Revista de Educación Física, (Rev Edu Fís / J Physical Edu) 2015, 32(4)

Article

Entrenamiento del Sistema Cardiorrespiratorio Durante la Infancia

Trainability of the Cardiorespiratory System During Childhood

Thomas W Rowland[1]

[1]*Departamento de Pediatría, Centro Médico Baystate Springfield, U.S.A.*

RESUMEN

Durante mucho tiempo se pensó que los niños tenían una menor capacidad de responder al entrenamiento de resistencia con incrementos en el máximo consumo de oxígeno, en comparación con las personas adultas. Sin embargo, los estudios que examinaron el entrenamiento de los niños tenían, en general, fallas metodológicas que limitan la certeza de dichas conclusiones acerca de las diferencias entre los adultos y los niños. La mayoría de los estudios con niños en los cuales se utilizó una adecuada intensidad, tipo y duración de entrenamiento han demostrado los mismos cambios cualitativos que se hubieran esperado en sujetos adultos. La información científica sugiere que los niños podrían necesitar una mayor intensidad de ejercicio que los adultos para activar las adaptaciones cardiovasculares al entrenamiento. Otros datos formulan interrogantes acerca de las diferencias en las influencias autónomas sobre el corazón y la función miocárdica en los niños, que podrían estar relacionadas con respuestas al entrenamiento en relación a la edad.

Palabras Clave: entrenamiento, capacidad aeróbica

ABSTRACT

Children have long been suspected of having a diminished capability of responding to endurance training with improvements of maximal oxygen uptake compared to adults. However, studies examining the trainability of children have been beset with methodologic flaws that have precluded firm conclusions about such adult/child differences. Most studies in children that have involved adequate intensity, type, and duration of training have demonstrated the same qualitative changes as would be expected from adult subjects. Some information suggests that children may need a greater exercise intensity than adults to trigger cardiovascular adaptations to training. Other data raise questions regarding differences in autonomic influences on the heart and myocardial function in children that could relate to age-dependent responses to training.

Keywords: training, aerobic capacity

La capacidad de responder en forma positiva a un "stress" provocado tiene su origen en el mismo poder de supervivencia de la máquina biológica del ser humano.

Cannon, en su clásico tratado "La Sabiduría del Cuerpo", en 1932, expresaba lo siguiente:

"*La lucha por la existencia ha sido en gran parte una lucha de los nervios y los músculos. Los organismos en los cuales las adaptaciones eran más rápidas y más perfectas, tenían ventajas sobre otros en los que estos ajustes eran más lentos. Las perfecciones funcionales tenían valor de supervivencia, y nosotros podíamos considerar los elaborados ajustes para movilizar las fuerzas corporales…como las consecuencias naturales de una selección natural. (p.11)*".

En la sociedad contemporánea, por supuesto, el desarrollo de la performance deportiva y la salud como resultado del entrenamiento físico han reemplazado, en gran medida, a la sola supervivencia como punto final para las respuestas al "stress" físico reiterado. Al menos en las personas adultas, estas adaptaciones son altamente predecibles (por ejemplo, el engrosamiento óseo directamente relacionado al "stress" con pesas), así como notablemente específicas (el entrenamiento de resistencia de los músculos en un determinado rango de movimiento mejorará la fuerza, fundamentalmente en dicho rango) (Fleck y Kraemer, 1987). También está claro que las adaptaciones tienen límites. Los niveles controlados de "stress" físico mejorará la función del organismo; el "stress" que excede los límites normales es contraproducente, y puede activar la ruptura de la integridad anatómica y de la función fisiológica.

En los adultos, el entrenamiento físico en actividades de resistencia como carrera de fondo, natación y ciclismo, produce una serie bien definida de cambios anatómicos, fisiológicos, y metabólicos, denominados en conjunto como el "efecto 'fitness'" (McArdle y cols., 1981). Si bien estas respuestas son predecibles, la explicación de las mismas sigue, en gran medida, siendo un tema oscuro. Se conoce poco acerca de los mecanismos que producen las alteraciones a partir del entrenamiento de resistencia, y si bien estas adaptaciones están asociadas con mejorías en la performance deportiva, no se ha llegado a explicar bien los mecanismos por los cuales se logran estos efectos – si en verdad hay una relación causal.

Un adulto previamente sedentario sometido a un programa regular de ejercicios de resistencia ("endurance") mostrará alteraciones de la función cardiovascular, efecto común a todos los Estudiantes de Fisiología del Ejercicio en su primer año de estudio. Con el ejercicio máximo, se aumenta (generalmente de un 5 a un 20%) el máximo consumo de oxígeno (potencia aeróbica máxima, VO_2máx.), lo que refleja tanto un mayor volumen minuto cardíaco, así como un mayor intercambio de O_2 y CO_2 a nivel arteriovenoso. Las mejorías en el volumen minuto máximo se producen exclusivamente por un mayor volumen sistólico, con poco cambio en la frecuencia cardíaca máxima. Con niveles submáximos de ejercicio, el consumo de oxígeno y el volumen minuto, por lo general, no cambian luego del entrenamiento, pero a una determinada intensidad de trabajo, la frecuencia cardíaca disminuye y el volumen sistólico aumenta (Rowell, 1986).

Estas respuestas son reguladas por ciertas variables claves. El aumento de la potencia aeróbica a partir del entrenamiento "endurance" depende de una adecuada intensidad, duración, y frecuencia del ejercicio (actividad continúa de los grandes grupos musculares, tres a cinco sesiones semanales durante 20 a 60 minutos, a una intensidad que eleve la frecuencia cardíaca entre 60 y 90% de su máximo) (Colegio Americano de Medicina del Deporte, 1990). Existe una correlación negativa entre los niveles iniciales de capacidad aeróbica y el grado de aumento del VO_2máx con el entrenamiento. Los adultos mayores podrían mostrar una menor respuesta cardiovascular al entrenamiento que los adultos más jóvenes.

Durante mucho tiempo inquietó saber a los Fisiólogos del Ejercicio si los niños prepúberes tenían capacidad de aumentar el máximo consumo de oxígeno, a partir del entrenamiento aeróbico, como las personas adultas. Una cierta cantidad de estudios realizados hace tiempo y revisados por Bar-Or (1989), sugirieron que antes de la edad de la pubertad hay muy poco o ningún cambio en el VO_2máx de los niños durante el entrenamiento físico. Katch (1983) sugirió que las respuestas hormonales que podían ser críticas para alterar la capacidad cardiovascular por el entrenamiento podrían ser "adormecidas" antes de la pubertad. Otros investigadores han propuesto que los elevados niveles innatos de actividad física diaria, desarrollada por los niños, crean un estado completo de entrenamiento, de manera que el hecho de realizar más ejercicio podría no mostrar un mayor incremento en la función cardiovascular (Hamilton y Andrew, 1976). Por cualquiera de estos mecanismos, es de esperar que la capacidad de entrenamiento mejore durante el período de la pubertad. Sin embargo, otros estudios han demostrado mejorías típicas en la potencia máxima de oxígeno en niños luego del entrenamiento (Rowland, 1985), dejando incierta la resolución del interrogante.

Es considerablemente importante para los Profesores de Educación Física, entrenadores, y Fisiólogos del Ejercicio, saber si los niños son en verdad "aeróbicamente entrenables". El rol del ejercicio en la rehabilitación de los niños con enfermedades cardíacas y pulmonares se fortalecería si pudieran documentarse los aumentos de la potencia aeróbica ante el entrenamiento de estos sujetos.

Los deportistas adultos monitorean los cambios en la función aeróbica para orientar su entrenamiento; los deportistas prepúberes de elite necesitan un asesoramiento similar para poder establecer programas seguros de entrenamiento. La utilización de la potencia aeróbica máxima como índice de los cambios en la capacidad física necesita ser esclarecida con el fin de evaluar y mejorar la misma en la población pediátrica. Finalmente, es sorprendente que los cambios fisiológicos normales en respuesta al ejercicio durante el período de crecimiento se parezcan tanto a los cambios del "efecto 'fitness'"

en respuesta al entrenamiento (Rowland, 1990). El hecho de comprender estos cambios podría brindar una perspectiva de los mecanismos que mejoran o perjudican la capacidad fisiológica en todas las edades.

La capacidad de entrenamiento aeróbico de los niños fue evaluada examinando: (a) la relación entre niveles de actividad física habitual y la máxima potencia aeróbica; (b) el perfil fisiológico de atletas prepúberes altamente entrenados en resistencia, en comparación con sus compañeros no deportistas; y (c) los efectos de los programas de entrenamiento sobre la función aeróbica en la población pediátrica.

Si los elevados niveles innatos de actividad de los niños fueran los responsables de elevar al máximo la función aeróbica, sería de esperar una estrecha relación entre el VO_2máx y la actividad diaria. Pero aún si existiera tal asociación, sería difícil concluir que la actividad desarrolló la capacidad, ya que lo opuesto – los niños más altamente entrenados serían más activos – también podría ser verdad. De cualquier manera, la asociación entre capacidad física y actividad diaria durante la infancia no parece ser elevada. En solo cuatro de siete trabajos en la literatura se observó una asociación o correlación positiva (Rowland, 1990). La evaluación de este tema fue desacreditada por la ausencia de medios confiables para registrar la actividad diaria.

Otro argumento en contra de la actividad diaria como estímulo para incrementar la capacidad aeróbica de los niños, es la observación que los niveles normales de actividad de los mismos no elevan la frecuencia cardíaca durante un período sostenido de tiempo, a niveles que se supone estimulan un aumento del VO_2máx , al menos en los adultos (Gilliam y cols., 1981). Por lo tanto, basados en estos datos, los niveles normales de actividad en la mayoría de los niños, probablemente, no sirven para elevar al máximo la función aeróbica.

Los estudios con niños deportistas de élite (corredores, nadadores, y ciclistas) demuestran que los atletas prepúberes de resistencia tienen una función aeróbica superior, en comparación con los no deportistas. Por ejemplo, en corredores de fondo varones prepúberes se observan valores normales de VO_2máx,, de 60 a 65ml.kg^{-1}min^{-1} en los no deportistas (Mayers y Gutin, 1979). Sin embargo, es imposible decir a partir de esta información, si la mayor capacidad aeróbica del niño deportista es resultado del entrenamiento o de la predisposición genética. Hasta el momento, no existe ninguna información que ayude a develar estas dos posibilidades.

Se ha notado que los deportistas adultos de élite, entrenados en resistencia, normalmente poseen un mayor VO_2máx, (70 a 80ml.kg^{-1}min^{-1}), en comparación con sus pares sedentarios de la misma edad, que los niños deportistas con respecto a sus pares sedentarios respectivos. Si bien esto podría indicar que los adultos tienen mayor capacidad de entrenamiento que los niños, también podría simplemente reflejar un mayor período de participación deportiva del atleta adulto.

La manera más directa de examinar la capacidad de entrenamiento aeróbico de los niños podría ser llevando a cabo un programa bien diseñado de ejercicios con una adecuada duración (al menos 12 semanas) y frecuencia (más de 3 sesiones semanales). El ejercicio debe ser aeróbico (carrera continua, natación, ciclismo, salto a la soga, juegos de piso, etc.), y realizado a una intensidad suficiente para generar una frecuencia cardíaca de al menos 160 a 170lat/min (controlada por buenos testeadores de frecuencia cardíaca a través del pulso, o por telemetría). El estudio debería incluir un gran número, tanto de varones como de mujeres, comprendiendo un amplio espectro de capacidades físicas de inicio, y debería ser mínimo el número de participantes que abandonen el programa. También, en el estudio, se debería incluir a un grupo cuidadosamente seleccionado de sujetos control, similares en la capacidad física de inicio. Antes y después del programa de entrenamiento se debería determinar el máximo consumo de oxígeno (VO_2máx) utilizando un protocolo de evaluación que imite a la actividad desarrollada (por ej., sobre cinta ergométrica para un programa de pedestrismo o caminata), y se debe delinear con claridad la definición de VO_2máx en la evaluación.

Desafortunadamente, aún no se ha llevado a cabo ningún estudio con estas características. Desde 1986, se han conducido al menos 31 estudios sobre el tema de la "entrenabilidad" aeróbica de los niños, con una gran variedad de tipos de ejercicio, duración, e intensidad. Muchos de ellos contaron con poca cantidad de sujetos, controles inapropiados o ausentes, e inadecuada documentación de la intensidad de ejercicio. Y debido a que el grado de desarrollo de la máxima potencia aeróbica a partir del entrenamiento valió entre estos estudios, no existe una clara respuesta acerca de la capacidad aeróbica de los niños o de los ingredientes esenciales para producir estos cambios.

Varios autores han revisado estos estudios e intentado elaborar conclusiones basados en ciertas calificaciones de los diseños de los programas. Rowland (1985) revisó en forma selectiva aquellos trabajos con niños en los cuales la frecuencia, duración, intensidad, y forma de ejercicio parecían ser adecuadas para mejorar la capacidad aeróbica en las personas adultas. De ocho de estos estudios, seis demostraron un aumento en el VO_2máx luego del entrenamiento, con un rango del 7 al 26%. Conociendo las fallas metodológicas anteriormente mencionadas, este trabajo de revisión sugirió que: (a) la capacidad aeróbica en los niños puede ser incrementada a través de programas de ejercicios de endurance apropiadamente diseñados; y (b) los criterios para la intensidad de los programas, duración, y frecuencia necesarios para mejorar la potencia aeróbica, se aplican de igual modo para niños y adultos.

Pate y Ward (1990) llevaron a cabo un análisis similar de los estudios de entrenamiento en niños enfocando en reportes en los cuales: (a) se incluyera un grupo control similar al grupo de estudio; (b) el protocolo de entrenamiento fuera fácilmente interpretado en relación a la frecuencia, duración, e intensidad de ejercicio; (c) se incluyeran mediciones fisiológicas; (d) se realizaran análisis estadísticos; y (e) los resultados fueran publicados en una revista científica. De los 12 estudios que conformaron este criterio, 8 presentaron un aumento en el VO_2máx entre 1.3 y 20.5% (media= 10%); valor consistente con el limite inferior de valores reportados en los programas de entrenamiento para adultos.

Otros científicos que revisaron los estudios de entrenamiento en la población pediátrica arribaron a conclusiones similares (Sady, 1986; Vaccaro y Mahon, 1987); por lo tanto, la mayoría de estos datos indican que los niños prepúberes muestran adaptaciones positivas al entrenamiento aeróbico, pero estas respuestas podrían ser cuantitativamente menores que en los adultos. Sin embargo, como Sady (1986) enfatizó, "no se pueden elaborar conclusiones definitivas con respecto a los efectos cardiorrespiratorios del entrenamiento físico en los niños, ya que se han llevado a cabo pocos estudios bien controlados que incluyeran variables cardiorrespiratorias importantes" (p.510).

Hubo dos estudios que no presentaron diferencias en el desarrollo de la capacidad aeróbica cuando sujetos pre y post-púberes participaron en el mismo programa de ejercicios. Eisenman y Golding (1975) reportaron un incremento en el VO_2máx de 17.6 a 16.1% en niñas de 12 a 13 años de edad y mujeres de 18 a 21, respectivamente, luego de 14 semanas de pedestrismo y de gimnasia con "steps" , tres veces por semana. Savage y cols. (1986) describieron iguales mejorías del 3 al 8% en el VO_2máx, tanto en niños prepúberes como en hombres, con un programa de 10 semanas de pedestrismo/caminata.

Es interesante notar que los estudios longitudinales en niños atletas durante el entrenamiento, por lo general, no han demostrado mejorías en el VO_2máx relativo al peso (Daniel y Oldridge, 1971). Esto concuerda con observaciones en los adultos que el grado de desarrollo de la capacidad aeróbica con el entrenamiento de "endurance" está inversamente relacionado con los niveles de capacidad física antes del entrenamiento.

Virtualmente no se posee información sobre la respuesta de los componentes del sistema de transporte de oxígeno al entrenamiento en los niños. En varios de los estudios de entrenamiento con la población pediátrica se ha observado una disminución en la frecuencia cardíaca submáxima. Ericsson (1972) observó un aumento del 20% en el volumen sistólico pico de un grupo de niños prepúberes, luego de 4 meses de ejercicio aeróbico regular.

Para resumir, los estudios que examinan la capacidad de entrenamiento aeróbico en los niños son imperfectos, pero sus resultados sugieren que los sujetos prepúberes se adaptan en forma predecible al ejercicio aeróbico con mejorías en el VO_2máx . Algunos datos sugieren que este desarrollo de la capacidad aeróbica es cuantitativamente menor que el observado en adultos jóvenes. Estudios diseñados y controlados en forma más cuidadosa deberían brindar una mejor respuesta a la pregunta de la "entrenabilidad" de los niños, y métodos no invasivos de medición mas desarrollados de la función cardiovascular, tales como la ecocardiografía o la bioimpedancia, podrían brindar una perspectiva de los mecanismos responsables de las respuestas al entrenamiento de acuerdo a la edad.

Si es verdad que los niños están cuantitativamente limitados en sus respuestas cardiovasculares al entrenamiento aeróbico, cuáles podrían ser los mecanismos responsables? Algunos datos sugieren que los niños podrían requerir una mayor intensidad de ejercicio para desarrollar las adaptaciones cardiovasculares, en comparación con los adultos. Otros datos reportan diferencias en la función autónoma y en la función miocárdica durante el ejercicio, en niños y adultos, que podrían estar relacionadas a las respuestas al ejercicio.

De todos los factores necesarios para producir mejorías en la función aeróbica con el entrenamiento, en adultos, la intensidad del ejercicio es uno de los más importantes. La frecuencia cardíaca, la variable tradicional para marcar la intensidad, debe estar entre el 60 y el 90% de la máxima frecuencia cardíaca máxima teórica, o entre el 50 y el 85% de la reserva de frecuencia cardíaca (diferencia entre la frecuencia máxima y el reposo, más la frecuencia en reposo). No se sabe si para los niños, estos umbrales son los adecuados. Massicotte y McNab (1974) observaron que era necesaria una frecuencia cardíaca de 170 a 180 latidos/minuto para aumentar el VO_2máx en niños de 11 a 13 años, durante un programa de entrenamiento en ciclismo de 6 semanas.

Las claves para pensar que los niños podrían requerir mayores frecuencias cardíacas que los adultos para mejorar la capacidad aeróbica provienen de la consideración de las diferencias relacionadas con la edad en relación al umbral aeróbico (UA). El UA representa el comienzo de un aumento acelerado de lactato sanguíneo durante un test de ejercicio progresivo, y podría señalar el punto, a partir del cual el aporte de ejercicio resulta inadecuado para el músculo activo. Por lo tanto, se ha utilizado a la intensidad de ejercicio a nivel del UA, como un marcador de lo que es necesario para mejorar la potencia aeróbica.

Las investigaciones con niños demuestran que el UA en sujetos prepúberes (medido en forma no invasiva, por linearidad en las curvas de la ventilación y del consumo de oxígeno, durante una evaluación progresiva) se produce a una frecuencia

cardíaca de aproximadamente 165 a 170 latidos/minuto (Rowland y Green, 1989; Washington y cols., 1988). Esto equivale al 85% de la frecuencia cardíaca máxima o al 75% de la reserva de frecuencia cardíaca, en el elevado rango de valores determinados a partir de fórmulas, utilizadas en los estudios con adultos previamente mencionados. Esto sugiere que los estudios en los cuales los niños no pudieron mejorar la potencia aeróbica, ya sea en forma cuantitativa o cualitativa, en comparación con los adultos, podrían no haber trabajado con la suficiente intensidad de esfuerzo.

Los activadores y mecanismos fisiológicos para las adaptaciones aeróbicas al entrenamiento en las personas adultas no se conocen completamente. El máximo consumo de oxígeno se mejora a través de la combinación de un mayor volumen sistólico y extracción periférica de oxígeno, mientras que las respuestas submáximas involucran una disminución del tono simpático y un aumento de la actividad parasimpático (Rowell, 1986). En ambas adaptaciones, existe la evidencia que los niños difieren de los adultos, pero aún se especula acerca de cómo podrían traducirse estas diferencias en respuestas más leves con el entrenamiento aeróbico.

La capacidad de los niños de aumentar el volumen sistólico con ejercicio agudo parece estar disminuida en comparación con la de los adultos. A cualquier nivel de consumo absoluto de oxígeno, los adultos poseen un mayor volumen sistólico que los niños (Godfrey, 1974), y el cociente entre el volumen sistólico máximo y en reposo es menor en sujetos prepúberes (Rowland y cols., 1988). Aún es incierto el rol de las diferencias relacionadas con la edad en la pre-cardíaca y la influencia de las hormonas en la pubertad (testosterona) como limitante de la performance miocárdica durante el ejercicio (Rowland, 1990). Un factor determinante más probable de la depresión de la respuesta del volumen sistólico al ejercicio, es el menor estímulo simpático cardíaco en los niños prepúberes. Durante el test en cinta ergométrica, los niveles máximos de norepinefrina (como un indicador de la actividad nerviosa simpática) en los niños, podría ser hasta un 30% menor que en los adultos (Berg y Keul, 1988).

Nuevamente, es problemático como estas diferencias relacionadas con la edad en la función simpática podrían reflejarse en variaciones en la respuesta al entrenamiento aeróbico – si tales variaciones realmente ocurren. Los niños responden de manera diferente que los adultos a las series agudas de ejercicio, y aún no está claro si estas características de los sujetos prepúberes están reflejadas en diferencias en las adaptaciones cardiovasculares al "stress" reiterado de ejercicio. El gran cúmulo de información científica sugiere que los niños son aeróbicamente "entrenables" , a pesar de que la intensidad del ejercicio, necesariamente, debería ser mayor en los sujetos más jóvenes. Cualquier disminución en la capacidad para mejorar la función cardiovascular con el entrenamiento podría estar asociada con una menor función miocárdica con el ejercicio, en comparación con las personas adultas. Por otro lado, este hecho podría estar relacionado con menores niveles de actividad cardíaca simpática en los niños prepúberes.

REFERENCIAS

1. American College of Sports Medicine (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*
2. Bar-Or. O (1989). Trainability of the prepubescent child. *Phys. Sportsmed. 17: 65-81*
3. Berg, A. and 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*
4. Cannon, W.B (1932). The Wisdom of the Body. *New York: WW. Norton*
5. Daniels, J.. and Oldridge, N (1971). Changes in oxygen consumption in young boys during growth and running training. *Med. Sci. Sports 3: 161-165*
6. Eisenman, P.A., and Golding, L.A (1975). Comparison of effects of training VO₂máx in girls and young women. *Med. Sci. Sports 7: 136-138*
7. Erikson, B. O (1972). Physical training, oxygen supply, and muscle metabolism in 11-13-year-old boys. *Acta Physiol. Scand. Suppl. 384:1-48*
8. Fleck, S.J., and Kraemer, W.J (1987). Designing Resistance Training Programs. *Champaign, IL: Human Kinetics*
9. Gilliam, T. B. , Freedson, P.S., Geenan, D.L. and Shahraray, B (1981). Physical activity patterns determined by heart rate monitoring in 6-7-year-old children. *Med. Sci. Sports Excerc. 13: 65-67*
10. Godfrey, S (1974). Exercise Testing in Children. *London: W.B. Saunders*
11. Hamilton, P., and Andrew, G.M (1976). Influence of growth and athletic training of heart and lung function. *J.Appl. Physiol. 36:27-38*
12. Katch, V.L (1983). Physical conditioning of children. *J. Adol. Health Care 3: 241-246*
13. Massicone, D.R., and MacNab, R.B.J (1974). Cardiorespiratory adaptations to training at specified intensities in children. *Med. Sci. Sports Exerc. 6: 242-246*
14. McArdle, W.D., Katch, F.I., and Katch, V.L (1981). Exercise Physiology, Energy Nutrition, and Human Performance. *Philadelphia: Lea & Febiger*
15. Mayers, N., and Gutin, B (1979). Physiologic characteristics of elite prepubertal cross country runners. *Med. Sci. Sports Exerc. 11:*

172-176
16. Pate, R.R., and Ward, D.S (1990). Endurance exercise trainability in children and youth. *In: W.A. Grana, J.A. Lombardo, B.J. Sharkey, and J.A. Stone Eds. Adv. in Sports Med. and Fitness. Vol. 3, pp. 37-55. Chicago: Yearbook Med. Publ*
17. Rowell, L.B (1986). Human Circulation. *Regulation During Physical Stress. New York: Oxford University Press*
18. Rowland, T.W (1985). Aerobic response to endurance training in prepubescent children: A critical analysis. *Med. Sci. Sports Exerc. 17: 493-497*
19. Rowland, T.W (1990). Exercise and Children□s Health. *Champaign, I.L: Human Kinetics*
20. Rowland, T.W., Staab, J., Unnithan, V., and Siconolfi, S (1988). Maximal cardiac responses in prepubertal and adult male(abstract). *Med. Sci. Sports Exerc. 20 (Suppl.): S32.*
21. Sady, S.P (1986). Cardiorespiratory exercise training in children. *Clin. Sports Med. 5: 493-514*
22. Savage, M.P., Petratis, M.M., Thomson, W.H., Berg, K., Smith, J.L., and Sady, S.P (1986). Exercise training effects on serum lipids of prepubescent boys and adult men. *Med. Sci. Sports Exerc. 18: 197-204*
23. Vaccaro, P., and Mahon, A (1987). Cardiorespiratory responses to endurance training in children. *Sports Med. 4: 352-363*
24. Washington, R.L., van Gundy, J.C., Cohen, C., Sondheimer, H.M., and Wolfe, R.R (1988). Normal aerobic and anaerobic exercise data for North America school-age children. *J. Pediatr. 112: 223-233*