

Repercusión cardiorrespiratoria del ejercicio físico en niños

S. Jaraba Caballero, J.L. Pérez Navero, I. Ibarra de la Rosa, M. Guillén del Castillo, M^a.P. Jaraba Caballero, C. Montero Schiemann, A. Romanos Lezcano

Resumen. *Objetivo:* Estudio prospectivo de los efectos sobre el rendimiento físico y la repercusión cardiorrespiratoria de la actividad físico-competitiva en niños.

Material y métodos: Se seleccionaron niños de 6 y 7 años pertenecientes a un colegio público (CP) y una escuela deportiva (ED), excluyendo aquellos que se alejaron más de una desviación estándar del P50 en los valores antropométricos. El grupo de estudio quedó formado por 74 niños: 41 del CP y 33 de la ED. Se sometieron a tres pruebas físico-competitivas, elaborándose un score global de rendimiento. Tanto en situación basal como postesfuerzo, se realizó valoración hemodinámica (frecuencia cardíaca (FC), tensión arterial sistólica, media y diastólica (TAS, TAM, TAD)) y respiratoria (frecuencia respiratoria (FR), saturación arterial de oxígeno (SatO₂), capacidad vital forzada (FVC), flujo espiratorio máximo (PEF), volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV₁) y cociente FEV₁/FVC).

Resultados: Se comprobó un rendimiento físico superior (p<0.001) en el grupo de la ED. La FC basal y postesfuerzo fue significativamente menor en los niños de la ED. La comparación basal/postesfuerzo mostró un aumento significativo de TAS, TAM, TAD y FC en el CP, mientras que en la ED no hubo diferencias en la TAS. Los niños de la ED tuvieron FR significativamente menor y mejor SatO₂ en situación basal. La comparación basal/postesfuerzo mostró aumento del PEF en el CP y disminución de la SatO₂ en la ED.

Conclusiones: Ante la aparente ausencia de efectos adversos y el beneficio sobre la función cardiorrespiratoria, consideramos que es aconsejable un incremento controlado de la actividad física en el niño.

An Esp Pediatr 1999;50:367-372.

Palabras clave: Ejercicio físico; Actividad competitiva; Deporte; Repercusión cardiorrespiratoria; Niños.

EFFECTS OF COMPETITIVE SPORTS ON THE CARDIORESPIRATORY SYSTEM IN CHILDREN

Abstract. *Objective:* Our aim was to perform a prospective study to evaluate the effects of competitive sports on the cardiorespiratory system and physical performance in children.

Patients and methods: Male children aged 6 and 7 years were selected from a public school (PS) and from a soccer sports school (SS).

Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Servicio de Críticos y Urgencias Pediátricas. Departamento de Pediatría. Hospital Universitario Reina Sofía. Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Córdoba.

Correspondencia: Juan Luis Pérez Navero. Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Servicio de Críticos y Urgencias Pediátricas. Departamento de Pediatría. Hospital universitario Reina Sofía. C/ Menéndez Pidal s/n. 14004. Córdoba.

Recibido: Septiembre 1998

Aceptado: Enero 1999

They underwent anthropometrical measurement. Those boys who were further than one standard deviation from the 50th percentile were excluded from the study. A total of 74 boys were selected with 41 being from the PS and 33 from the SS. Three different physical competitive activities were performed by the children. Hemodynamic measurements [heart rate (HR), systolic, mean and diastolic blood pressure (SBP, MBP and DBP)] and respiratory measurements [respiratory rate (RR), arterial oxygen saturation (SatO₂), peak expiratory flow (PEF), forced expiratory volume in one second (FEV₁), forced vital capacity (FVC), and the FEV₁/FVC relationship] were taken before and after the physical activity.

Results: Overall we found a significantly higher physical performance in the SS group (p < 0.001). The HR before and after exercise was significantly lower in the SS group. The comparison between constants before and after physical activity in each group showed a significant increase in HR, SBP, MBP and DBP in the PS group, but there was no difference between the SBP before and after physical activity in the SS group. The SS group had a significantly lower RR and better SatO₂ in the basal measurement. The relationship between constants before and after physical activity showed a rise in the PEF in the PS group and a decrease in the SatO₂ in the SS group.

Conclusions: We recommend controlled physical competitive activity in children because of its benefits on cardiorespiratory function and the absence of adverse effects.

Key words: Physical activity. Competitive activity. Sports. Cardiorespiratory repercussion. Children.

Introducción

El impacto de la actividad física sobre el crecimiento y desarrollo infantiles ha sido motivo de estudio por numerosos autores⁽¹⁻³⁾. Aunque existe controversia respecto a la iniciación precoz del niño en el deporte competitivo⁽⁴⁻⁸⁾, consideramos que el entrenamiento y la actividad físico-competitiva controlada a edades tempranas podrían tener efectos beneficiosos sobre el rendimiento físico de los niños y sobre su sistema cardiorrespiratorio.

Para valorar esta posibilidad, se estudiaron dos grupos de niños sometidos a distintos programas de educación deportiva, evaluando su situación hemodinámica y función respiratoria basal y comparando el rendimiento físico y su capacidad de adaptación al esfuerzo, a través de la realización de una serie de pruebas físico-competitivas.

Material y métodos

Durante un período de un año se ha desarrollado un estudio prospectivo y controlado, que ha incluido a 109 niños de 6 y 7 años de edad seleccionados de dos centros educativos dife-

Tabla I Resultados del análisis de correlación de variables antropométricas y rendimiento en las pruebas físico-deportivas en ambos grupos

		Peso	Talla	PT	PB	PS
Balón medicinal	r	0,51	0,38	0,41	0,42	-0,13
	P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	N.S.
Salto de longitud	r	0,14	0,34	-0,02	-0,06	-0,18
	P	N.S.	<0,01	N.S.	N.S.	N.S.
Carrera	r	0,13	0,26	-0,01	-0,15	-0,05
	P	N.S.	<0,05	N.S.	N.S.	N.S.
"Score" global	r	0,18	0,12	0,17	0,06	-0,002
	P	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

PT: perímetro torácico; PB: perímetro braquial; PS: pliegue subescapular.

rentes: un colegio público (CP) con régimen habitual de actividad física (dos horas semanales) y una escuela deportiva de fútbol (ED) con actividad complementaria de tres horas semanales. Se realizó exploración física y valoración antropométrica, incluyendo peso, talla, perímetro craneal (PC), perímetro torácico (PT), perímetro braquial (PB) y pliegue subescapular. Para las mediciones se utilizó una báscula clínica con tallímetro (Año Sayol S.A. Barcelona. Modelo Atlántida), cinta métrica inextensible y pinza calibradora Holtain LTD. Crymych. Se consideraron criterios de exclusión cualquier defecto físico y/o patología orgánica, detectados a través de la anamnesis y/o la exploración clínica, que pudieran influir en los resultados. De igual forma, se excluyeron los niños que se alejaron más de una desviación estándar del P₅₀ en peso, talla y/o PT, tomando como referencia las tablas de crecimiento de Hernández y cols⁽⁹⁾. Esto supuso la exclusión de 35 niños, quedando el grupo de estudio formado por 74 niños: 41 del CP (23 de 6 años y 18 de 7) y 33 de la ED (15 de 6 años y 18 de 7).

Se realizó una valoración hemodinámica y respiratoria tanto en situación basal, 15 minutos antes de iniciar el ejercicio físico, como inmediatamente tras el esfuerzo, que incluyó: frecuencia cardíaca (FC) y tensión arterial sistólica, media y diastólica (TAS, TAM y TAD), obtenida con monitor 8100T Critikon-Dinamap Vital, aceptando como valor final la media aritmética de tres mediciones consecutivas; utilizando un espirómetro Escort de Vitalograph LTD, se determinaron capacidad vital forzada (FVC), flujo espiratorio máximo (PEF), volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV₁) y cociente FEV₁/FVC. Previamente los niños fueron instruidos en el manejo del espirómetro, obteniendo una colaboración adecuada de todos ellos. Los datos espirométricos anotados fueron los mejores de tres pruebas respiratorias realizadas a cada niño. Se registró la frecuencia respiratoria (FR) y se estimó la saturación arterial de oxígeno (SatO₂) mediante pulsioximetría, con pulsioxímetro Ohmeda-Biox 3700L.

La actividad físico-competitiva consistió en tres pruebas físicas realizadas por la mañana y en su propio centro educativo: lanzamiento de balón medicinal de 2 kg, salto de longitud a pies juntos y carrera (150 m para los niños de 6 años y 200 m para los de 7), precedidas de 10 y 15 minutos de "calentamiento". Para evaluar el rendimiento global en las pruebas se elaboró un *score* asignando 100 al mejor resultado en cada ejercicio para cada grupo de edad. La puntuación por prueba de cada niño se obtuvo hallando el valor proporcional respecto al mejor valor. El *score* final se calculó sumando los valores parciales del lanzamiento y el salto de longitud, y restándole el valor calculado para la carrera (ya que el asignar 100 al mejor resultado, implica una puntuación mayor para todos los niños con tiempos superiores). Al número obtenido se le añadió el valor de 100 para evitar resultados negativos.

El estudio estadístico se realizó aplicando el paquete estadístico R-Sigma^R. El nivel de significación admitido fue $p < 0,05$. El ajuste de las variables a la normal se comprobó mediante el test de Kolmogorov-Smirnov. La comparación de resultados se llevó a cabo mediante la aplicación del test "t" de Student para muestras independientes (en las comparaciones intergrupos) y apareadas (en las comparaciones intragrupo), y el test exacto de Fisher. Por último, se obtuvieron las matrices de correlación lineal entre variables cuantitativas, con el cálculo del coeficiente "r" de Pearson. Los resultados se expresaron como media error estándar de la media.

El Comité de Investigación y Ética de nuestro hospital aprobó el trabajo de investigación. De igual forma, se obtuvo el consentimiento informado de los padres de los niños.

Resultados

Dados los criterios de selección de la muestra, no se encontraron diferencias significativas en cuanto a peso, talla, PC, PT, PB y pliegue subescapular entre los niños del CP y la ED, ni tomados en su conjunto ni desglosados por edad.

a) Resultados de las pruebas físico-competitivas:

No existieron diferencias significativas en la distribución de niños en función de la edad y el grupo educativo ($p: 0,25$).

Con el *score* global se comprobó que los niños de la ED tuvieron un rendimiento físico significativamente superior a los del CP ($89,90 \pm 6,25$ vs $69,11 \pm 4,87$; $p < 0,001$). Igualmente, la distribución de los niños en función de que su *score* fuera superior al valor medio de su grupo de edad fue: 13 niños (32%) del CP y 24 (73%) de la ED, con $p < 0,001$ en el test exacto de Fisher.

El lanzamiento de balón se correlacionó positivamente con peso, talla, PT y PB, mientras que el salto y la carrera sólo se correlacionaron con la talla. El *score* de rendimiento no mostró correlación con ninguno de los parámetros antropométricos (Tabla I). Los niños del CP mantuvieron las mismas correlaciones que el global, mientras que en la ED desaparecieron las correlaciones de la talla con el lanzamiento y el salto y la del PB con el lanzamiento.

Tabla II Resultado del estudio hemodinámico basal y postesfuerzo en los niños del C.P. y E.D. y su comparación estadística

	Basal			Postesfuerzo		
	Colegio media ± ESM	Escuela media ± ESM	p	Colegio media ± ESM	Escuela media ± ESM	p
TAS (mmHg)	109,22 ± 1,71	106 ± 1,59	N.S.	121,11 ± 2,22	114,78 ± 4,17	N.S.
TAM (mmHg)	74,15 ± 1,39	71,15 ± 1,77	N.S.	83,41 ± 1,63	79,29 ± 2,70	N.S.
TAD (mmHg)	56,61 ± 1,50	53,72 ± 2,19	N.S.	64,56 ± 1,70	61,64 ± 2,64	N.S.
FC (l/min)	95,92 ± 2,53	86,03 ± 2,10	< 0,01	115,26 ± 2,18	106,88 ± 3,01	< 0,05

TAS: tensión arterial sistólica; TAM: tensión arterial media; TAD: tensión arterial diastólica;
FC: frecuencia cardiaca.

Tabla III Resultado del estudio hemodinámico en los niños del CP y ED, en situación basal y postesfuerzo, y su comparación estadística

	Colegio público			Escuela deportiva		
	Basal media ± ESM	Postesfuerzo media ± ESM	p	Basal media ± ESM	Postesfuerzo media ± ESM	p
TAS (mmHg)	109,22 ± 1,71	121,11 ± 2,22	< 0,001	106 ± 1,59	114,78 ± 4,17	N.S.
TAM (mmHg)	74,15 ± 1,39	83,41 ± 1,63	< 0,001	71,75 ± 1,77	79,29 ± 2,70	< 0,01
TAD (mmHg)	56,61 ± 1,50	64,56 ± 1,70	< 0,001	53,72 ± 2,19	61,64 ± 2,64	< 0,01
FC (l/min)	95,92 ± 2,53	115,26 ± 2,18	< 0,001	86,03 ± 2,10	106,88 ± 3,01	< 0,001

TAS: tensión arterial sistólica; TAM: tensión arterial media; TAD: tensión arterial diastólica;
FC: frecuencia cardiaca.

b) Resultados del estudio hemodinámico:

Los resultados del estudio hemodinámico basal mostraron una FC significativamente menor en los niños de la ED ($p < 0,01$) y unas cifras de tensión arterial también más bajas, aunque estas últimas diferencias no fueron significativas. Los resultados postesfuerzo fueron superponibles: una FC significativamente inferior ($p < 0,05$) y menores valores de tensión arterial (sin significación estadística), en los niños de la E.D. (Tabla II).

La comparación basal/postesfuerzo dentro de cada grupo educativo mostró un incremento significativo de TAS, TAM, TAD y FC en los niños del C.P. ($p < 0,001$). Sin embargo, en el grupo de la ED no hubo diferencias significativas en la TAS pre y postesfuerzo, manteniéndose el incremento postesfuerzo de TAM, TAD y FC (tabla III).

c) Resultados del estudio de la función respiratoria:

En situación basal los niños de la E.D. mostraron una menor FR ($p < 0,01$) y mejor SatO_2 ($p < 0,05$) que los del CP. Estas diferencias se mantuvieron tras la realización de las pruebas físicas, aunque sin significación estadística (Tabla IV).

La comparación basal/postesfuerzo dentro de cada uno de los grupos educativos, evidenció un incremento significativo de la FR en ambos ($p < 0,001$), con aumento del PEF en los niños del CP y disminución de la SatO_2 en la ED (Tabla V).

El estudio de correlación del PT y las determinaciones respiratorias no mostró coeficientes de correlación significativos con ninguno de los parámetros respiratorios medidos: SatO_2 : 0,12; FR 0,01; FCV: 0,11; FEV_1 : 0,02; PEF: 0,11; y FEV_1/FVC : -0,14.

d) Análisis de correlación de las pruebas físicas y las variaciones hemodinámicas y respiratorias:

No se encontró correlación significativa del rendimiento en las pruebas físicas y el incremento o decremento en las variables hemodinámicas y respiratorias, excepto en la elevación del PEF (Tabla VI).

Discusión

Existen diversas opiniones en cuanto a la iniciación temprana de los niños en el deporte^(1-8,10). Algunos autores argumentan que por la inmadurez física y psicológica a estas edades, puede tener efectos perjudiciales⁽²⁾; mientras otros opinan que previene el sedentarismo e instaura un estilo de vida sano desde la infancia^(5,7,8). De todas formas, estas diferencias se reducen si se excluye el deporte de alta competición en la infancia, y sólo se considera el ejercicio moderado y controlado, que es al que nos vamos a referir. Con el objetivo de intentar valorar el impacto de la actividad físico-competitiva controlada en niños de corta edad

Tabla IV Resultado del estudio respiratorio basal y postesfuerzo en niños del CP y ED y su comparación estadística

	Basal			Postesfuerzo		
	Colegio media ± ESM	Escuela media ± ESM	p	Colegio media ± ESM	Escuela media ± ESM	p
SatO ₂ (%)	95,72 ± 0,50	97,36 ± 0,39	< 0,05	95,27 ± 0,52	96,21 ± 0,45	N.S.
FR (r/min)	23,22 ± 0,47	21,48 ± 0,38	< 0,01	31,93 ± 0,78	30,60 ± 0,68	N.S.
FVC (ml)	1,76 ± 0,07	1,72 ± 0,04	N.S.	1,87 ± 0,07	1,73 ± 0,05	N.S.
FEV ₁ (ml)	1,47 ± 0,06	1,52 ± 0,04	N.S.	1,52 ± 0,04	1,49 ± 0,04	N.S.
PEF (l/s)	180,73 ± 6,83	191,33 ± 7,11	N.S.	194,51 ± 8,48	201,48 ± 6,68	N.S.
FEV ₁ /FVC(%)	84,94 ± 2,41	89,75 ± 1,69	N.S.	83,69 ± 2,28	87,00 ± 1,69	N.S.

SatO₂: saturación arterial de oxígeno; FR: frecuencia respiratoria; FVC: capacidad vital forzada;
FEV₁: volumen espiratorio forzado en el primer segundo; PEF: flujo espiratorio máximo.

Tabla V Resultado del estudio respiratorio en niños del CP y ED, en situación basal y postesfuerzo, y su comparación estadística

	Colegio público			Escuela deportiva		
	Basal media ± ESM	Postesfuerzo media ± ESM	p	Basal media ± ESM	Postesfuerzo media ± ESM	p
SatO ₂ (%)	95,72 ± 0,50	95,27 ± 0,52	N.S.	97,36 ± 0,39	96,21 ± 0,45	< 0,05
Fr (r/min)	23,22 ± 0,47	31,93 ± 0,78	< 0,001	21,48 ± 0,38	30,60 ± 0,68	< 0,001
FVC (ml)	1,76 ± 0,07	1,87 ± 0,07	N.S.	1,72 ± 0,04	1,73 ± 0,05	N.S.
FEV ₁ (ml)	1,47 ± 0,06	1,52 ± 0,04	N.S.	1,52 ± 0,04	1,49 ± 0,011	N.S.
PEF (l/s)	180,73 ± 6,83	194,51 ± 8,48	< 0,01	191,33 ± 7,11	201,48 ± 6,68	N.S.
FEV ₁ /FVC(%)	84,94 ± 2,41	83,69 ± 2,28	N.S.	89,75 ± 1,69	87,00 ± 1,69	N.S.

SatO₂: saturación arterial de oxígeno; FR: frecuencia respiratoria; FVC: capacidad vital forzada;
FEV₁: volumen espiratorio forzado en el primer segundo; PEF: flujo espiratorio máximo.

(6 y 7 años), se eligieron 2 colectivos de niños con diferentes programas de educación deportiva. Para evitar que las posibles diferencias morfológicas pudieran sesgar los resultados, se establecieron criterios de selección basados en las determinaciones antropométricas que más influyen en el ejercicio en el niño^(11,12): peso, talla, PC, PT, PB y pliegue subescapular.

En consonancia con los datos bibliográficos^(3,13), y bajo las indicaciones y supervisión de la Facultad de Ciencias de la Educación de nuestra Universidad, se diseñó un programa de pruebas físico-competitivas. Su realización fue precedida de un período de puesta a punto o calentamiento, especialmente interesante en el niño, ya que facilita una mayor adaptación física y psicológica ante la actuación competitiva⁽¹⁴⁾.

En el **rendimiento en las pruebas físicas**, los niños de la ED mostraron mejor resultado global con diferencias altamente significativas, lo que indica que su entrenamiento es eficaz en cuanto a la mejora del rendimiento físico. De hecho, mientras más del 70% de los niños de ED tuvieron resultados superiores a la media de su grupo, tan sólo el 32% de los niños de CP superaron ese valor ($p < 0,001$).

El estudio de correlación lineal de las variables antropométricas y los resultados de las pruebas físicas, mostró una correlación positiva simple del lanzamiento del balón y las diferentes medidas antropométricas. Sin embargo, el salto y la carrera sólo se correlacionaron significativamente con la talla, probablemente en relación con la amplitud de zancada. Los niños del CP mantuvieron las mismas correlaciones que la serie global, mientras que en los de la ED desaparecieron estas correlaciones, probablemente porque en estos últimos el rendimiento estuvo más relacionado con el entrenamiento previo que con las características somatométricas. Tampoco el *score* de evaluación global mostró correlación con ninguno de los parámetros antropométricos, apoyando los trabajos que afirman que en el niño las características somatofísicas no influirían en su rendimiento deportivo⁽¹⁴⁾. No obstante, este extremo puede no ser valorable dado que los criterios de selección de la muestra permitieron incluir niños con características antropométricas muy próximas a la media.

Al evaluar la **función cardiovascular** se ha de tener en cuenta que el aporte de oxígeno a los tejidos (T_pO₂) está en relación

Tabla VI Correlaciones del "score" de rendimiento físico y las variaciones, sobre los niveles basales, en las distintas variables analizadas

Variaciones en	r	p	Variaciones en	r	p
FC (l/min)	0,17	N.S.	SatO ₂ (%)	0,14	N.S.
TAS (mmHg)	0,04	N.S.	Fr (r/min)	-0,09	N.S.
TAM (mmHg)	-0,05	N.S.	FCV (ml)	0,05	N.S.
TAD (mmHg)	-0,11	N.S.	FEV ₁ (ml)	0,005	N.S.
			PEF (l/s)	0,25	< 0,05
			FEV ₁ /FCV	-0,05	N.S.

TAS: tensión arterial sistólica; TAM: tensión arterial media; TAD: tensión arterial diastólica; FC: frecuencia cardiaca; SatO₂: saturación arterial de oxígeno; FR: frecuencia respiratoria; FVC: capacidad vital forzada; FEV₁: volumen espiratorio forzado en el primer segundo; PEF: flujo espiratorio máximo.

directa con el gasto cardíaco y el contenido arterial de O₂. Dado que el contenido arterial de oxígeno no aumenta prácticamente con el ejercicio, el incremento del consumo de oxígeno que acompaña a la actividad física debe compensarse con una mayor extracción de O₂ por los tejidos y con un incremento en el gasto cardíaco⁽¹⁶⁾.

El gasto cardíaco está relacionado con la frecuencia y el volumen de eyección sistólico. En el individuo entrenado existe un predominio vagal y por tanto una FC basal inferior, alcanzando tras el ejercicio igual FC que el individuo sedentario. Además, el volumen sistólico de eyección es proporcionalmente mayor en reposo en el deportista y, tras un esfuerzo, éste llegará a valores absolutos más altos que en el sedentario. Todo ello condiciona mayores incrementos del gasto cardíaco, ante un estímulo similar, en los individuos sometidos a entrenamiento previo⁽¹⁶⁻¹⁸⁾.

Los resultados de nuestro estudio coinciden con estas tesis, ya que al comparar los resultados hemodinámicos basales y postesfuerzo en los dos grupos educativos, encontramos una FC basal y postesfuerzo significativamente menor en los niños de la ED. Aunque concuerda con la mayoría de los autores^(8,16,17,19), no deja de resultar sorprendente cómo en edades tan tempranas los efectos saludables del deporte sobre la función cardíaca pueden empezar a hacerse evidentes.

También la comparación de los valores basales y postesfuerzo, mostró diferencias entre CP y ED. Así, mientras que en el C.P. se incrementaron significativamente tras el esfuerzo TAS, TAM, TAD, y FC, en los niños de la ED la TAS no se modificó significativamente, aunque sí lo hicieron el resto de parámetros. Estos resultados indican que la TAS está relacionada con el nivel de actividad física⁽¹⁹⁾. Probablemente los niños entrenados están más adaptados al ejercicio y la TAS depende más de la precarga (volumen diastólico final) que de la postcarga (resistencias vasculares). En los deportistas existiría menor resis-

tencia vascular periférica, menores cambios en la impedancia aórtica y mayor elasticidad de los vasos sanguíneos⁽¹⁷⁾.

Al valorar **la función respiratoria**, observamos una FR significativamente menor y una mejor SatO₂ en los niños de la ED en situación basal. El ajuste respiratorio frente a la actividad física consiste fundamentalmente en un aumento de la ventilación (volumen minuto)^(20,21). Teniendo en cuenta que en situación ideal el aumento de la ventilación se hace a expensas del volumen corriente más que de la FR, el hallazgo de menores FR en los niños de la ED sugiere una mejor adaptación de éstos a la actividad física, manteniendo incluso mejores SatO₂.

El hecho de que estas diferencias desaparecieran postesfuerzo puede explicarse por la existencia de un distinto *umbral ventilatorio* o punto en el que la relación lineal entre el volumen ventilatorio minuto y el consumo de oxígeno desaparece. A partir de ese punto se incrementa considerablemente la FR, probablemente en relación a una acidosis metabólica⁽²¹⁾. La ausencia de significación estadística en nuestra serie podría deberse a que el ejercicio no fue suficientemente intenso como para provocar en todos ellos la entrada en la fase anaeróbico-láctica del ejercicio, por otra parte, no recomendable a estas edades. Otra posible explicación es la *hiperpnea cardiodinámica*: un mayor incremento en el gasto cardíaco a expensas de un aumento no sólo de frecuencia, sino también de volumen de eyección (más acentuado en los deportistas), se acompaña también de un mayor aumento de la FR⁽²²⁾. Así, es posible que incluso con mayores umbrales ventilatorios, los niños de la ED respondan al ejercicio con más FR de la esperada, determinada por un mayor incremento del gasto cardíaco.

Al comparar los resultados basales y postesfuerzo dentro de cada grupo educativo comprobamos, además de la lógica elevación de la FR en ambos, una elevación del PEF y una disminución de la SatO₂ que, aunque sólo fue significativa en el CP y en la ED respectivamente, en el otro grupo alcanzó valores cercanos a la significación. La ausencia de diferencias en los parámetros estimados por espirometría coincide con varios autores^(23,24), que sólo encontraron mejores valores espirométricos en niños que practican deportes acuáticos (probablemente debido al entrenamiento respiratorio específico).

Por tanto, el estudio respiratorio muestra que los niños sometidos a un programa de entrenamiento regular tienen una situación basal más satisfactoria y una mejor adaptación al ejercicio físico intenso que, dados los criterios de selección de la muestra, no puede ser atribuible a un mayor desarrollo somático.

Por otra parte, el análisis de correlación del *score* de rendimiento físico con las variaciones en los parámetros respiratorios y hemodinámicos, no mostró resultados significativos. Es decir, el rendimiento en las pruebas físicas no dependió de la respuesta adaptativa del organismo, sino que probablemente estuvo en relación con el entrenamiento previo.

En conclusión, aunque teniendo presente las limitaciones de nuestro estudio, consideramos que dada la beneficiosa repercusión del ejercicio sobre el sistema cardiorrespiratorio y su apa-

rente ausencia de efectos adversos, un incremento controlado de la actividad física escolar podría ser aconsejable para un crecimiento y desarrollo físico adecuados.

Bibliografía

- 1 Titze S, Mari B. Individually adapted counseling about physical activity in medical practice. *Orthopade* 1997; **26**:935-941.
- 2 Emery HM. Considerations in child and adolescent athletes. *Rheum Dis Clin North Am* 1996; **22**:499-513.
- 3 Klimt F. Algunos aspectos fisiológicos del deporte en niños. *An Nest* 1986; **44**/1:10-21.
- 4 Maron BJ, Shirani J, Poliac LC, Mathenge R, Roberts WC, Mueller FO. Sudden death in young competitive athletes. Clinical, demographic, and pathological profiles. *JAMA* 1996; **276**:199-204.
- 5 Telama R, Yang X, Laakso L, Viikari J. Physical activity in childhood and adolescence as predictor of physical activity in young adulthood. *Am J Prev Med* 1997; **13**:317-323.
- 6 Corrado D, Basso C, Schiavon M, Thiene G. Screening for hypertrophic cardiomyopathy in young athletes. *N Engl J Med* 1998; **339**:364-369.
- 7 Rost R. Sports medicine aspects in children and adolescents. *Z Arztl Fortbild Qualitatssich* 1998; **92**:85-91.
- 8 Sánchez M, Aranguren A, Cabello P, Huertas C. A longitudinal study of physical exercise practice in children. The influence of age, gender and socioeconomic level. The Working Group on Cardiovascular Risk Factors in Childhood and Adolescence. *An Esp Pediatr* 1998; **48**:25-27.
- 9 Hernández M, Castellet J, Navaiza JL. Curvas de crecimiento. Bilbao. Fundación F. Orbegozo. 1988.
- 10 Sleaf M, Warburton P. Physical activity levels of 5-11 year-old children in England: cumulative evidence from three direct observation studies. *Int J Sports Med* 1996; **17**:248-253.
- 11 Malina RM, Meleski BW, Shoup RF. Características antropométricas, composición corporal y madurez de los deportistas de edad escolar seleccionados. *Clin Ped North* 1982; **8**:1283-1301.
- 12 Roque D, França N, Mahecha S, Rodríguez VK. Modelo biológico para diagnóstico de salud y prescripción de actividad física. *Arch Med Dept* 1993; **37**:35-48.
- 13 Pancorbo A, Blanco J. Consideraciones sobre el entrenamiento deportivo en la niñez y adolescencia. *Arch Med Dept* 1990; **27**:309-314.
- 14 Patricia A. Exercise-induced changes in populations of peripheral blood mononuclear cells. *Med Sci Sports Exerc* 1989; **20**:3.
- 15 Marín Fernández B, Marín Esteban A, Marín Esteban M. El ejercicio físico y el deporte durante el crecimiento. *Arch Med Dep* 1992; **34**:131-141.
- 16 Terreros JL. Abordaje científico del entrenamiento deportivo. *Arch Med Dept* 1991; **29**:51-60.
- 17 Isaguirre A, Arguiló A. Cambios cardiovasculares en el reposo y durante el ejercicio relacionados con la edad. *Arch Med Dept* 1991; **31**:265-268.
- 18 Rowlands AV, Eston RG, Ingledeu DK. Measurement of physical activity in children with particular reference to the use of heart rate and pedometry. *Sports Med* 1997; **24**:258-272.
- 19 Panico S, Celentano E, Krog V. Actividad física y su relación con la presión sanguínea entre escolares. *J Chronic Dis* 1987; **40**:925-930.
- 20 López J, Legido JC. Regulación de la ventilación durante el ejercicio. *Arch Med Dep* 1989; **22**:183-188.
- 21 Legido JC, López J. Determinación ergoespiométrica del umbral anaeróbico mediante metodología respiración a respiración. *Rev Olimpiada* 1989; **1**:1-10.
- 22 Wasserman K, Whipp BJ, Casaburi R, Beaver W, Brown HV. CO₂ flow to the lung. *JA Demprey CE Reed* 1977; **5**:103-135.
- 23 Bertholo JF, Carles J, Tellac A. Apport de la courbe débit-volumen dans la surveillance de l'entraînement des jeunes sportifs: canoë-kayakiste, ciclistes, nageurs. *Med du Sport* 1981; **2**:36-39.
- 24 Terreros JL, Duvallet A, Dessanges JF, Tekaia F, Rein M. La curva de flujo-volumen como exploración respiratoria en el deportista. Validación de un material de terreno. Utilización real sobre deportistas. En: Eusko Jauraritz. *Med Dept Euskadi*. Servicio de Publicaciones del Gobierno Vasco 1983; **1**:230-248.
- 25 Van der Bree MB, Schieken RM, Moskowitz WB, Eaves LJ. Genetic regulation of hemodynamic variables during dynamic exercise. The