

RECUPERACION INMEDIATA EN RELACION CON PARAMETROS RESPIRATORIOS. DETERMINACION EN NIÑOS ENTRENADOS Y NO ENTRENADOS

Dr. Jesús Pérez González¹

RESUMEN

Se midieron 10 parámetros respiratorios y la frecuencia cardíaca y estos valores fueron determinados en niños entrenados y no entrenados de 11 a 12 años. Al cabo de 10 minutos de recuperación se encontró una diferencia no significativa en todos los parámetros, excepto en la frecuencia cardíaca, que es menor en entrenados (nivel 1 %). Se discutieron estos resultados con los obtenidos por diferentes autores.

Palabras clave: RESISTENCIA FISICA; METABOLISMO ENERGETICO; TESTS DE FUNCION RESPIRATORIA/métodos; CONSUMO DE OXIGENO; FRECUENCIA CARDIACA; DEPORTES; EJERCICIO FISICO; NIÑO.

INTRODUCCION

En los últimos años ha aumentado ostensiblemente el interés por las cuestiones relacionadas con la recuperación en el deporte como uno de los factores

fundamentales para elevar la capacidad de trabajo.

En el organismo, las reservas de oxígeno son escasas, pues se ha establecido que aun bajo las más favorables condiciones, el organismo contiene no más de 2,25 litros; sin embargo, es fisiológicamente imposible utilizarlo todo.^{1,3}

¹ Especialista de I Grado en Medicina Deportiva. Investigador Agregado.

La actividad física requiere energía para su ejecución. Si se desea estudiar la energía liberada, la medición del consumo de oxígeno (VO_2) resulta una manera efectiva de hacerlo, pues se sabe que minuto a minuto la energía liberada es reflejada en el VO_2 , mientras no se alcancen niveles de trabajo elevados.^{4,8}

Durante el trabajo, la necesidad de oxígeno aumenta y se crea el llamado déficit de oxígeno; éste es suministrado en forma de préstamo a expensas del incremento metabólico que debe ser pagado durante la recuperación.

Brooks plantea que tempranamente los científicos observaron un incremento en los niveles de ácido láctico en los músculos y en la sangre como resultado del ejercicio y presumieron que la presencia de oxígeno en los tejidos era insuficiente durante el ejercicio. Existen varias razones para la formación de ácido láctico: la ausencia de oxígeno o la insuficiencia de éste es sólo una de ellas; además, un nivel constante de ácido láctico en sangre no significa que no se esté formando ácido láctico, sino que la producción y remoción fueron equivalentes. Existen evidencias de que el ácido láctico siempre se produce, aun en reposo.

Por tanto, los términos aerobios y anaerobios ya resultan algo anticuados y se utilizan términos tales como "rápido" (para los anaerobios) y "lento" (para los aerobios).^{9,12}

Después del ejercicio, el VO_2 no retorna a los niveles de reposo inmediatamente, sino de una forma curvilínea. Piloteando el consumo de oxígeno en coordenadas semilogarítmicas, se observa que la curva está formada por un componente exponencial después de ejercicios ligeros o 2 componentes después de ejercicios moderados y máximos.¹³

El oxígeno extra consumido durante la recuperación sobre el nivel de reposo,

fue denominado por Hill y Lupton en 1922 como "deuda de oxígeno". En 1980, Brooks llamó a este fenómeno "exceso de consumo de oxígeno después del ejercicio".

El estudio de varios parámetros respiratorios y la frecuencia cardíaca nos permiten conocer las variaciones que ocurren entre niños con diferencias en su actividad física, y si el entrenamiento sistemático provoca una mejor recuperación en niños de temprana edad, al tener en cuenta que la actividad física de los niños es considerable, aunque no reciban un entrenamiento sistemático.

MATERIAL Y METODO

Se realizó un estudio en niños de 11 a 12 años de edad, divididos en 2 grupos:

1. Veinticinco niños con actividad física sistemática (15 de gimnástica y 10 de polo acuático).
2. Cincuenta niños escolares que realizan actividad física en sus respectivas escuelas.

Se realizaron pruebas que consistieron en la valoración de la capacidad física de trabajo (PWC), por el método de Sjustrand modificado por Karpman. Dichas pruebas consistieron en cargas submáximas y máximas en un velergómetro tipo Nonark, a una frecuencia de pedaleo de 50 revoluciones por minuto, de acuerdo con el pulso en reposo y el peso del sujeto, divididos en una primera carga de 5 minutos, una pausa de 3 minutos; una segunda carga de 3 minutos, y luego, sin pausa, cargas progresivas hasta el agotamiento.

Se midieron diferentes parámetros respiratorios en el Spirolit, los cuales fueron calibrados previa y diariamente con el microanalizador Scholander, du-

rante las cargas y en los primeros 10 minutos de recuperación.

Estadísticamente se procedió de la siguiente forma:

- Se calculó media aritmética (X) y desviación estándar (S) de los valores obtenidos para entrenados y no entrenados en reposo, último minuto de la carga y en el 1,4,7 y 10 minutos de la fase de recuperación. Se realizó un análisis de la tendencia lineal de los promedios por cada parámetro en función del reposo y de los minutos de recuperación.
- Se efectuó la comparación de ambos grupos y de cada uno mediante las varianzas y las medias con la utilización de las pruebas F y T.

RESULTADOS

De acuerdo con los parámetros estudiados, se hizo el cálculo de la media aritmética (X) y desviación estándar para atletas y escolares, se utilizaron los promedios de reposo y de la fase de recuperación (tablas 1 y 1a).

Se realizó un análisis de tendencia por cada parámetro en función de los minutos transcurridos, con la intención de observar la progresión en promedios en dicha fase. Con los resultados obtenidos de los promedios se efectuó la comparación de todos los grupos, de cada fase (reposo, 1,4,5,7 y 10 minutos de recuperación) y de cada grupo mediante las varianzas y las medias, para lo cual se utilizan las pruebas F y T. Con la prueba F para las varianzas, se señaló si existía diferencia significativa para seleccionar la prueba T que iba a ser utilizada; con la prueba T, para las medias se precisó si había diferencia significativa entre los grupos y entre los resultados de éstos.

La tendencia lineal se determinó a partir de las medias, y es descendente en todos los parámetros para entrenados y

no entrenados, menos el porcentaje de O_2 de entrenados, que presenta el valor b: 0,03 (muy pequeño), lo cual dice que en el porcentaje de O_2 no hay gran variación a medida que pasan los minutos.

Al comparar las respectivas pendientes de cada parámetro en ambos grupos, no se encontró diferencia en la forma de progresión de los valores en ambos grupos, los cuales son casi coincidentes en muchos de los parámetros (tabla 2).

Si se analiza el parámetro volumen minuto (VM), comparamos las pendientes de las ecuaciones que son:

VM: $30,07 - 2,81 x$ para entrenados

VM: $23,35 - 2,39 x$ para no entrenados

Aparece para no entrenados -2,39 y -2,81 para entrenados, por lo cual se cataloga de "no diferente" al nivel poblacional. Ello implica que en el transcurso de los minutos de recuperación, los valores de VM calculados presentan un decrecimiento muy similar, o sea, que ambos grupos tienen igual proporción de recuperación.

Si se analizan los valores del primer sumando o traza -30,07- para entrenados y -28,35- de no entrenados, se observa que la tendencia de los entrenados en la recuperación comienza con un valor más alto que en los no entrenados, pero cuando se afirma que presentan decrecimientos similares, se refiere a la forma de variar las pendientes, no a las magnitudes de los parámetros de la recuperación en cada minuto, pues los valores son diferentes para entrenados y no entrenados, mejores en los entrenados en la mayoría de los casos, aunque no significativamente.

Al analizar las ecuaciones de tendencia se aprecia:

- a) Descenso muy lento, casi sin cambios en los valores de los parámetros tendientes a formar una especie de línea horizontal en la mayoría de los

casos, tanto en entrenados como en no entrenados.

- b) Descenso similar para cada parámetro observado en ambos grupos, lo que representa similar forma de recuperación.

Al compararse las medidas de los parámetros de reposo en el minuto 10 de la fase de recuperación resultó que todos los parámetros estudiados VM, frecuen-

cia respiratoria (FR), aire corriente (AC), VM (CSTPD) y frecuencia cardíaca (FC) son menores en reposo que en el minuto 10 de recuperación en ambos grupos, con un nivel de significación.

De forma similar sucede en la comparación del primer minuto con el décimo de la recuperación, con un nivel de significación del 1 %, excepto en el porcentaje de O₂ del grupo de entrenados, que no presenta diferencia.

TABLA 1. Medias y desviaciones estándares

Recuperación		Parámetros				
		VM	FR	AC	Pulso	VO ₂ Pulso
Reposo (minutos)	A	8,080 + 3,174	15,280 + 4,421	535,40 + 183,27	72,08 + 7,76	-
	E	9,400 + 2,688	17,740 + 3,973	543,12 + 174,35	85,92 + 12,17	-
1	A	34,960 + 6,896	33,680 + 6,896	1048,78 + 273,88	135,84 + 15,59	7,700 + 2,970
	E	33,680 + 6,896	35,800 + 8,612	926,02 + 230,66	151,84 + 15,92	6,177 + 1,924
4	A	12,760 + 6,116	23,040 + 7,168	569,92 + 228,13	108,56 + 10,79	3,032 + 1,246
	E	13,440 + 3,259	23,800 + 6,531	589,30 + 171,63	122,52 + 15,60	2,770 + 0,943
5	A	10,640 + 3,957	20,120 + 5,540	573,08 + 327,22	101,12 + 13,09	2,364 + 0,892
	E	11,980 + 3,490	22,920 + 8,224	562,86 + 199,00	118,24 + 13,77	2,596 + 0,986
7	A	8,360 + 3,569	17,360 + 5,090	473,80 + 174,15	99,52 + 9,54	2,441 + 1,036
	E	10,480 + 3,046	20,600 + 5,617	522,64 + 182,70	117,12 + 12,02	2,375 + 0,868
10	A	7,720 + 3,035	16,240 + 4,807	494,48 + 193,84	98,24 + 9,53	2,413 + 1,112
	E	8,920 + 2,641	17,480 + 4,795	521,46 + 175,33	112,80 + 19,91	2,150 + 0,818

Leyenda: A: Atletas, E: Escolares, VM: Volumen minuto, FR: Frecuencia respiratoria, AC: Aire corriente, VO₂: Pulso de oxígeno.

TABLA 1a. *Medias y desviaciones estándares*

Recuperación		Parámetros					
		VM (STPD)	I O ₂	I CO ₂	Q	VO ₂	VO ₂ kg
Reposo (minutos)	A	7,27 + 2,85	-	-	-	-	-
	E	8,46 + 2,41	-	-	-	-	-
1	A	31,46 + 8,86	3,26 + 0,56	3,66 + 0,39	1,11 + 0,14	1025,36 + 393,59	26,20 + 6,38
	E	29,10 + 6,83	3,19 + 0,62	3,60 + 0,58	1,13 + 0,18	931,02 + 274,09	25,82 + 6,34
4	A	11,48 + 5,55	2,96 + 0,67	3,23 + 0,59	1,80 + 0,19	309,48 + 105,47	8,29 + 3,30
	E	12,09 + 2,93	2,80 + 0,67	3,25 + 0,59	1,18 + 0,19	336,22 + 105,47	9,38 + 2,71
5	A	9,57 + 3,56	3,05 + 0,52	3,20 + 0,48	1,05 + 0,13	282,28 + 82,67	7,61 + 2,96
	E	10,78 + 3,14	2,87 + 0,69	3,19 + 0,62	1,13 + 0,16	306,36 + 114,63	8,47 + 2,74
7	A	7,52 + 3,22	3,29 + 0,51	3,17 + 0,46	0,96 + 0,11	238,80 + 91,77	6,38 + 2,62
	E	9,43 - 2,73	2,98 + 0,81	3,09 + 0,56	1,05 + 0,17	276,64 + 98,63	7,69 + 2,50
10	A	6,94 - 2,73	3,41 + 0,81	3,06 + 0,56	0,91 + 0,17	232,80 + 99,84	6,09 + 2,59
	E	8,26 - 1,74	3,08 + 0,97	2,92 + 0,84	0,95 + 0,84	244,60 + 89,08	6,67 + 2,51

Leyenda: A: Atletas, E: Escolares, VM (STPD): Volumen minuto corregido, Q: Cociente respiratorio, VO₂: Consumo de oxígeno, VO₂ kg: Consumo de oxígeno por kg.

TABLA 2. *Línea de tendencia*

Atletas		Escolares	
VM	: 30,07 - 2,81 x	VM	: 28,35 - 2,39 x
VM(STPD)	: 27,06 - 2,53 x	VM(STPD)	: 25,43 - 2,13 x
AC	: 943,70 - 57,72 x	AC	: 850,22 - 41,81 x
FR	: 32,36 - 1,90 x	FR	: 34,47 - 1,92 x
I O ₂	: 3,05 - 0,03 x	I O ₂	: 3,01 - 0,004x
I CO ₂	: 3,59 - 0,06 x	I CO ₂	: 3,60 - 0,07 x
Q	: 1,17 - 0,02 x	Q	: 1,21 - 0,02 x
VO ₂	: 848,41 - 78,75 x	VO ₂	: 791,95 - 69,07 x
VO ₂ kg	: 21,87 - 2,03 x	VO ₂ kg	: 22,02 - 1,93 x
Pulso	: 130,04 - 3,96 x	Pulso	: 146,09 - 4 x
VO ₂ pulso:	6,59 - 0,54 x	VO ₂ pulso:	5,41 - 0,41 x

Leyenda: VM: volumen minuto; VM (STPD): volumen minuto corregido; AC: aire corriente; FR: frecuencia respiratoria; I O₂: porcentaje de O₂; porcentaje de CO₂; Q: cociente respiratorio; VO₂: consumo de oxígeno; VO₂kg: consumo de oxígeno por kg.

Al comparar cada parámetro en reposo y en cada minuto de recuperación entre los grupos de entrenados y no entrenados, se encontró que en el minuto 10 de recuperación, se observa una diferencia no significativa en todos los parámetros, excepto en la frecuencia cardíaca, que es menor en los entrenados (nivel al 1 %).

DISCUSION

El organismo del niño y del adulto, presentan diferencias, por ende, no tienen igual respuesta ante una carga de trabajo, por lo que se puede suponer que la forma de recuperación debe ser también distinta.

Kirschhof, citado por Schelensing,¹⁴ señala que el desarrollo del tejido conjuntivo y de sostén en niños y jóvenes no ha tocado a su fin, de manera que las condiciones para el rendimiento no son óptimas, por lo cual tienen un consumo de oxígeno menor que los adultos y para lograr un volumen minuto respiratorio determinado, tienen que regular frecuentemente la frecuencia. La suma total del pulso durante el trabajo y la recuperación resultan mayores que en los adultos. Mies, citado por este autor, le atribuye a la inestabilidad vegetativa de los niños una importancia decisiva para la capacidad de rendimiento.

Astrand,¹⁵ expresa que la admisión máxima de oxígeno en niños, se alcanza al aumentar la frecuencia del pulso en 100 latidos por encima del valor de reposo.

Seliger,¹⁶ señala en un estudio con niños de 12 años de edad, que en numerosas ocasiones los valores de índice funcional son superiores en niños que no practican deportes en comparación con los niños que lo hacen esporádicamente; solamente si se practica diaria y sistemáticamente, existe un desarrollo del aparato cardiorrespiratorio.

Los individuos que realizan una actividad física sistemática presentan una disminución de la FC, en relación con los que no la practican; esa disminución se atribuye a las adaptaciones hemodinámicas y al desarrollo de una mayor vagotonía en el deportista.^{17,18}

En la FC se observan diferencias individuales, tanto en las cifras de reposo, como en la recuperación; en sujetos no entrenados o que realizan ejercicios estáticos, las cifras en reposo y durante la actividad son mayores.^{19,20}

De hecho, la FC constituye uno de los criterios más importantes del estado funcional del corazón.^{21,22}

En este trabajo los valores de reposo de la FC, son menores en entrenados, con un nivel de significación del 4 %; pero el decrecimiento de los valores durante la recuperación, es de forma similar para ambos grupos; tanto en no entrenados como entrenados, a los 10 minutos de recuperación, la FC no llegó a sus valores basales.

Mc Curdy, citado por Morehouse,²³ refiere que la FC retorna en los niños muy despacio a los valores basales y casi siempre quedaba por encima de estos valores a los 35 minutos después del trabajo.

Los valores obtenidos por Shepard²⁴ en un estudio con niños durante la recuperación, comparados con los nuestros son los siguientes:

- Durante el primer minuto, el consumo de oxígeno en nuestro trabajo es mayor e igual al valor del cociente respiratorio (AQ). En el transcurso de los minutos de recuperación, se pudo observar un descenso más rápido a los niveles de reposo, tanto del VO_2 , VM, como del cociente respiratorio (Q), que fueron los parámetros estudiados por el autor.
- El Q en esta muestra alcanzó el valor promedio máximo durante el segundo

minuto de recuperación, al igual que como reporta Seliger.²⁵

Durante los minutos estudiados en la fase de recuperación, se observó un descenso muy lento de los valores de los parámetros en la mayoría de los

casos, tanto en los niños entrenados como en no entrenados. Además, este descenso es muy similar para cada parámetro en ambos grupos, por lo que se puede afirmar que presentan similares formas de recuperación.

SUMMARY

Ten respiratory parameters and heart rate were measured in trained and non-trained children 11-12 years old. After a 10 minute recovery a non-significant difference was found in all the parameters, except for heart rate, which is lower in the trained ones (level 1 %). These results were compared with those reached by different authors.

Key words: PHYSICAL ENDURANCE; ENERGY METABOLISM; RESPIRATORY FUNCTION TEST/methods; OXYGEN CONSUMPTION; HEART RATE; SPORTS; EXERTION; CHILD.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Karpovich P. Physiology of muscular activity. Oxygen debt; 6th. edition, Cap. 6;1966:55-60.
2. Martin TP. Relation between deficit oxygen and oxygen debt during submaximal exercises. *J Sports Med Phys Fitness* 1974;4:252-58.
3. Hagberg JM, Coyle EF, Carroll JE, Miller JM, Martin WH, Brooke MH. Exercise by perventilation in patients with McArdle's disease. *J Appl Physiol: Respirat Environ Exercise Physiol* 1982;52:991-94.
4. Conconi F, et al. Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. *J Appl Physiol* 1982;52:869-73.
5. Michelson Timothy C, et al. Anaerobic threshold measurement's of elite sportsmen. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14:440-4.
6. Weltman E, et al. Relations-ships between the ouset of metabolic acidosis (anaerobic threshold) and maximal oxygen uptake. *J Sports Med* 1979;19:135-42.
7. Hill AV, Lupton H. The oxygen consumption during, exercise at constant work loads. *J Physiol* 1922;56:32-3.
8. Scheen AJ, Juchmesi A, Cession F. Critical analysis of the "Anaerobic threshold" during exercise at constant workloads. *Eur J Appl Physiol* 1981;46:367-77.
9. Ahlborg C, Feling P. Lactate and glucose exchange across the forearm, legs and splanchnic bed during and after prolonged leg exercise. *J Clin Invest* 1982;69:45-54.
10. Brooks GA, Gaesser G. End points of lactate and glucose metabolism after exhausting exercise. *J Appl Physiol: Respirat Environ Exercise Physiol* 1980;49:1057-69.
11. Brooks GA, Faheyist T. Exercise physiology: human bioenergetics and its applications. New York: Mac Millan, 1985:73-4, 191, 194, 706, 707.
12. Hagberg JM, Mullin JP, Nagle FJ. Effect of work intensity and duration on recovery O₂. *J Appl Physiol: Respirat Environ Exercise Physiol* 1980;48:540-4.
13. Brooks GA, ed. Perspectives on the academic discipline of physical education champaign: Human Kinetics, 1981:97-120.
14. Schleusing G. Valores normales espirogométricos de niños y jóvenes. *Med V Sports* 1969;(8):226-31.
15. Astrand PO, Rodall K. Textbook of work physiology; 2a ed. New York: Mc Graw, 1977.
16. Seliger V. Physical fitness indices for CSSR athletes of 12,15,18 years of age, Prague: Physical Fitness Text Books, 1973:356-61.
17. Astraud PO. From exercise physiology to preventive medicine. *Ann Clin Res* 1988;20:10,17.
18. Saltin B. Physiological adaptation to physical conditioning. En: Astrand PO Grimby G, (eds.) Physical activity in health and disease. Stockholm: Almqvistand Wikeell International, 1986:11-24.(Acta Médica Scandinava. Symposium serie; núm 2).
19. Hollman W, Rost R, Liesen H, Dufaux B, Mader A. Assessment of different forms of physical activity with respect to preventive and rehabilitative cardiology. *Int J Sport Med* 1981;2:67-8.
20. Hollman W, Rost R, Dufaux B. Prevention und Rehabilitation von Herz Kreislaufkran Kreisten durch Kör Perliches Training. Stuttgart Hippokrates, 1983.
21. Squires RW, Bore AA. Cardiovascular profiling. *Clin Sport Med* 1984;3(1).

22. Arratibel I, Jakob E, Keul J. La frecuencia cardíaca como valor para el diagnóstico del esfuerzo y la orientación del entrenamiento. Arch Med Deporte 1988;5(8):147-53.
23. Morehouse LE, Miller ST. Fisiología del ejercicio. Buenos Aires: El Ateneo, 1965.
24. Shephard J. The working capacity of Toronto School Children. Can Med Assoc J 1969;100:22-9.
25. Seliger V. Physical fitness of Czechoslovak children at 12 and 15 years of age. Acta Univer Carol Gim 1970;5:2.

Recibido: 29 de enero de 1992. Aprobado: 18 de febrero de 1992.

Dr. Jesús Pérez González. Calle 164, No. 501, entre Sta. y Sta. B, edificio 18 plantas, piso 13, apartamento 4, Zona 7, Alamar, La Habana 12 500, Cuba.

EXPERIENCIA Y RESULTADOS

Hospital Provincial Docente "Saturnino Lora"
Servicio de Cirugía Cardiovascular,
Santiago de Cuba

CIRCULACION EXTRACORPOREA EN NIÑOS DE 5 A 15 AÑOS. RESULTADOS EN 5 AÑOS DE LABOR*

Dra. Ana Lamas Avila¹ y Dr. C. Héctor del Cueto Espinosa²

RESUMEN

Se realizó un estudio descriptivo, lineal y retrospectivo de 169 pacientes de 5 a 15 años, operados con circulación extracorpórea en el Cardiocentro de Santiago de Cuba desde enero de 1987 hasta diciembre de 1991. Este grupo constituyó el 59,0 % de todos los niños operados en dicho centro durante esa etapa, de los cuales fallecieron 10, para el 5,9 % de los intervenidos con circulación extracorpórea y en el 3,4 % del total general (286), se halló un predominio del sexo femenino, así como cifras similares de niños en los grupos etarios de 5 a 10 y 11 a 15 años. Se relacionaron los diagnósticos y causas de muerte de cada uno de ellos y se analizaron los elementos vinculados con la circulación extracorpórea, a saber: tipo de oxigenador utilizado y parámetros fundamentales controlados durante la misma (tiempo total de perfusión, tiempo de paro anóxico, temperatura nasofaríngea y rectal, hematócrito, hemodilución, consumo de sangre y forma de recuperación cardíaca). Entre las complicaciones inmediatas prevalecieron la arritmia, el bajo gasto y el bloqueo aurículo-ventricular, mientras que el daño neurológico afectó al 1,2 % de la casística. Finalmente se presenta la estadística de los pacientes fallecidos con los diagnósticos, edades, operaciones efectuadas y causas directas de muerte, la mayoría de las cuales no estuvieron directamente relacionadas con la circulación extracorpórea.

Palabras clave: CIRCULACION EXTRACORPOREA; CIRCULACION EXTRACORPOREA/ efectos adversos; CIRCULACION EXTRACORPOREA/ mortalidad; NIÑO; ADOLESCENCIA; EPIDEMIOLOGIA DESCRIPTIVA; ESTUDIOS RETROSPECTIVOS; CUBA.

* Trabajo presentado en la Jornada Provincial de Anestesia Pediátrica, Santiago de Cuba, octubre 30 al 31, 1992.

¹ Especialista de I Grado en Anestesiología y Reanimación. Jefe de Sección de Perfusión del Cardiocentro de Santiago de Cuba.

² Doctor en Ciencias. Profesor Titular de Cirugía. Jefe del Servicio de Cirugía Cardiovascular (Cardiocentro) de Santiago de Cuba.