

HÁBITO DEPORTIVO: EFECTO EN LA APTITUD FÍSICO-MOTORA Y CARDIORESPIRATORIA EN ESCOLARES.

Alba Salas Paredes¹; Idameri Loreto Montaña²; Arianne Pérez Narváez^{3†}; Lenys Buela Salazar¹; Erick Canelón Vivas¹; Karen Cortés Matheus¹.

¹ Escuela de Bioanálisis, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, ²Facultad de Medicina, ³Facultad de Odontología, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

Rev Venez Endocrinol Metab 2016;14(2): 128-136

RESUMEN

Objetivo: Comparar el efecto del hábito deportivo sobre la aptitud físico-motora y cardiorrespiratoria en escolares. **Métodos:** Se estudiaron 58 escolares varones (33 hábito deportivo y 25 controles), con edades entre 7,5 y 9,5 años. Se evaluaron: antecedentes familiares, personales, hábitos psicobiológicos, antropometría y química sanguínea. Se llevó a cabo una prueba de resistencia de 1000 m para registrar la aptitud físico-motora clasificándolos en deficiente, regular, promedio, bueno y excelente. Se calculó el volumen máximo de oxígeno ($VO_{2\text{máx}}$) que los clasifica en capacidad aeróbica: baja, regular, media, buena y excelente. Se realizó prueba de esfuerzo para el cálculo del índice cronotrópico y evaluación de la recuperación parasimpática.

Resultados: El tiempo promedio en la prueba de resistencia en el grupo con hábito deportivo habitual ($366,27 \pm 38,20$ seg) fue significativamente menor ($p < 0,001$) con respecto al grupo control ($416,40 \pm 55,79$ seg). En la aptitud físico-motora se encontró un desempeño significativamente mejor en los niños con hábito deportivo habitual que en los controles ($p < 0,005$). Este mismo grupo presentó un consumo máximo de oxígeno mayor con un $45,19 \pm 5,50$ mL/kg/min que los controles con un $37,82 \pm 8,20$ mL/kg/min ($p < 0,001$). Al categorizar el $VO_{2\text{máx}}$, se encontró una significativa mayor frecuencia de capacidad aeróbica buena y excelente en el grupo con hábito deportivo habitual ($p < 0,002$). En la prueba de esfuerzo y parámetros metabólicos no hubo diferencia.

Conclusión: En escolares con hábito deportivo habitual hay una mejor capacidad aeróbica que en los controles. La actividad física mejora la aptitud físico-motora y cardiorrespiratoria sin diferencia en la capacidad funcional y pruebas bioquímicas.

Palabras clave: Aptitud físico-motora, volumen máximo de oxígeno, recuperación parasimpática.

SPORT HABITS: EFFECT ON PHYSICAL-MOTOR FITNESS, AND CARDIORESPIRATORY OF SCHOOL CHILDREN.

ABSTRACT

Objective: Compare the effects of sport habits on physical and motor aptitude as well as cardiorespiratory fitness in school children.

Methods: Fifty-eight male school children with ages between 7,5 to 9,5 years old were studied (33 with regular sport habits activities and 25 controls). The clinical evaluation included: family history, personal, psychobiological habits, anthropometry and blood analysis. Each child participated in a 1000 meters' race to test his physical and

Artículo recibido en: Septiembre 2015 Aceptado para publicación en: Diciembre 2015
Dirigir correspondencia a: Alba Salas Paredes Email: albapa1@hotmail.com

motor fitness. The performance was ranked as deficient, regular, average, good, and excellent. The maximum volume of oxygen (VO_{2max}) was determined in order to qualify each participant according to his aerobic capacity: low, regular, average, good, and excellent. The cardiac functional capacity was evaluated through treadmill stress test by the calculation of the chronotropic and the evaluation of parasympathetic recovery index.

Results: The average time in strength test for the group with sport habits ($366,27 \pm 38,20$ sec) was significantly lower ($p < 0,001$). In term of the physical and motor fitness, children with sport habits performed significantly better ($p < 0,005$). Moreover, the sport habits group presented a maximum consumption of oxygen significantly greater $45,19 \pm 5,50$ mL/kg/min than the controls $37,82 \pm 8,20$ mL/kg/min ($p < 0,001$). By categorizing VO_{2max} , a significantly higher frequency of good and excellent aerobic capacity was found in the group with sport habits ($p < 0,002$). The treadmill stress test and the metabolic parameters no showed significant difference.

Conclusions: School children with sport habits showed better aerobic capacity than those with a sedentary lifestyle. The motor function and biochemical tests showed similar results.

Keywords: Physical and motor fitness, maximum volume of oxygen, parasympathetic recovery index.

INTRODUCCIÓN

La actividad física favorece en los niños el equilibrio del balance de energía, la capacidad física adecuada, la suficiente coordinación, habilidad, fuerza y flexibilidad músculo esquelética, la función cardiovascular y la homeostasis corporal¹. Los componentes determinantes de la aptitud deportiva de un individuo para establecer su rendimiento son: las características físicas, fisiológicas y la destreza psicomotriz que dependen de la herencia y pueden ser modificables mediante el entrenamiento; además de la actividad mental, que es casi independiente de los mecanismos genéticos².

El volumen de oxígeno (VO_2) se considera la medición más valiosa de las condiciones cardiorespiratorias, y es la cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo determinado³⁻⁴. Se ha encontrado que el entrenamiento aeróbico puede mejorar significativamente los valores de consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) en niños, pero siempre en menor cuantía que en adultos o en adolescentes, ya que el volumen sistólico (VS) parece el principal limitante del rendimiento aeróbico en esta edad, es posible que el incremento de la potencia aeróbica dependa del crecimiento del corazón⁵. Los atletas jóvenes y niños con hábito deportivo, sometidos a un entrenamiento vigoroso, tienen un VO_{2max} mayor que los controles sedentarios¹. Uno de los criterios para el logro del VO_{2max} es una meseta en el VO_{2max} a pesar de un

incremento en la intensidad del ejercicio⁶. Mientras que este criterio ha sido frecuentemente usado para adultos, los investigadores han notado que los niños habitualmente llegan al agotamiento durante una evaluación de potencia aeróbica máxima, pero sin una meseta en el VO_{2max} ^{7,8}.

Durante la realización de la actividad física, se incrementa el gasto cardiaco como consecuencia del aumento de las demandas de los tejidos, sobre todo de los músculos⁹⁻¹¹. Al aumentar el gasto cardiaco, la presión arterial (PA) se incrementa, este aumento dependerá de la intensidad y el tipo del ejercicio¹⁰. Todos estos cambios se producen debido al descenso de la actividad parasimpática y al aumento de la simpática, ya sea por anticipación al ejercicio o durante el mismo. Posterior al ejercicio, la frecuencia cardiaca (FC) disminuye en respuesta al aumento del tono vagal con el fin de que el organismo regrese al equilibrio pre-ejercicio¹². López y Fernández (2006) afirman que el regreso de la FC a su estado basal es más acelerado cuanto mayor sea la aptitud y preparación física del deportista o su nivel de entrenamiento⁵. La medición de la recuperación parasimpática es un parámetro muy útil para la detección precoz de mortalidad en sujetos a causa de alteraciones cardiovasculares, y fundamental para valorar las cargas de entrenamiento y la condición o aptitud cardiovascular¹³.

La respuesta de la frecuencia cardiaca en niños para una intensidad de ejercicio determinada, es mayor que en los adultos. Conforme el niño se

desarrolla, el volumen sistólico aumentará y la frecuencia cardiaca descenderá, en una carga de trabajo dada¹⁴. El menor tamaño cardiaco y volumen sanguíneo en niños condiciona un menor volumen sistólico máximo, la mayor frecuencia cardiaca máxima no puede compensar este hecho, por lo que el gasto cardiaco máximo en niños será menor que en los adultos. Por otra parte, se ha observado una recuperación de la frecuencia cardiaca más rápida en niños respecto a los adultos después del ejercicio. Se ha sugerido que este comportamiento es debido a las menores concentraciones de catecolaminas plasmáticas en relación a cualquier carga de trabajo en niños⁵. El entrenamiento físico continuo produce adaptaciones morfológicas y funcionales en el corazón de los niños. Sin embargo, estas adaptaciones no se acompañan de modificaciones en los parámetros de función sistólica y diastólica evaluados en reposo¹⁵.

La incapacidad del corazón de aumentar la FC para satisfacer el incremento de la demanda metabólica de los tejidos, se conoce como incompetencia cronotrópica (IC). Esta condición se expresa a través del índice cronotrópico, el cual es un marcador independiente para predecir futuros eventos cardiovasculares adversos¹⁶. Por otra parte, los procesos metabólicos también se ven afectados durante el ejercicio, ya que se aceleran a la vez que se utilizan más nutrientes, por lo que se crean más productos de desecho¹¹. La estimulación adrenérgica que se produce durante la actividad física pone en marcha la mayoría de las rutas metabólicas dependiendo de la intensidad y duración del ejercicio⁹.

El ejercicio también estimula la liberación de muchas hormonas, que de alguna manera están conectadas con el sistema nervioso autónomo. Las catecolaminas provocan un descenso de la relación insulina/glucagón, inhibiendo a la primera y estimulando la secreción de la segunda, lo que tiene varios efectos metabólicos entre los que se encuentran el aumento de la lipólisis, de la gluconeogénesis y la producción de glucosa hepática e incrementa la captación de glucosa⁹. Los altos niveles de actividad física están

positivamente relacionados con la sensibilidad a la insulina en adolescentes y con el mejoramiento del metabolismo de las lipoproteínas de alta densidad (C-HDL)¹⁷. Con todo lo expuesto anteriormente se plantea evaluar la aptitud físico-motora y cardiorespiratoria en escolares con hábito deportivo habitual y en controles.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de corte transversal, en el que se seleccionaron al azar 58 escolares con edades comprendidas entre 7,5 y 9,5 años, sexo masculino, de las escuelas de fútbol y de 4 Unidades Educativas de la ciudad de Mérida, previo consentimiento informado y firmado por el representante legal, de acuerdo a las normas internacionales establecidas en la Declaración de Helsinki. La muestra se categorizó en escolares con hábito deportivo habitual (n=33), (se incluyeron niños que tenían más de seis meses entrenando fútbol con un promedio de 5 horas a la semana como mínimo) y grupo control (n=25) (aquellos que solo realizaban las horas de actividad deportiva obligatorias escolares) ajustados para la edad e índice de masa corporal (IMC) al grupo de estudio. Se les realizó una historia clínica que incluyó: antecedentes familiares, personales, hábitos psicobiológicos, y datos del examen físico. Se registraron peso, talla, índice de masa corporal (IMC), circunferencia abdominal (CA), presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD) por método auscultatorio con manómetro de mercurio en posición sentada después de cinco minutos de reposo.

Prueba de resistencia:

Se utilizó el test de campo del kilómetro, que consistió en recorrer la distancia de un kilómetro en el menor tiempo posible. Se registró el tiempo empleado en segundos (multiplicando los minutos por 60 y adicionándole al resultado los segundos sin fracción) y se comparó con las tablas utilizadas para medir la aptitud físico-motora en sujetos del sexo masculino entre los 7,5 a 8,4 y los 8,5 a 9,4 años de edad del Proyecto Juventud 1992¹⁸. Los sujetos fueron clasificados de acuerdo a las categorías en deficiente, regular, promedio, bueno

y excelente¹⁹. Se calculó el $VO_{2\text{máx}}$ mediante la ecuación: $VO_{2\text{máx}} = 652,17 - t(\text{segundos})/6,762$. El resultado se valoró en la tabla con el baremo correspondiente, que lo clasifica en capacidad aeróbica: baja < 25, regular de 25 a 33, media de 34 a 42, buena de 43 a 52 y excelente > 52 mL/Kg/min^{18,20}.

Prueba de esfuerzo:

Se realizó una prueba de esfuerzo utilizando el protocolo de Bruce para determinar la capacidad funcional en los grupos de estudio²¹. Se reportó el tiempo de resistencia de cada individuo de acuerdo a lo establecido por Chatrath y col²². Se monitorizó la FC antes y durante la prueba, la cual finalizó cuando el individuo alcanzó el 85% de su FC máxima calculada (220-edad) o con la pérdida de la coordinación al caminar. Se calculó el índice cronotrópico mediante la fórmula $IC = (FC \text{ alcanzada} - FC \text{ basal}) / FC \text{ calculada} - FC \text{ basal}$ y se estableció como incompetencia cronotrópica un valor < 0,8¹⁶. Se registró la FC al primer y segundo minuto de la fase de recuperación para calcular la recuperación parasimpática.

Pruebas de laboratorio:

En ayunas se obtuvo una muestra de sangre periférica para la determinación de glucemia e insulinemia; con estos datos se calculó el índice de resistencia insulínica mediante el Homeostasis Model Assessment-Insulin Resistance (HOMA-IR) según la fórmula de Mathews: $[(\text{Glucemia} - \text{mmol/L} / 18) \times (\text{Insulinemia} - \mu\text{UI/mL} / 22,5)]$. Además se les realizó un lipidograma que incluyó la determinación de colesterol total (CT), C-HDL, C-LDL, triglicéridos (TG) y relación TG/C-HDL. El C-LDL se calculó mediante la fórmula de Friedewald $(C-LDL = CT - (C-HDL + TG/5))$. Las determinaciones de glucemia, TG, CT y C-HDL se realizaron por métodos enzimáticos y se utilizó para su medición el autoanalizador automático de ELISA y química ChemWell 2910. La insulina se determinó por inmunoensayo electroquimioluminiscencia con reactivos de TOSOH BIOSCIENCE.

Análisis estadístico:

Los datos se presentan en tablas y gráficos. Las variables continuas en promedio \pm desviación estándar. Las variables categóricas en número y porcentaje. Se estableció la diferencia estadística entre los grupos aplicando T de Student para grupos independientes para las variables continuas. El Chi cuadrado se usó para las variables categóricas. Se consideró significativo una $p < 0,05$. Se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 19.

RESULTADOS

Los antecedentes familiares de riesgo cardiovascular en ambos grupos no presentaron diferencia significativa, sin embargo se encontró una mayor frecuencia de infarto agudo al miocardio (54,5%), hipercolesterolemia (45,5%), hipertrigliceridemia (45,5%) y diabetes mellitus (42,4%), en el grupo con hábito deportivo habitual. El tiempo promedio en la prueba de resistencia en el grupo con hábito deportivo habitual ($366,27 \pm 38,20$ seg) fue significativamente menor ($p < 0,001$) con respecto al grupo control ($416,40 \pm 55,79$ seg). En la aptitud físico-motora (prueba de resistencia) se encontró un desempeño significativamente mejor en los niños con hábito deportivo habitual ($p < 0,005$). El 80% del grupo control no sobrepasó la categoría de "Regular", mientras que el 69,7% del grupo de estudio igualó o sobrepasó el nivel promedio (Figura 1).

Los escolares con hábito deportivo habitual tuvieron un consumo máximo de oxígeno significativamente mayor, $45,19 \pm 5,50$ mL/kg/min, que los controles $37,82 \pm 8,20$ mL/kg/min ($p < 0,001$). Al categorizar el $VO_{2\text{máx}}$ se encontró diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos ($p < 0,002$), observándose que ninguno de los escolares con hábito deportivo habitual fue clasificado dentro de las categorías "Baja" o "Regular", el 30,3% tuvo una capacidad aeróbica media, el 60,6% buena y el 9,1% excelente, a diferencia del grupo control en que el 56% fue media, el 24% se distribuyó a partes iguales en las categorías "Baja" y "Regular" y ninguno logró clasificarse como "Excelente" (Figura 2).

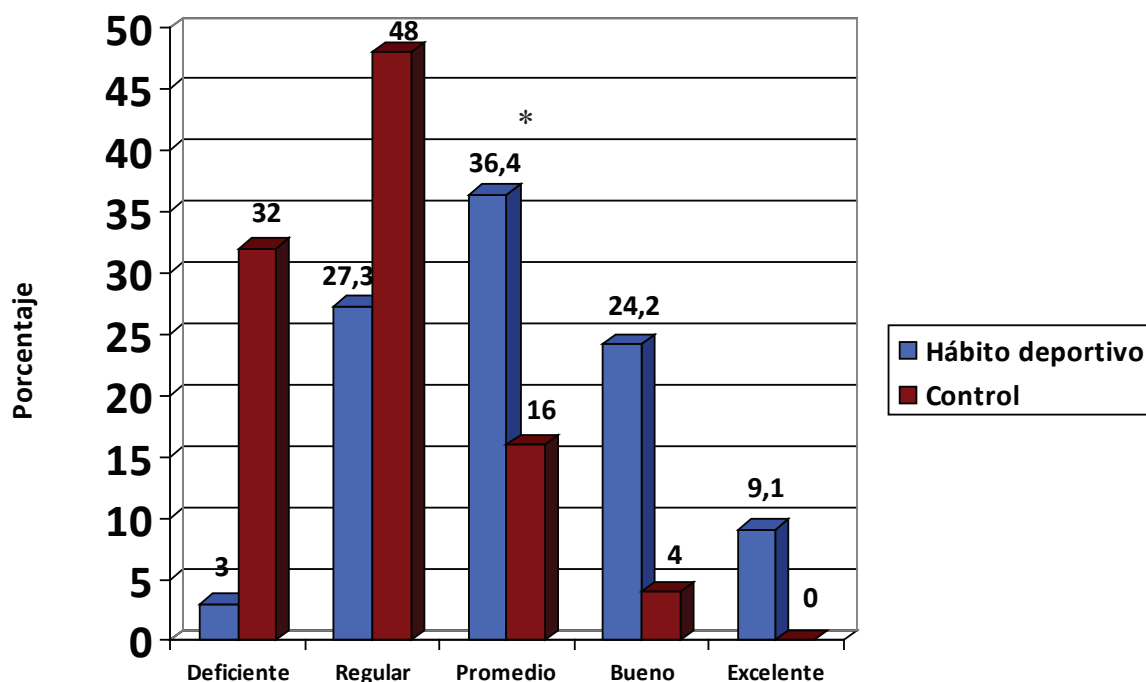


Fig. 1. Frecuencia de la clasificación de la aptitud físico motora de los grupos estudiados. * $p=0,002$

En la prueba de esfuerzo, los escolares con hábito deportivo habitual alcanzaron un tiempo promedio ligeramente mayor sin significancia estadística ($712,61 \pm 92,09$ seg) que los controles ($688,64 \pm 128,21$ seg). Al evaluar la media del IC, no se observó diferencia significativa entre ambos grupos (Figura 3); sin embargo, el 8% del total del grupo control presentaron incompetencia cronotrópica, condición que no se encontró en el grupo con hábito deportivo habitual. La recuperación parasimpática en los niños con hábito deportivo habitual fue mayor que el grupo control, aunque no se encontró diferencia significativa, ni correlación estadística con el VO_{2max} (Figura 4).

En la tabla I, se observa que los dos grupos de estudio fueron similares en los siguientes parámetros, CA, PAS, PAD, insulina, HOMA-IR, C-HDL e índice TG/C-HDL. Como ambos grupos se ajustaron por edad e IMC no se encontró diferencia estadística significativa en estas variables, donde el 81,8% de los participantes presentaron normopeso, el 12,1% sobrepeso y el 6,1% bajo peso. El valor de glucosa sérica fue

significativamente más alta en los escolares con hábito deportivo habitual ($p<0,001$). Los valores de CT, C-LDL y TG, se encontraron más elevados en los escolares con hábito deportivo habitual sin diferencia estadística significativa (Tabla I).

DISCUSIÓN

Se ha dicho que la actividad física en niños es una medida preventiva y terapéutica que reduce el riesgo de futuras enfermedades cardiovasculares²³, y que en la niñez temprana se inician las alteraciones metabólicas que favorecen las enfermedades cardiovasculares del adulto^{24,25}; en este trabajo se presenta evidencia de ello ya que tanto en la prueba de resistencia como en la capacidad aeróbica el grupo con hábito deportivo habitual presentó mejor desempeño con respecto al grupo control ($p<0,05$). Los escolares con hábito deportivo habitual alcanzaron en la aptitud físico-motora un 9,1% la categoría de “excelente” y un 24,2 % la categoría de “buena”, hecho que no se observó en el grupo control donde solo el 4% logró la categoría de “buena” y ninguno la de “excelente”; esto confirma que el grupo en estudio realiza actividad física habitual.

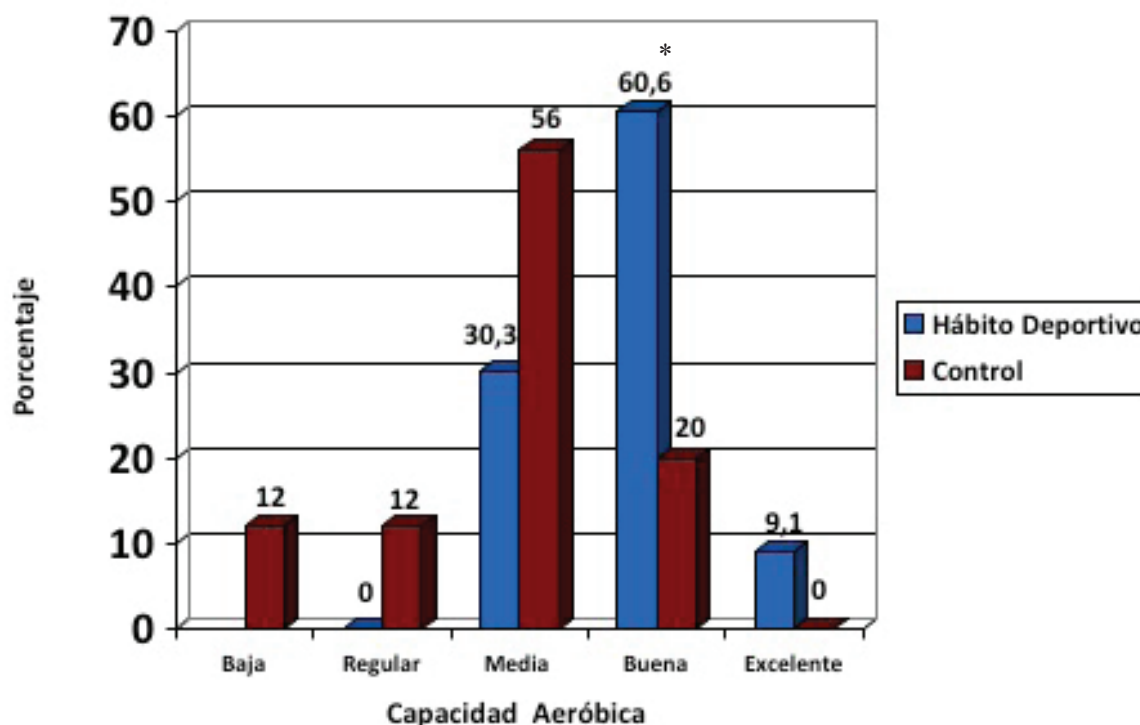


Fig. 2. Capacidad aeróbica de los dos grupos estudiados. * $p=0,001$

La aptitud cardiorrespiratoria es la estimación de la capacidad global de los sistemas cardiovascular y respiratorio que se llevan a cabo en ejercicios prolongados; está influenciada por factores no modificables (genéticos, sexo y edad) y modificables (PA, factores metabólicos, grasa abdominal). Además, puede ser ampliamente modificada por la actividad física²⁶. El VO_{2max} es considerado por la Organización Mundial de la Salud como el mejor indicador de la aptitud cardiorrespiratoria. En nuestros niños con hábito deportivo habitual se obtuvo un VO_{2max} mayor que en el grupo control, y el valor promedio en el total de los participantes fue de 43,2 mL/Kg/min similar a lo reportado por Varness y cols⁴ de 40,1 mL/Kg/min en niños estadounidenses pero menor que el promedio de 46,3 mL/Kg/min reportado por Wang y cols²⁷ en niños chinos. Estos resultados reafirman que el ejercicio aeróbico mejora considerablemente el VO_{2max} y por lo tanto la aptitud cardiorrespiratoria²⁸, además, un valor elevado de VO_{2max} en la adolescencia está directamente relacionado con mejor condición física en la edad adulta^{29,30}, y es tomado como

indicador de la aptitud cardiorrespiratoria para medir la carga de entrenamiento en deportistas de alta competencia³¹.

Otra prueba utilizada para medir el funcionamiento cardíaco durante el ejercicio es la prueba de esfuerzo, en este estudio se observa que el grupo con hábito deportivo habitual alcanzó un tiempo de ejercicio ligeramente mayor (sin diferencia

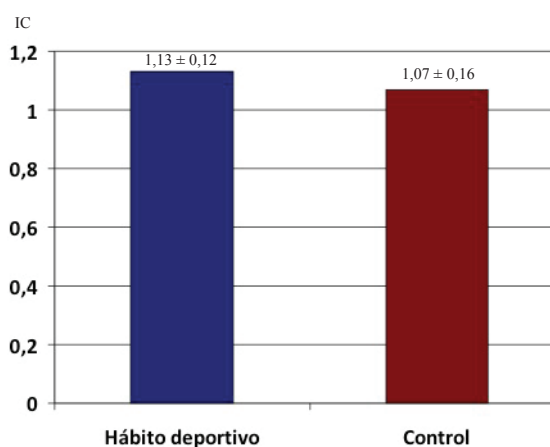


Fig. 3. Índice cronotrópico (IC) de los grupos estudiados.

estadística significativa) de $712,61 \pm 92,09$ seg que los controles, el cual fue de $688,64 \pm 128,21$ seg. Esta tendencia viene dada por la mejor capacidad aeróbica que demostraron tener los escolares con hábito deportivo habitual, proporcionada por el entrenamiento regular.

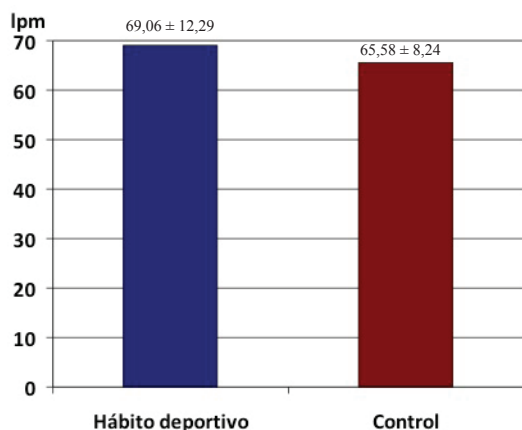


Fig. 4. Recuperación parasympática de los grupos estudiados. lpm: latidos por minuto.

Tabla I. Variables antropométricas y bioquímicas de los grupos estudiados.

VARIABLES	HÁBITO DEPORTIVO Media ± DS n=33	CONTROL Media ± DS n=25
Edad (años)	8,06 ± 0,70	7,92 ± 0,81
IMC (Kg/m ²)	16,27 ± 2,06	15,63 ± 0,93
CA (cm)	57,37 ± 4,52	56,97 ± 3,13
PAS (mmHg)	87,30 ± 9,04	87,20 ± 9,73
PAD (mmHg)	58,79 ± 5,63	57,68 ± 7,25
Glucosa (mg/dL)	85,55 ± 8,19	74,56 ± 5,29 *
Insulina (μUI/mL)	4,84 ± 2,41	4,30 ± 1,84
HOMA-IR	1,05 ± 0,55	0,79 ± 0,35
CT (mg/dL)	165,27 ± 33,07	174,83 ± 36,95
C-HDL (mg/dL)	44,88 ± 6,44	45,80 ± 7,50
C-LDL (mg/dL)	103,70 ± 28,50	112,73 ± 32,03
TG (mg/dL)	83,29 ± 18,45	81,54 ± 13,96
TG/C-HDL	1,87 ± 0,39	1,82 ± 0,43

IMC: índice de masa corporal, CA: circunferencia abdominal, PAS: presión arterial sistólica, PAD: presión arterial diastólica, CT: Colesterol total, C-HDL: lipoproteína de alta densidad, C-LDL: lipoproteína de baja densidad, TG: Triglicéridos, HOMA-IR: homeostatic model assessment for insulin resistance. *p=0,0001

Existen estudios en los que se demuestra una tendencia al descenso en la capacidad funcional a lo largo de los años, debido a una disminución de la actividad física³².

En reposo existe un equilibrio entre la actividad simpática y parasimpática sobre el control de la FC, durante la actividad física se inclina hacia un predominio de la actividad simpática, aumentando así la FC³³. En este estudio el IC fue mayor en el grupo con hábito deportivo habitual, y aunque no hubo diferencia significativa, se pudo apreciar que el 8% del grupo control no pudieron alcanzar el 85% de la FC máxima calculada, lo cual ha sido reportado por Córdova y cols²⁵. Este hallazgo es importante de señalar ya que ello implica incompetencia cronotrópica, que es un predictor de eventos cardiológicos adversos e indicador del esfuerzo que pueden llevar a cabo; esto no se observa en personas con hábito deportivo, debido a que su condición física les confiere una mejor aptitud cardiorrespiratorio¹⁶.

Se ha descrito que el sistema cardiovascular interviene de forma crucial en el proceso de recuperación después de la actividad física, en virtud de que participa en procesos como la termorregulación, el transporte de nutrientes y eliminación de metabolitos³⁴; a su vez, el sistema nervioso autónomo afecta directamente a la FC. Es por ello que se ha propuesto que la recuperación autonómica cardíaca (a través de la variabilidad de la FC) refleja de forma confiable la recuperación de la homeostasis cardiovascular y, en consecuencia, el estado de homeostasis general³⁵. La medición de la restauración de la variabilidad del ritmo cardíaco es una evaluación no invasiva de la recuperación parasympática, cuyos valores normales no han sido establecidos en niños. En nuestro trabajo, se comparan los resultados de ambos grupos de estudio, y aunque no hubo diferencia significativa, los escolares con hábito deportivo habitual tuvieron una recuperación parasympática mayor en el segundo minuto ($69,06 \pm 12,29$ lpm) que el grupo control ($65,68 \pm 8,24$ lpm), lo cual sugiere que, de continuar con su entrenamiento hasta la adultez, se podría evitar la aparición de eventos cardiovasculares adversos.

La relación de la recuperación parasimpática y el VO_{2mx} no se encontró en este estudio, posiblemente por la edad del grupo de estudio, en quienes todavía no se notan los verdaderos beneficios de la actividad deportiva como se ha demostrado en adolescentes y adultos sanos que realizan actividad física frecuente³⁶⁻³⁸.

Las pruebas bioquímicas entre los grupos no fueron diferentes, excepto la glucosa, un resultado similar es reportado por Córdoba y cols²⁵, aunque otros autores han descrito valores menores de C-LDL, niveles de TG, HOMA-IR y aumento del C-HDL en niños con hábito deportivo³⁹⁻⁴⁰. La concentración promedio de glucosa, fue mayor en los escolares con hábito deportivo habitual, pero dentro de los límites normales.

Se concluye que en niños, la actividad física mejora la aptitud físico-motora y cardiorrespiratoria. Los niños con hábito deportivo habitual presentaron mejor capacidad aeróbica que el grupo control sin diferencia en la capacidad funcional y pruebas bioquímicas, reafirmando el efecto beneficioso del ejercicio sobre la salud de los niños.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores no tienen conflictos de interés.

AGRADECIMIENTO

Se agradece el financiamiento recibido por el Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico, Tecnológico y del Arte de la Universidad de Los Andes (CDCHTA-ULA) bajo el proyecto FA-498-11-07-B.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Mafulli N, Pintore E. Intensive training in young athletes. *Br J Sports Med* 1990;24:237-239.
- Becerro M. El niño y el deporte. 1ra Edición. Madrid. Editor: Santoja;1989:132-133.
- Karila C, de Blic J, Waernessyckle S, Benoist MR, Scheinmann P. Cardiopulmonary exercise testing in children: an individualized protocol for workload increase. *Chest* 2001;120:81-87.
- Varness T, Carrel A, Eickhoff J, Allen D. Reliable prediction of insulin resistance by a school-based fitness test in middle-school children. *Int J Pediatr Endocrinol* 2009;2009:487804. doi: 10.1155/2009/487804. Epub 2009 Sep 17.
- López J, Fernández A. Aspectos fisiológicos del ejercicio físico en la edad infantil. En: Lopez Chicharro J, Fernandez Vaquero A. *Fisiología del Ejercicio*. Editorial Panamericana, 3ra Edición, 2006:593-612.
- Armstrong N, Welsman JR. Aerobic fitness. In: Armstrong N, van Mechelen W, eds. *Paediatric exercise science and medicine*. Oxford: Oxford University Press,2000:65-74.
- Bar-Or O. Lo nuevo y lo viejo de la fisiología del ejercicio pediátrico. *Revista de Educación Física* 2014;31:1-7.
- Drinkard B, Roberts MD, Ranzenhofer LM, Han JC, Yanoff LB, Merke DP, Savastano DM, Brady S, Yanovski JA. Oxygen-uptake efficiency slope as a determinant of fitness in overweight adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:1811-1816.
- Legido Arce JC, Calderón Montero FJ. Fisiología del Ejercicio. In: Tresguerres JAF, Ariznavarreta C, Cachafeiro V, Cardinali D, Escrich E, Gil P, Lahero V, Mora F, Romano M, Tamargo J. *Fisiología Humana*. 5ta Edición, Madrid:Mc Graw-Hill Interamericana; 2005:1078-1096.
- Merí A. Fundamentos de Fisiología de la Actividad Física y el Deporte. 1ra Edición Editorial Médica Panamericana; 2005:54-86.
- Costill D, Wilmore J. Fisiología del esfuerzo y del deporte. Editorial Paidotribo, 2006:164-176.
- Barak OF, Ovcin ZB, Jakovljevic DG, Lozanov-Crvenkovic Z, Brodie DA, Grujic NG. Heart rate recovery after submaximal exercise in four different recovery protocols in male athletes and non-athletes. *J Sports Sci Med* 2011;10:369-275.
- Calderón FJ, Brita JL, González C, Machota V. Estudio de la recuperación de la frecuencia cardíaca en deportistas de élite. *Selección* 1997;6:101-105.
- Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of sport and exercise*. 3era Edición, United States: Editorial Human Kinetics; 2004.
- Obert P, Stecken F, Courteix D, Lecoq AM, Guenon P. Effect of long-term intensive endurance training on left ventricular structure and diastolic function in prepubertal children. *Int J Sports Med* 1998;19:149-154.
- Brubaker PH, Kitzman DW. Chronotropic incompetence: causes, consequences and management. *Circulation* 2011;123:1010-1020.

17. Kelley GA, Kelley KS. Effects of aerobic exercise on non-high-density cholesterol in children and adolescents: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Prog Cardiovasc Nurs* 2008;23:128-132.
18. Alexander P. Aptitud física, características morfológicas y composición corporal- pruebas estandarizadas en Venezuela. 1era Edición. Graficas Reus. Venezuela; 1995.
19. Klissouras V. Prediction of potential performance with special reference to hereditary. *J Sports Med Phys Fitness* 1973;13:100-107.
20. García JM, Ruiz JA, Navarro M. Bases teóricas del entrenamiento deportivo. SL Gymnos. 1er edición. 1996.
21. Bruce RA, Kusumi F, Hosmer D. Maximal oxygen intake and normographic assesment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am Heart J* 1973;85:546-562.
22. Chatrath R, Shenoy R, Serratto M, Thoele D. Physical fitness on urban american children. *Pediatr Cardiol* 2002;23:608-612.
23. García-Ortiz L, Grandes G, Sánchez-Pérez A, Montoya I, Iglesias-Valiente JA, Recio-Rodríguez JI, Castaño-Sánchez Y, Gómez-Marcos MA. Efecto en el riesgo cardiovascular de una intervención para la promoción del ejercicio físico en sujetos sedentarios por el médico de familia. *Rev Esp Cardiol* 2010;63:1244-1252
24. Rosillo I, Pitueli N, Corbera M, Lioi S, Turco M, D'Arrigo M, Robiolo A, Beloscar J. Perfil lipídico en niños y adolescentes de una población escolar. *Arch Argen Pediatr* 2005;103:293-297.
25. Cordova A, Villa G, Suredad A, Rodríguez-Marroyo J, Sánchez-Colladoe MP. Actividad física y factores de riesgo cardiovascular de niños españoles de 11-13 años. *Rev Esp Cardiol* 2012;65:620-626.
26. Ortega FB, Ruiz JR, Hurtig-Wennlöf A, Vicente-Rodríguez G, Rizzo NS, Castillo MJ, Sjöström M. Cardiovascular fitness modifies the associations between physical activity and abdominal adiposity in children and adolescents: the European Youth Heart Study. *Br J Sports Med* 2010;44:256-262.
27. Wang PG, Gong J, Wang SQ, Talbott EO, Zhang B, He QQ. Relationship of body fat and cardiorespiratory fitness with cardiovascular risk in Chinese children. *Plos One* 2011;6:e27896.
28. Chae HW, Kwon YN, Rhie YJ, Kim YS, Paik IY, Suh SH, Kim DH. Effects of a structured exercise program on insulin resistance, inflammatory markers and physical fitness in obese Korean children. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2010;23:1065-1072.
29. Ruiz JR, Castro-Piñero J, Artero EG, Ortega FB, Sjöström M, Suni J, Castillo MJ. Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *Br J Sports Med* 2009;43:909-923.
30. Lobelo F, Pate RR, Dowda M, Liese AD, Ruiz JR. Validity of cardiorespiratory fitness criterion-referenced standards for adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41:1222-1229.
31. Ronconi M, Alvero-Cruz JR. Respuesta de la frecuencia cardiaca y consumo de oxígeno de atletas varones en competiciones de duatlón sprint. *Apunts Med Esport* 2011;46:183-188.
32. Van der Cammen-van Zijp MH, Ijsselstijn H, Takken T, Willemsen SP, Tibboel D, Stam HJ, van del Berg-Emons RJ. Exercise testing of pre-school children using the Bruce treadmill protocol: new reference values. *Eur J Appl Physiol* 2010;108:393-399.
33. Pober DM, Braun B, Freedbon PS. Effects of a single bout of exercise on resting heart rate variability. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:1140-1148.
34. Fortney SM, Vroman NB. Exercise, performance and temperature control: temperature regulation during exercise and implications for sports performance and training. *Sports Med* 1985;2:8-20.
35. Stanley J, Peake JM, Buchheit M. Cardiac parasympathetic reactivation following exercise: implications for training prescription. *Sports Med* 2013;43:1259-1277.
36. Da Silva FD, Bianchini JA, Antonini VD, Hermoso DA, Lopera CA, Pagan BG, McNeil J, Nardo Junior N. Parasympathetic cardiac activity is associated with cardiorespiratory fitness in overweight and obese adolescents. *Pediatr Cardiol* 2014;35:684-690.
37. Buchheit M, Gindre C. Cardiac parasympathetic regulation: respective associations with cardiorespiratory fitness and training load. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2006;291:H451-H458.
38. Hautala AJ, Kiviniemi AM, Tulppo MP. Individual responses to aerobic exercise: the role of the autonomic nervous system. *Neurosci Biobehav Rev* 2009;33:107-115.
39. Klakk H, Andersen LB, Heidemann M, Moller NC, Wedderkopp N. Six physical education lessons a week can reduce cardiovascular risk in school children aged 6-13 years: a longitudinal study. *Scand J Public Health* 2014;42:128-136.
40. Salazar-Vázquez B, Rodríguez-Morán M, Guerrero-Romero F. Factores bioquímicos asociados a riesgo cardiovascular en niños y adolescentes. *Rev Med IMSS* 2005;43:299-303.