que los europeos, por ello se creó la Asociación Americana para la Salud, la Educación Física y la Recreación (AAHPER), la cual publicó sus primeras pruebas, la *Youth Fitness Test*, en 1958. Este movimiento se extendió rápidamente y se crearon nuevas pruebas como el *New York State Physical Fitness Screening Test* en 1968, o el *Basic Fitness Test*, creado por Fleishman en 1964.

A partir de ese momento se desarrolló una serie de *test* y baterías de evaluación, como: International committee for Standardization of Physical Fitness Tests (ICSPFT, 1974), Fleischmann Physical Fitness Test (Fleischmann, 1964), Leuven Growth Study (Ostyn y otros, 1980; Hebbelinck y otros, 1980; Beunen y otros, 1983; Hebbelinck y Borms, 1969, 1973), *Test de Condition Moper* (Kemper, 1981), y el *Test de Condition motrice pour les écoles finlandaises* (Telama, Nuppanen y Holopainen, 1983), entre otros.

En la actualidad existe una serie de baterías de campo de fácil aplicación, las cuales contienen de 4 a 6 pruebas que permiten medir el estado del *fitness* físico en los niños y adolescentes. En el seno del Consejo de Europa para la valoración de la condición física en 1977, en un comité de expertos, se unificó una batería de evaluación de la condición físicas denominada *Eurofit* para Europa (Harris, 2006). La batería comprende la aplicación de diez pruebas que valoran nueve dimensiones de la aptitud física (Ver tabla 4). (Consejo de Europa, 1989).

Tabla 4. Componentes de la batería *Eurofit*

Dimensión	Factor	Test	Orden de realización
Resistencia	Resistencia	Test de Legger o navatte	9
		Prueba de ciclo ergómetro (CT170)	
Fuerza	Fuerza estática	Dinamometría manual	5
	Potencia	Salto horizontal sin impulso	4

Resistencia muscular	Funcional y de tronco	Suspensión con flexión de brazos Abdominales	6 y 7
Velocidad	Velocidad-coordinación	Coerce navatte	8
	Velocidad de los miembros	Golpeteo de placas	2
Flexibilidad	Flexibilidad	Flexión del tronco adelante en posición sentado	3
Equilibrio	Equilibrio general	Prueba de equilibrio (flamenco)	1
Mediciones Antropométricas	Talla (cm) Peso en Kg Porcentaje de grasa corporal		
Datos de identificación	Edad y género		

Fuente: González Gallego, 1992: 273.

El *Fitnessgram* es un *test* que fue desarrollado por el Cooper Institute for Aerobics Research, Dallas, Texas en 1982, en el cual se evalúa la capacidad aeróbica, la composición corporal, la fuerza de resistencia y la flexibilidad (Tabla 5). (Yucra, 2001). La batería está dividida en tres áreas generales de la aptitud física relativa a la salud. Los niños y adolescentes se evalúan teniendo como objetivo estándar un criterio que indica un nivel de condicionamiento físico saludable. La tabla 5 esquematiza los *test* y componentes del *fitnessgram* (*The cooper institute Dallas, 1982*).

Tabla 5. Componentes del *Fitnessgram*

Capacidad aeróbica	El Pacer - recomendado para estudiantes de nivel pre-escolar a 3 grado (varias fases de 20 metros de "Shuttle run") Una milla caminando/corriendo
---------------------------	--

Composición corporal	Porcentaje de grasa - calculado de los tríceps y de los pliegues de piel de las pantorrillas. Índice de la masa corporal - calculado por el peso y la estatura.
Fuerza muscular, resistencia y flexibilidad	Fuerza abdominal • <i>Curl-up test</i> Extensores de tronco (fuerza y flexibilidad) • <i>Trunk lift</i> (elevación de tronco) Fuerza muscular de la parte superior del cuerpo • <i>Push-up</i> • <i>Pull-up</i> modificado • <i>Pull-up</i> • <i>Flexed Arm Hang</i> (suspensión con brazos flexionados) Flexibilidad • <i>Back-saver-Sit-and-reach</i> (sentarse y alcanzar) • <i>Shoulder stretch</i> (extensión de hombros)

Fuente bibliográfica: Cooper Institute for Aerobics Research (1994). *The Prudential Fitnessgram: Test administration manual*. Dallas: Texas.

Así mismo, el Centro de Estudios de la Aptitud Física de Sao Cayetano del sur (CELAFICS), en Brasil, propuso una batería de evaluación para la medición de la aptitud física, teniendo en cuenta aspectos antropométricos, metabólicos, neuro-musculares, de maduración biológica y psico-social (Tabla 6).

Tabla 6. Ítems de evaluación de aptitud física propuestos por (CELAFICS)

Aspecto	Factor
ANTROPOMETRÍA	Peso Altura Altura total y tronco encefálica Composición corporal Pliegues cutáneos Circunferencias musculares Diámetros óseos
METABÓLICO	Potencia aeróbica Consumo de oxígeno (VO ₂) Potencia anaeróbica <i>Test</i> carrera de 40 seg.

NEUROMUSCULAR	Fuerza de miembros inferiores <i>Test</i> de salto vertical <i>Test</i> de salto horizontal - Con ayuda de los brazos - Sin ayuda de los brazos Fuerza de miembros superiores <i>Test</i> de prensión manual: Dinamométrica Velocidad <i>Test</i> carrera de 50 mts Agilidad <i>Test</i> de <i>Shuttle Run</i>
PSICO-SOCIAL	Psicológicas Percepción del esfuerzo Sociales Sociometría
MADURACIÓN BIOLÓGICA	Género Auto evaluación de las características sexuales secundarias

Fuente: www.celafics.com.br.

Además de lo anterior, existe una serie de *test* para la valoración individualizada de los componentes del *fitness* y la condición física en los niños; por ejemplo, el *Test* de Gallagher y Bronha y el *test* de Ruffier y Dickson, que sirven para medir la adaptación y el coeficiente de resistencia cardiovascular, los cuales son métodos indirectos para la evaluación del VO_2 máximo. Por otro lado, en cuanto a la evaluación de la fuerza, se han propuesto *test* de campo como pruebas de salto vertical o horizontal, pruebas de dinamometría para valoración del *fitness* muscular, *test* de resistencia, flexiones de brazo, *test* de fuerza abdominal, entre otros (US Department of Health and Human Services, 1996).

De la misma manera, existe en la literatura una serie de instrumentos apropiados para medir otros indicadores morfofisiológicos en los niños que se utilizan por su valor predictivo o estimativo, y que son útiles en el tamizaje de grandes grupos poblacionales como los cuestionarios de auto calificación, los sensores de movimiento, podómetros, o pasómetros que son confiables para la determinación del nivel de actividad física (Heyward, 2001).

Recomendaciones para la prescripción del ejercicio

Los niños y adolescentes dejan de ser activos a medida que van creciendo, puesto que declinan su nivel de actividad física. Por lo tanto, si se logra mantener niveles altos de actividad física durante la infancia y la adolescencia se podrá mantener estilos de vida activos y conductas saludables en la adultez.

En este sentido, muchos son partidarios de implementar en los niños las mismas pautas de prescripción del ejercicio que se utilizan en el adulto sedentario. Aunque esta posición todavía no tenga un soporte científico suficiente, es importante retomar como punto de referencia los principios generales de la prescripción del ejercicio en términos de la frecuencia, la intensidad, el tipo de ejercicio, la progresión y la duración, según ACSM, para la prescripción en los niños (ACSM, 1999).

En términos generales el ejercicio físico recomendado para esta población y su prescripción se centra más en el gasto de energía que en la aplicación de cargas de trabajo con intensidades y volúmenes sistemáticos de entrenamiento. La cantidad óptima y el tipo de ejercicio físico que se debe prescribir no están totalmente definidos, lo que se recomienda es que el niño o adolescente combine actividades físicas formales y no formales que permitan una actividad cinética importante y, por consiguiente, un gasto energético mayor, supeditado al nivel de madurativo, de crecimiento, de destreza motora y de experiencias motoras previas en el niño (ACSM, 2000).

Así mismo, la prescripción del ejercicio se debe iniciar después de los 6 años, una vez se completa la instauración de los patrones motores básicos de locomoción, acumulando mínimo 60 minutos de ejercicio moderado preferiblemente de realización diaria, tal como se encuentra en la *Guidelines from National Association for Sport and Physical Education* (NASPE), (Pate, 1995).

En el Consenso Internacional sobre la actividad física se recomendó que todos los adolescentes deben realizar una actividad física diaria y vigorosa, o por lo menos tres veces a la semana, de mínimo 20 minutos o más (Sallis & Patrick, 1994). Sin embargo, cabe mencionar que en la *Guidelines from Health Education Authority* (HEA) del Reino Unido se recomienda que todas las personas en general deben participar en actividades físicas vigorosas por lo menos una hora diaria. Así mismo, en el departamento de salud y de servicios humanos de Estados Unidos se concluyó que los niños y adolescentes pueden realizar actividades de intensidad vigorosa tres veces a la semana, trayendo consigo los mismos beneficios que el ejercicio de intensidad moderado que se realiza diariamente (*US Department of Health and Human Services*, 1996).

Otro aspecto a tener en cuenta en la elaboración de programas de ejercicio físico para niños y adolescentes es el fuerte componente lúdico-recreativo que deben tener dichos programas y la realización de actividades socializadoras. En la edad preescolar se debe realizar una variedad de actividades físicas que favorezcan el esquema corporal, el juego, y la coordinación. En los niños pre-pruberales se deben proponer actividades físicas más formales, el aprendizaje de gestos complejos de movimiento, el trabajo aeróbico ligero y el mantenimiento de la flexibilidad, involucrando contracciones dinámicas y ejercicios de naturaleza rítmica que contribuyan a la maduración biopsicosocial del niño.

Consideraciones para el entrenamiento de la capacidad aeróbica

El desarrollo de la capacidad aeróbica no es un proceso lineal. Los niños y adolescentes poseen un VO_2 máx. menor entre un 15 a 25% comparado con los adultos, (Wilmore, 2004). Los niños y adolescentes utilizan frecuencias cardiacas mayores que la de los adultos durante esfuerzos máximos y submáximos, lo que impacta en su capacidad de mantener un ritmo sostenido de trabajo cardiaco (Rowland, 1988). Las ganancias funcionales en el consumo de oxígeno se logran después de entrenamientos entre 10 a 12 semanas a un 60 a 70% del VO_2 máx. Este tipo de entrenamiento, con el objetivo de mejorar el consumo de oxígeno, no debe iniciarse antes de los 12 años. Sin embargo, otros autores encuentran mejorías sustanciales de la capacidad anaeróbica después de entrenamientos de alta intensidad en niños deportistas de elite. De cualquier forma, la recomendación es esperar el total de la maduración y el completo desarrollo para iniciar entrenamientos encaminados a mejorar esta cualidad (Daniela, 1971).

Para mejorar la capacidad y la potencia aeróbica se utilizan diversos métodos de entrenamiento, entre los cuales se pueden mencionar métodos de entrenamiento continuo o intervalado. En los niños se recomienda métodos de entrenamiento continuo con trabajo aeróbico ligero no mayor de 30 minutos de actividad, ya que los niños no pueden ajustar fácilmente sus mecanismos de termorregulación, lo que fácilmente puede generar desmayos, pérdidas de conciencia, o deshidratación (McArdle, 1981).

Desde otra especificidad, la identificación de la zona de entrenamiento debe ser delimitada a través de la aplicación de la Escala del esfuerzo percibido (EFP) o a través de la determinación del VO_2 máx., no se recomienda la prescripción de trabajo aeróbico con base en la frecuencia cardiaca de reserva ya que los niños

tienen un gasto cardiaco bajo debido al tamaño menor del corazón, al menor volumen sistólico (Rowland, 1985). La intensidad del ejercicio debe ser moderada, entre el 40 al 85 % del VO_2 de reserva (Bar-Or, 2001).

La duración del tiempo del ejercicio en niños y adolescentes se hace con base al gasto calórico, del cual, en niños prepurberales, se recomienda gastar entre 200 y 250 calorías por sesión de trabajo. Se recomienda, además, un tiempo de calentamiento largo, permitiendo los ajustes fisiológicos y la respuesta al ejercicio adecuadamente y estable. Lo ideal es que ese calentamiento sea de 15 minutos, fase central de 30 minutos y el regreso a la calma de 5 a 10 minutos respectivamente.

Consideraciones para el entrenamiento de la fuerza

La American Academic of Pediatrics (AAP, 2001) realizó una serie de recomendaciones sobre el entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes, debido a que éste es un componente común de los programas de actividad física para la población infantil. Algunos adolescentes y preadolescentes utilizan estos programas como un medio para mejorar el tamaño muscular o para mejorar la apariencia física. Estos programas incluyen el uso de pesos libres, pesos con máquinas, tubos elásticos o ejercicios, los cuales deben ser dosificados de manera adecuada. La cantidad y la forma de resistencia muscular utilizada, así como la frecuencia, está determinada por las metas específicas del programa cuyo fin es ayudar a mantener una musculatura adecuada.

Se debe iniciar con poco peso para mejorar primero la ejecución del movimiento. Para obtener ganancias en la fuerza es necesario realizar programas de musculación que incluyan entre 8-10 ejercicios diferentes que involucren los grandes grupos musculares, de cada uno deben realizarse entre 10 y 15 repeticiones, y trabajar dentro de una escala de calificación de esfuerzo de 12-14. El incremento de la carga de trabajo debe realizarse a expensas en el aumento de las repeticiones, mas no del aumento de la carga durante 20 a 30 minutos de 2 a 3 veces por semana (Falk, 1996).

Algunos estudios han mostrado que el entrenamiento de la fuerza dentro de un programa general de prescripción estructurado puede incrementar la fuerza en preadolescentes y adolescentes. Las ganancias en la fuerza, la potencia y el tamaño muscular se consiguen a partir de 6 semanas de entrenamiento continuo, aunque no se pueden esperar grandes resultados en el proceso de hipertrofia.

En preadolescentes el aumento de la fuerza no se da necesariamente con la hipertrofia muscular. Las ganancias en la fuerza pueden deberse al aprendizaje neuromuscular, incrementándose el número de motoneuronas que son utilizadas durante la contracción muscular. Este mecanismo permite explicar la fuerza obtenida del entrenamiento de resistencia en poblaciones con bajos niveles de andrógenos, incluyendo mujeres y preadolescentes masculinos. El entrenamiento de la fuerza puede también aumentar el alargamiento que normalmente ocurre con el crecimiento durante la pubertad en hombres y mujeres. Sin embargo, la evidencia de que los programas de fuerza pueden reducir el riesgo de lesión en adolescentes y preadolescente no es concluyente (Ramsay, 1990; Blimkie, 1993; Faigenbaum, 1993; Drinkwater, 1977).

Los programas adecuados de entrenamiento de fuerza deben centrarse en la ganancia del equilibrio muscular, la flexibilidad, la técnica apropiada y el mantenimiento de una adecuada masa muscular (Drinkwater, 1979).

Consideraciones para el entrenamiento de la flexibilidad

La flexibilidad se refiere a la cualidad física de mantener o generar el desplazamiento articular a expensas de los tejidos periarticulares. Por ello, su mejora y/o mantenimiento es un elemento fundamental en cualquier programa de ejercicio. Los niños son flexibles por naturaleza, pero su flexibilidad suele disminuir en la medida en que se entra a la pubertad, especialmente más en niños que en niñas, debido al desarrollo de una mayor talla y mayor masa y fuerza muscular. Es por esto que es importante que el prescriptor del ejercicio enfatice el entrenamiento de la flexibilidad con el fin de mantener esta condición el resto de la vida y poder prevenir la instauración de lesiones posteriores.

Existe la tendencia natural de disminuir los grados de flexibilidad en los adolescentes, productos del proceso de crecimiento y desarrollo. El objetivo principal de la prescripción de la flexibilidad es mantener esos niveles adecuados de flexibilidad con el fin de prevenir lesiones musculares, mal alineamientos de segmentos corporales, problemas de espalda, o dolor articular, entre otros. Un programa de estiramiento debe ser ejecutado de 2 a 3 veces a la semana incluyendo ejercicios de estiramiento ya sea estático o dinámico para cada grupo muscular con una duración de 10 a 30 sg dentro de cada sesión de trabajo en la que el estiramiento debe realizarse de manera lenta y sostenida. El mejor momento para realizar la serie de ejercicio de flexibilidad es la etapa de calentamiento o de iniciación de la práctica, o durante actividades de recreación o juego para que no sea aburrido.

Concluyendo, la flexibilidad debe convertirse en parte fundamental de las actividades diarias, en las que debe realizarse un incremento gradual en la amplitud y duración de su entrenamiento.

Precauciones durante la ejecución del ejercicio

Uno de los principales aspectos a tener en cuenta es el tema del entorno ambiental, la humedad, o la temperatura ambiente que condicionan el buen desempeño a la hora de realizar ejercicio físico en ambientes naturales. Esto es debido a que los niños tienen menos superficie corporal, lo cual implica una menor capacidad para disipar el calor, además de tener un metabolismo mayor. Bajo las anteriores condiciones, se recomienda no realizar actividad física al aire libre cuando la temperatura ambiente sea mayor de 35°, ya que bajo estas condiciones ambientales se puede generar estrés fisiológico por calor (Wagner, 1972).

Con base en las siguientes afirmaciones, la American Academy of Pediatrics (2000) recomienda:

- Tener en cuenta los procesos de aclimatización de 10 a 14 días en los niños cuando el ejercicio físico que se prescribe se realice en ambientes calidos.
- Ante una práctica prolongada de ejercicio, el niño debe hidratarse cada 20 minutos ingiriendo 159 mL de agua (5 onzas), si pesa menos de 40 Kg., y 250 mL de agua si pesa menos de 60 Kg.
- Antes y después de la realización del ejercicio deben verificarse los cambios en el peso corporal y la presencia o no de síntomas de deshidratación.
- El ejercicio debe realizarse con ropa cómoda que permita la fácil dispersión del calor y la evaporización con el fin de favorecer los mecanismos termoregulatorios del niño.

Con todas las anteriores evidencias científicas se busca argumentar la importancia que, para el fisioterapeuta, debe tener la prescripción adecuada de ejercicio físico en los niños y adolescentes de manera regular. Así, entre más activo sea el niño y/o el adolescente, se podrá favorecer una mejor adaptación biológica, el desarrollo y potencialización de las cualidades físicas básicas y en general, la capacidad cinética de los niños y adolescentes de una manera adecuada y segura.

Referencias

- American College of Sports Medicine (ACSM) (1999). "Manual para el valoración y la prescripción del ejercicio. Barcelona. Paidotribo.
- _____. (2000) "Manual de consulta para el control y la prescripción del ejercicio". Barcelona. Paidotribo.
- American College of Sports Medicine (ACSM) (1990). The recommended quantity and quality of exercise developing an maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 22: 265-274.
- American Heart Association (AHA). Children's Need for Physical Activity: Fact Sheet. Accessed June 2003. www.americanheart.org.
- American Academy of Pediatrics. Committee on Sports Medicine and Fitness Strength Training by Children and Adolescents. *PEDIATRICS* Vol. 107 No. 6 June, 2001.
- Bar-Or, O. (1983). *Pediatric sports medicine for the practitioner*. New York, Springer Verlag.
- _____. (1989) Trainability of the prepubescent child. *Phys. Sportsmed.* 17: 65-8.
- Berg, A. y Keul, J.(1988) Biochemical change during exercise in children. In: R.M. Malina (Ed.). *Young Athletes. Biological, Psychological, and Educational Perspectives*, pp.61-77. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Blimkie, CJ (1993). Resistance training during preadolescence. *Sports Med;* 15:389-407.
- Boileau, R. A.; Lohman, T.G.; Slaughter, M.H. (1985). Exercise and body composition of children and youth. *Scand. J. Sports Sci.* 7:17-27.
- Bar-Or, O., R. J. Shepard, *et ál.*, (1971). "Cardiac output of 10- to 13- year-old boys and girls during submaximal exercise." *Journal of Applied Physiology* 30: 219-223.
- CDC, USDHHS. *MMWR* (March 7, 1997). Guidelines for School and Community Programs to Promote Lifelong Physical Activity Among Young People.
- Centers for Disease Control (CDC) and Prevention, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. *Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR)* October 26, 2001 Vol 50, No RR-18. Increasing Physical Activity – A Report on Recommendations of the Task Force on Community Preventive Services. (Also published in *American Journal of Prevention Medicine* 2002; 22 (4S), pp 67-72.

- Centers for Disease Control and Prevention (CDC), National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Nutrition and Physical Activity – National Bone Health Campaign. Accessed in August 2003.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC) and President's Council on Physical Fitness and Sports. Healthy People 2010. Leading Health Indicators.
- Cattani O. Crecimiento y Desarrollo Puberal durante la adolescencia *Pediatra. Endocrinóloga* P. U. C. Pontificia Universidad Catolica De Chile en: <http://escuela.med.puc.cl/ops>.
- Correa, J. (1999). *Fundamentos de Pediatría*. Editorial Corporación para investigaciones biológicas, p. 26.
- Cruz, J.C.; Cueto, B.; Fernández, A. & García, L. (1997). Prescripción médica de ejercicio físico en la tensión arterial. *Revista de la motricidad* 3, 45-65.
- Daniels, J. y Oldridge, N. (1971). Changes in oxygen consumption in young boys during growth and running training. *Med. Sci. Sports* 3: 161-165.
- Drinkwater BL, Kupprat IC, Denton JE, *et ál.*, (1977). Response of prepubertal girls and college women to work in the heat. *J Appl Physiol.* 43.
- Drinkwater BL, Horvath SM. (1979). Heat tolerance and aging. *Med Sci Sports Exerc.*;11:49-55.
- M. Dietrich, Jürgen Nicolaus, Chris Ostrowski (2004). *Metodología general del entrenamiento infantil y juvenil*. 1ª Edición. Editorial Paidotribo.
- Falk B, Tenenbaum G. (1996). The effectiveness of resistance training in children. A meta-analysis. *Sports Med.* 3:176-186.
- Faigenbaum AD, Zaichkowsky LD, Westcott WL, Micheli LJ, FehlandtAF. (1993). The effects of a twice-a-week strength training program on children. *Pediatr Exerc Sci.* 5:339-346.
- Harris, Jo, Cale, Lorraine (2006). A review of children's fitness testing. *European Physical Education Review.* 12: 201-225.
- Empar *et ál.*, (1987). Hipertensión arterial en niños y adolescentes. Protocolos diagnósticos y terapéuticos en pediatría Update on the 1987 Task Force Report on High Blood Pressure in Children and Adolescents: a working group report from the national high blood pressure education program. *Pediatrics* 1996;98:649-658.
- Eriksson, B. O. (1971). *Acta Paediatr. Scand.* 217 Suppl.: 53-55

- Esteves, M y Salas, A. (2005). Maduración somática durante la adolescencia: Fundamentos y manera de evaluarla. *Rev. Ecuatoriana de Pediatría*. 35-41.
- Heyward, Vivian H. (2001). Evaluación y Prescripción del ejercicio. Valoración de la Fuerza y de la Resistencia Muscular. Cap. 4. Ed. Paidotribo. 2a. ed. España.
- González, J. (1992). Fisiología de la actividad física y del deporte. Interamericana McGraw-Hill. Primera edición.
- Latorre Román P, Herrador Sánchez J. (2003). Prescripción del ejercicio físico para la salud en la edad escolar, aspectos metodológicos preventivos e higiénicos. 1ª Ed.
- Reina, L. Martínez V. (2003). Manual de teoría y práctica del acondicionamiento físico. CV Ciencias del Deporte Madrid.
- McArdle, W.D., Katch, F.I., y Katch, V.L. (1981). *Exercise Physiology, Energy Nutrition, and Human Performance*. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Nurmi-Lawton, J.A., Baxter-Jones, A., Taylor, P., Cooper, C., Bishop, J., New, S. (2004). Dietary balance in physically active and in-active girls. In *Nutritional Aspects of Osteoporosis*, Burckhardt, P., Dawson-Hughes, B., Heaney, R.P. (eds), Chapter 31 pp 411-418. San Diego; Elsevier Science.
- Patrick K, Spear B, Holt K, Sofka D, eds. (2001). *Bright Futures in Practice: Physical Activity*. Arlington, VA: National Center for Education in Maternal and Child Health.
- Parizkova, J. y Carter, J.E.L. (1976). Influence of physical activity of somatotypes in boys, *Amer. Jour. Phys. Anthropol.*, 44, 327-340.
- Pate, R. R., Small, M. L., Ross, J. G., Young, J. C., Flint, K. H., & Warren, C. W. (1995). School physical education. *Journal of School Health*, 65(8), 339-343. EJ 520 865 .
- Pels, A. E., T. B. Giliam, *et ál.*, (1981). "Heart rate response to bicycle ergometer in children ages 6-7 years." *Medicine Science and Sports Exercise* 13: 299-302.
- Pedraz C y Zaballos F. (2003). Alteraciones en la función pulmonar en el período precoz del recién nacido. *An Pediatr*; 58(Supl 1):54-8.
- Pivarnik e Coe DP, Pivarnik JM, Womack CJ, Reeves MJ, Malina RM. (2006). Effect of physical education and activity levels on academic achievement in children. *Med Sci Sports Exerc*. Aug;38(8):1515-9.

- Promotion, and The President's Council on Physical Fitness and Sports (PCPFS) (1996). Physical Activity and Health – A Report of the Surgeon General.
- Rodríguez Martín G, Moreno Aznar L, Sarria Chueca A. Gasto energético en el niño y adolescente obesos. *Obesidad* [revista en Internet]. 2000 Noviembre [Acceso 11 de marzo de 2007].
- Rogers, D. M., B. L. Olson, *et ál.*, (1995). "Scaling for the VO₂- to body size relationship among children and adults." *Journal of Applied Physiology* 79: 958-967
- Rowland, T.W.(1990). *Exercise and Children's Health*. Champaign, I.L: Human Kinetics. .
- _____. (1985). Aerobic response to endurance training in prepubescent children: A critical analysis. *Med. Sci. Sports Exerc.* 17: 493-497. 1985
- Rowland, T.W, Staab, J., Unnithan, V, y Siconolfi, S. (1988). Maximal cardiac responses in prepubertal and adult male(abstract). *Med. Sci. Sports Exerc.* 20 (Suppl.): S32.
- Rowland, A. V., R. G. Eston, *et ál.*, (1997). "Measurement of physical activity in children with particular reference to use of heart rate and pedometry." *Sports Medicine* 24(4): 258-272.
- Sallis, J. F., J. J. Prochaska, y W. C. Taylor (2000). A review of correlates of physical activity of children and adolescents. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 32, No. 5, pp. 963-975.
- Sallis, J.F., Patrick, K., Long, B. J. (1994). Overview of the International Consensus Conference on Physical Activity Guidelines for Adolescents. *Pediatric Exercise Science.* 6: 299-301.
- Sothorn MS, Loftin M, Suskind RM, Udall JN, Blecker U (1999). The health benefits of physical activity in children and adolescents: implications for chronic disease prevention. *European Journal of Pediatrics.* 158: 271-274.
- The Cooper Institute for Aerobics Research. (1999). *FITNESSGRAM test administration manual*, Champaign, IL: Human Kinetics. The President's Council on Physical Fitness and Sports (PCPFS).
- Tanner JM, White RH, Healy MJ, *et ál.*, (1972). *Standards for Skeletal Age*. Centre International de L'Enfance. París.
- Tanner JM, Whitehouse RH, Marsahl WA, *et ál.*, (1975). *Assesment of skeletal Matutity and Prediction of Adult Height T.W. 2 Method*. Academic Press. New York.

- Turley, K. R., M. Rogers, *et ál.*, (1995). "Maximal treadmill versus cycle ergometry testing in children: differences, reliability, and variability of responses." Pediatr. Exerc. Sci. 7: 49-60.
- Turley, K. R. y J.-H. Wilmore (1997). "Cardiovascular response to treadmill and cycle ergometer exercise in children and adults." Journal of Applied Physiology 3: 948-957.
- Turley, K. R. y J. H. Wilmore (1997). "Cardiovascular responses to submaximal exercise in adolescence in 7- to 9-yr-old boys and girls." Medicine Science and Sports Exercise 29: 824-832
- US Department of Health and Human Services (USDHHS), Centers for Disease Control and Prevention (CDC), National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, and The President's Council on Physical Fitness and Sports (PCPFS) (1996). Physical Activity and Health – A Report of the Surgeon General.
- US Department of Health and Human Services (USDHHS), Office of the Assistance Secretary for Planning and Evaluation. Physical Activity Fundamental to Preventing Disease. June 20, 2002.
- USDHHS Physical Activity Fundamental to Preventing Disease. 2002.
- Wagner JA, Robinson S, Tzankoff SP, *et ál.*, (1972). Heat tolerance and acclimatization to work in the heat in relation to age. J Appl Physiol. 33:616–622
- Wilmore, J. K. y D. L. Costill (1994). Physiology of sport and exercise. Champaign, Ill, Human Kinetics.
- Wilmore JH, Costill DL (2004). Fisiología del ejercicio y del deporte. Barcelona: Ed. Paidotribo.
- Yucra (2001). Algunas consideraciones para la utilización de las baterías de test de la condición física. En: <http://www.efdeportes.com/>. Revista Digital Buenos Aires - Año 7 - N° 38 – Julio.
- The cooper institute Dallas. Fitnessgram/activitygram. Disponible en: www.cooperinst.org/ftgmain.asp.
- Activity and fitness assessment and personal physical activity management. Human Kinetics Publishers. 2007 Disponible en: www.fitnessgram.net.
- Council of Europe. Eurofit: personal fitness tests. Disponible en: www.coe.int/T/E/cultural_co-operation/Sport/Sport_for_all/Eurofit/.