

# Cuantificación de la actividad física y comportamiento de la frecuencia cardiaca basal, en reposo y máxima, en escolares de 8 a 16 años, en altura.

## Quantification of physical activity and basal, rest and maximal heart rate behavior in scholar from 8 to 16 years old in altitude.

Victor M. Melgarejo<sup>1</sup>. Nicolás Barbosa<sup>2</sup>. Efraín Patiño<sup>3</sup>. Luis Salcedo<sup>4</sup>.

1 Estudiante de Maestría en Pedagogía de la Cultura Física, UPTC.

2 Docente Investigador Medicina del deporte, Universidad El Bosque, Universidad Santo Tomás. Docente catedrático UPTC.

3 Docente investigador Ingeniería de Sistemas, Universidad INCCA de Colombia.

4 Docente investigador, Estadística, UPTC.

<b>Recibido:</b>	01	06	2011	<b>Revisado:</b>	05	06	2011
<b>Corregido:</b>	07	06	2011	<b>Aceptado:</b>	20	06	2011

<b>Estilo de referencias:</b>	Vancouver x	APA 6	Harvard	ICONTEC
-------------------------------	-------------	-------	---------	---------

### RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la cantidad de Actividad Física (AF) y el comportamiento de la Frecuencia Cardiaca (FC) basal, en reposo y en esfuerzo máximo de los jóvenes de 10 a 16 años a la altura relativa de 2750 msnm

**Métodos:** Se aplicó la encuesta QAPACE en 14 sujetos (7 varones y 7 mujeres) para estimar la cantidad de AF expresada en gasto energético (GE)  $\text{kJ.kg}^{-1}.\text{día}^{-1}$ , se midió la FC basal ( $\text{l.min}^{-1}$ ) con monitor de ritmo cardiaco (MRC) mientras que la FC de reposo y máxima se obtuvieron bajo prueba ergométrica con (MRC) y electrocardiograma (ECG) controlados en los últimos 30 seg de la última etapa.

**Resultados:** La AF expresada en GE en varones y en mujeres fue de  $157,2 \pm 11,5$  y  $150,8 \pm 24,8 \text{ KJ.kg}^{-1}.\text{d}^{-1}$  respectivamente, la FC basal y en reposo en varones y mujeres fue  $57,8 \pm 10,9 \text{ l.min}^{-1}$ ,  $75,4 \pm 10,7 \text{ l.min}^{-1}$  y  $52,5 \pm 6,3$ ,  $68,5 \pm 9,2 \text{ l.min}^{-1}$ , respectivamente. La FC máx medida con monitor de ritmo cardiaco (MRC) y electrocardiograma (ECG) en varones fue de  $190 \pm 5,9 \text{ l.min}^{-1}$  y  $188,5 \pm 6,1 \text{ l.min}^{-1}$ ; en mujeres fue de  $187,4 \pm 5,26$  y  $185,1 \pm 5,1 \text{ l.min}^{-1}$ , respectivamente.

**Conclusiones:** El ritmo cardiaco medido por monitor y ECG mostró una diferencia de 2 a 3 l.min<sup>-1</sup> más por monitor, por lo cual se escoge el ECG por ser el patrón Estándar de medición. El almacenamiento, la depuración y análisis de los datos, se hizo en Excel 2007. El estudio es factible de ser realizado en poblaciones más grandes de niños de ambos géneros entre los 10 y los 16 años de edad.

**Palabras clave:** Altitud, Frecuencia cardiaca, Actividad física, cuantificación, Escolares

## ABSTRACT

**Objective:** We evaluated the instruments were to be applied in the main study, a sample of 17 students of both genders between the ages of 8 and 16 in height and verify the feasibility of the project in the study population.

**Methods:** QAPACE survey was applied with 14 subjects (7 men and 7 women) to estimate the amount of PA expressed in energy expenditure (GE, KJ.kg<sup>-1</sup>d<sup>-1</sup>), and measured baseline HR (l. min<sup>-1</sup>) with a heart rate monitor (HRM) on the other hand resting and maximum HR were obtained under ergometric test with HRM and electrocardiogram (ECG) verified at the last 30 sec of the last stage.

**Results:** The PA expressed in GE in men and women was 157.2 ± 11.5 and 150.8 ± 24.8 KJ.kg<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> respectively, The basal HR and at rest in men and woman was 57.8 ± 10.9 l.min<sup>-1</sup>, 75.4 ± 10.7 l.min<sup>-1</sup> and 52.5 ± 6.3, 71.4 ± 8.2 l.min<sup>-1</sup>, respectively. HRmáx measured by heart rate monitors and ECG in males was 190 ± 5.9 and 188.5 l.min<sup>-1</sup> ± 6.1 l.min; in women was 187.4 ± 5, 26 and 185.1 ± 5.1 l.min<sup>-1</sup> respectively.

**Conclusion:** QAPACE survey was understood and answered by all subjects in an average time of 15 minutes. Children from 8 to 9 years old were not able for the ergometer; they were not involved in the pilot study, it was decided to choose the population aged among 10 to 16 years old for the main study. Heart rate results from ECG monitor showed a difference of 2 to 3 l.min<sup>-1</sup> more by monitor, which is chosen as the standard ECG measurement standard. The storage, purification and analysis of data was made in Excel type spreadsheets. The Study is feasible of being conducted in larger populations of children of both genders between 10 and 16 years of age.

**Key words:** altitude, Heart rate, Physical activity, Quantification, Scholars

## INTRODUCCIÓN

La actividad física (AF) es definida como cualquier movimiento músculo esquelético que implica gasto energético por encima del consumo basal (Caspersen1985 y WHO, 1989). En este nuevo milenio se ha incrementado el sedentarismo especialmente en los jóvenes, debido a los avances tecnológicos del internet, video juegos y programas de TV que no son proactivos, los cuales están llevando a esta población a adquirir enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) a muy temprana edad (Genevieve, N. H. y col. 2010; Jacoby, E. y col. 2003). Los estudios de las dos últimas décadas muestran que el ejercicio vigoroso apoyado en actividades lúdicas (Wickel, E. y col. 2007) genera mayor protección de adquirir desde temprana edad las ECNT. (Tarducci, G. 2001). Como la (AF) está relacionada con la salud de la persona, es creciente el interés por realizar diferentes tipos de estudios epidemiológicos en especial en jóvenes. (Chinapaw y col, 2010; Cazuya de Farias y col. 2011). y puede ser medida tanto objetiva como subjetivamente y cada uno aporta instrumentos diseñados para adaptarse a la población cumpliendo criterios de confiabilidad y validez. En este sentido se escogió el Cuestionario QAPACE 2007 (Barbosa, N.y Col. 2007; Chinapaw y col. 2010; Cazuya de Farias y Col. 2010).

La frecuencia cardíaca (FC) es un signo vital que puede ser medida en estado basal, en reposo, en esfuerzo como en recuperación y tiene como aplicaciones conocer el estado de salud y prescribir el ejercicio físico entre otros (Robergs, A.R. y col. 2002; Bouzas, J. y col. 2010). Es poco conocido el comportamiento de la FC en niños (Leite do Prado, M. 2010), la cantidad de AF y la condición física de poblaciones en crecimiento y desarrollo (8 a 16 años) en la altura moderada (relativa)

La FC y la cantidad de AF, cambian en conjunción con el crecimiento y el desarrollo (Bar Or, 2006; Cossio-Bolaños y Col. 2011) Otros factores a tener en cuenta son la influencia genética (Heath, D. and Williams, D. 1981) y el medio ambiente. (hipoxia) (Richalet, J. y col. 1991). se sugiere por parte de algunos investigadores realizar estudios en poblaciones residentes por encima de los 1.500 msnm (Cossio-Bolaños, M.A. y col. 2011) como el realizado en ciudad de México por Hernández, J.E. y col. 2000. en una población de entrenados y no entrenados, por ser poco investigada la influencia de la altura en el comportamiento de la FC durante el ejercicio físico en especial en estado aeróbico.

Es creciente el interés investigativo por medir la cantidad de AF porque aumentada es un agente protector de enfermedades crónicas para relacionarla con la FC y el GE diario de los jóvenes (Bouzas, J. O, y col, 2010; 27. Barbara, M. y col. 2.000) porque es conocida una relación lineal entre la FC y el GE (Valanou, E.M. y col. 2007), además hay una creciente preocupación de aportar razones a las políticas públicas de

distintos gobiernos sobre la promoción de la salud y prevención de la enfermedad. (Belcher, B. y Col. 2010; Wickel, E. y col. 2007; Filozof, C. y col. 1999).

El propósito de este estudio es conocer la cantidad de la AF y el comportamiento de la FC basal, en reposo y en esfuerzo máximo de los jóvenes de 10 a 16 años a la altura relativa de 2750 msnm, siguiendo la clasificación de altura de Bartsch, P. y col. 2008.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se escogieron 17 jóvenes voluntarios. 9 varones y 8 mujeres con edades entre 8 y 16 años para la prueba piloto realizada en los meses de junio y julio de 2011. Las medidas obtenidas permitieron establecer que los voluntarios se encuentran dentro de los límites normales de desarrollo y crecimiento según el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) (25 al 90 percentil) Los niños y los padres conocieron todos los componentes del estudio y firmaron el consentimiento informado. El comité de investigación y bioética de la UPTC aprobó el diseño y aplicación del estudio de la cuantificación de la AF y el comportamiento de la FC en la población objeto. En el laboratorio de Fisiología de esfuerzo de la UPTC se realizó la prueba de cicloergometría y demás mediciones, actividades que se hicieron durante una semana, al término de ella se reunieron a todos los sujetos para que respondieran la encuesta QAPACE 2007.

### **ANÁLISIS DE DATOS**

La edad fue tomada del documento de identidad. Se tomó el peso corporal en la báscula digital Tanita B-682 con una precisión de 0,1 kg, la estatura con estadiómetro y precisión de 0,1 cm en pared. El IMC (peso sobre estatura en  $\text{cm}^2$ .) y el NSE de la factura de un servicio público (agua o luz). Aplicación de la encuesta QAPACE 2007. La FC basal se midió con monitor de ritmo cardiaco colocado mientras dormía. la FC de reposo se midió luego de 10 minutos en posición supina con ECG. La prueba de esfuerzo maximal con el protocolo Hebestreit (Hebestreit, 2.000) modificado por QAPACE 2007, (Barbosa y Col, 2007) se hizo en cicloergómetro Dinavit Meditronic 4.0; el control de la FC<sub>máx</sub> en esfuerzo con ECG en los últimos 30 seg. de la última etapa.

### **Análisis Estadístico**

Para cada una de las variables que hacen parte del estudio, discriminadas por género (damas, varones) y teniendo en cuenta el número de estudiantes se construyó un intervalo de confianza del 95% empleando la prueba T para una muestra con 6 grados de libertad (g.l). En cada una de las categorías de género se realizó una prueba de correlación entre las variables FC de reposo, FC<sub>máx</sub> y GE. Por último se realizó una comparación de medias a través de una ANOVA de un factor con dos tratamientos a un nivel de confianza del 95%, las comparaciones se realizaron tomando las categorías de género y las variables analizadas son FC de reposo, FC máxima y gasto energético; el nivel de confianza empleado es del 95%.

### Control De Sesgos

En el grupo de jóvenes se tomó la edad decimal. La cuantificación de la AF se expresó en GE mediante la encuesta QAPACE. La medición de FC basal se hizo mediante monitoreo de ritmo cardiaco, banda transmisora sin reloj (evita la distracción y el juego) que se descarga directamente al computador por software. La FC<sub>máx</sub> en reposo y esfuerzo mediante ECG en los últimos 30 segundos de la etapa final.

### RESULTADOS

Se presenta el valor de la media y de la desviación estándar para las variables en estudio y agrupadas por género. (Tabla No 1) El intervalo de confianza para la edad (en años) para hombres y mujeres fue de 11.1-15.3 y 11.3-15.0 respectivamente; para las variables básicas antropométricas: peso (en Kg) para los varones y mujeres fue de 31.2-61.2 y 39.3-50.0 respectivamente; la talla (en cm) para los varones y las mujeres fue de 141.1-168.1 y 148.4-156.8, respectivamente; el índice de masa corporal, IMC (en Kg.m<sup>2</sup>) para varones y mujeres fue de 15.9-21.4 y 17.1-20.2, respectivamente; el Nivel Socio Económico (NSE) para varones y damas fue de 2 que corresponde a una familia de estrato bajo, tipo pobreza. (Tabla No 1)

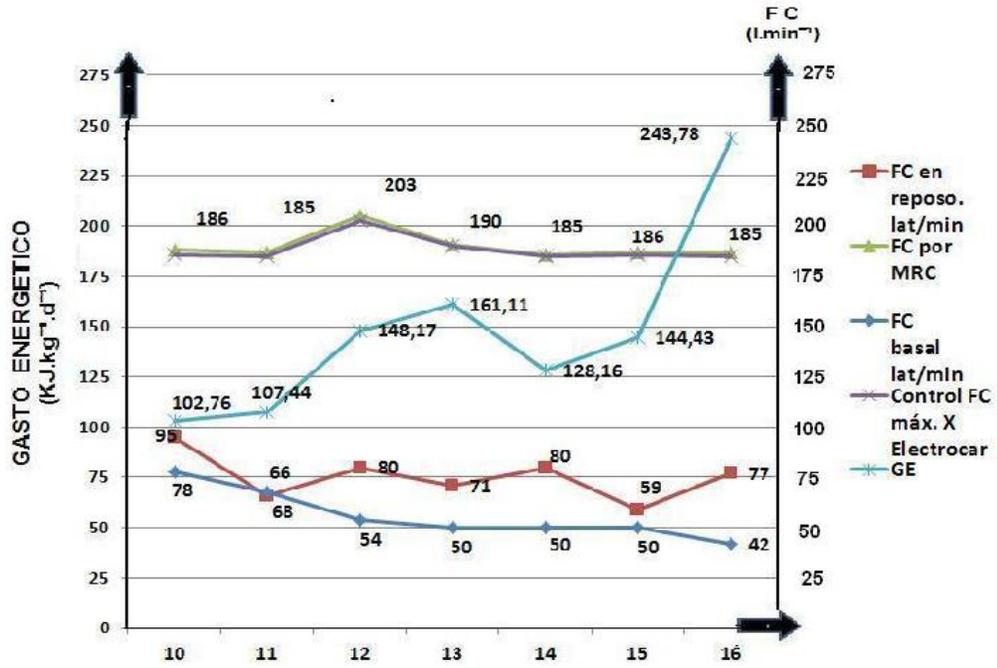
El intervalo de confianza para el Gasto Energético (en KJ.kg<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>) para varones y damas esta dado por 104.2 - 191.7 y 128.4 - 175.9 respectivamente; sobre la FC se aporta la basal (l.min<sup>-1</sup>) medida durante el sueño que en varones y en damas fue de (44.4 - 67.5) y (46.2 - 58,9), respectivamente. La FC en Reposo (en l.min<sup>-1</sup>) para varones y las damas fue de 64.7 - 86.1 y 59.1 - 75.6, respectivamente. La FC<sub>máx</sub> (l.min<sup>-1</sup>) medida con monitor de ritmo cardiaco en varones y damas fue de 183.9 - 196,3 y 182.1 - 192,6, respectivamente. (Tabla No 1) (Gráficas 1 y 2)

Tabla No.1. Variables básicas, gasto energético y comportamiento de la FC, límites superior e inferior de las variables.

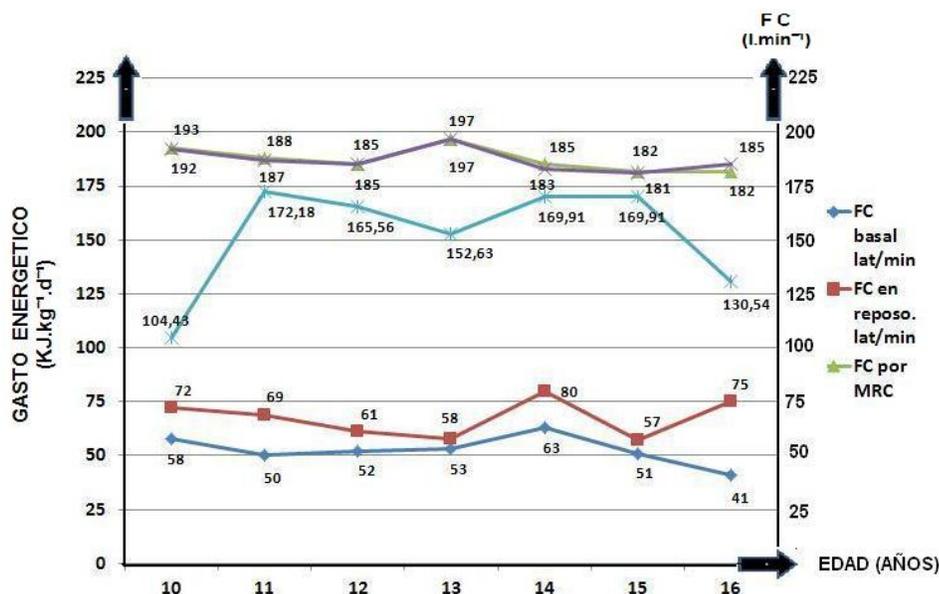
VARIABLE	VARONES	DAMAS
	N = 7	N = 7
	L inf - L sup	L inf - L sup
Edad decimal	11,1 - 15,3	11,3 - 15,0
Peso en kg	31,2 - 61,2	39,3 - 50,0
Talla en cm	141,1 - 168,1	148,4 - 156,8
IMC p/m <sup>2</sup>	15,9 - 21,4	17,1 - 20,2
Gasto energético KJ.Kg <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup>	104,2 - 191,7	128,4 - 175,9
FC basal (l.min <sup>-1</sup> )	44,4 - 67,5	46,2 - 58,9
FC en reposo (l.min <sup>-1</sup> )	64,7 - 86,1	59,1 - 75,6
FC <sub>máx</sub> (l.min <sup>-1</sup> )*	183,9 - 196,3	182,1 - 192,6

Temperatura amb. 18°C  
\* Por ECG

Humedad relat. 59% P.  
bar.553 mmhg



Grafica No 1. Comportamiento del GE y de la FC basal, en reposo y máxima en grupos de edad de los varones.



Grafica No 1. Comportamiento del GE y de la FC basal, en reposo y máxima en grupos de edad de las mujeres..

Según la correlación de Pearson para para las variables FC reposo, FC máxima y Gasto energético de acuerdo con los resultados se observa que no existe correlación entre las variables mencionadas para las dos categorías de Género; así mismo las significancias de la prueba son superiores al 44%, lo cual indica que estos valores pueden haberse dado más por el azar y no por una ausencia de correlación.

El análisis por ANOVA correspondiente a las variables GE, FC basal, FC de reposo y FCmáx no existe diferencia significativa entre el GE, FC basal, FC de reposo y FCmáx. para hombres y para mujeres.

## DISCUSIÓN

Por ser esta la primera etapa de un estudio principal y con el fin de conocer las características de presentación, se tomaron como referentes dos (2) estudios piloto: 1. "Changes in heart rate with refeering in anorexia nervosa. A pilot study". Misayaka, N. y Col. 2005 y 2. "The effect of free fly expertise on cervical joint position sense: A pilot study". Pinisault, N. y col. 2009. Cuyos objetivos eran el uno analizar la FC antes y después del proceso de retroalimentación en anorexia nerviosa y la posición articular cervical en vuelo libre. En el 1<sup>er</sup> estudio se registraron datos de FC y GE, el

análisis estadístico se realizó con media y DS y correlación de Pearson y concluyeron que no encontraron correlación entre la AF y la FC. en el 2<sup>do</sup> estudio las dos variables se presentaron con la media y DS, y la significancia P para comparación con la prueba de Pearson. ( $p < 0.05$ ) con esos hallazgos sugieren que el “sentido de posición articular cervical puede mejorarse mediante una amplia formación deportiva específica”.

Barbosa, N. y Col. 2007. En el estudio 2 de la investigación presenta datos demográficos de una muestra de 36 sujetos varones (18) y mujeres (18) así: para la edad  $12 \pm 2.7$  años y  $12,0 \pm 2.7$  años, respectivamente; peso  $42,7 \pm 16,3$  kg y  $41,2 \pm 6,9$  kg respectivamente; talla  $142 \pm 16$  cm y  $142 \pm 12$  cm respectivamente; el GE por encuesta  $135,5 \pm 28,8$  KJ.kg<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup> y  $115,9 \pm 15,6$  KJkg<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup> respectivamente; la FC<sub>máx</sub> en esfuerzo  $188,6 \pm 8,3$  l.min<sup>-1</sup> y  $184,8 \pm 11,1$  l.min<sup>-1</sup> respectivamente. En el presente trabajo para una muestra de varones (7) y mujeres (7) se obtuvieron los siguientes datos: edad para varones y mujeres  $13.2 \pm 2.2$  y  $13.2 \pm 1.9$  respectivamente; peso  $46.2 \pm 16.2$  kg y  $44.7 \pm 5.79$  kg respectivamente; talla  $154.6 \pm 14.6$  cm y  $152.6 \pm 4.57$  cm respectivamente; GE por encuesta  $147.9 \pm 47.3$  KJkg<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup> y  $152.1 \pm 25.68$  KJkg<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup> respectivamente; la FC<sub>máx</sub> en esfuerzo  $190.1 \pm 6.7$  l.min<sup>-1</sup> y  $187.4 \pm 5.68$  l.min<sup>-1</sup>. En un análisis comparativo entre estas dos muestras el GE por encuesta presenta valores superiores para varones y mujeres de  $19,7$  KJ.kg<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup> y  $35,1$  KJ.kg<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>. al realizar la prueba T para comparar la media de GE (mujeres) obtenida por Barbosa y la encontrada en el estudio se establece que existe diferencia significativa entre los dos valores empleando un nivel del 95%. Es decir que estadísticamente se considera  $152.1 > 115.9$  KJkg<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>. Y al realizar la prueba T para comparar la media de GE (hombres) obtenida por Barbosa y la encontrada en el estudio se establece que no existe diferencia significativa entre los dos valores empleando un nivel del 95%. es decir que estadísticamente se considera  $135.5 = 147.9$  KJkg<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>. Sobre la FC<sub>máx</sub>. una diferencia mayor en varones y mujeres de  $1,5$  l.min<sup>-1</sup> y  $2,6$  l.min<sup>-1</sup> de este estudio y realizada la prueba T para comparar la media de FC<sub>máx</sub> (mujeres) obtenida por Barbosa y la encontrada en el estudio se establece que no existe diferencia significativa entre los dos valores empleando un nivel del 95%. es decir que estadísticamente se considera  $184.8 = 187.4$  l.min<sup>-1</sup>.

Ambas poblaciones respondieron la encuesta Qapace para determinar el GE y realizaron el mismo protocolo en la prueba de esfuerzo, (Hebestreit) los participantes de este estudio han hecho el esfuerzo máximo a 1<sup>o</sup> grado mayor de exposición a hipoxia natural y de acuerdo a las conclusiones de otros trabajos deberían haber presentado menor FC, entonces se podría suponer que esta mayor capacidad de trabajo cardiaco es derivada de la adaptación y herencia genética a la altitud moderada, por lo cual se deben valorar muestras más grandes de poblaciones.

El estudio de Blom, E. y col. 2009, desarrollado en Suecia correlaciona la FC con PA por entrevista en noventa y nueve jóvenes (66 varones y 33 mujeres) con edades entre los 15 a los 17 años; se propusieron saber la cantidad de actividad física, alta o

baja frecuencia, otros estilos y hábitos de vida como la alimentación, fumar, sueño y además como las características físicas (Talla, peso IMC, y demás.) para relacionarlas con FC de reposo que mostró  $74 \text{ l.min}^{-1}$  muy similares a los encontrados en la población de esta investigación

Comparando los resultados presentados por Fleming, S. y col, 2011 en "Normal ranges of heart rate and respiratory rate in children from birth to 18 years age: a systematic review of observational studies" con los de este estudio se deduce que la FC del grupo de 10 años y 11 años se ubicó en el percentil 25 y los grupos de 12 - 13 años, 14 - 15 años y 16 -17 años se ubican en el percentil 50, lo cual permite calificarlos como valores de normalidad.

La investigación realizada por Hernández, J. E. y col. 2000. en Ciudad de México a 2.442 msnm fue un estudio observacional no aleatorizado en sujetos sanos de ambos géneros con edades entre  $47,62 \pm 13,6$  y  $49,6 \pm 13,7$  para hombres y mujeres respectivamente, prueba de esfuerzo en banda con el protocolo de bruce, razones por la cual no se comparan con los de este estudio y concluyó que la FC<sub>máx</sub> en la altura de ciudad de México es menor que la reportada por la literatura.

El estudio realizado por Leite do Prado, M y col. 2010, en 25 Niños (15 M y 10 F) sanos, entre las edades de  $10,2 \pm 0,2$  y cuyas características físicas son peso:  $38,6 \pm 1,6$  kg; talla:  $143,4 \pm 0,0$  cm; e IMC:  $18,7 \pm 0,5$  p/m<sup>2</sup>; y comparados con los de este estudio (grupo de 10 y 11 años) peso: 37,7 kg; talla 144,4 cm y 17,7 p/m<sup>2</sup>; los datos fueron obtenidos con metodologías similares a las del presente estudio, sin diferencias significativas. Sobre la FC los datos de reposo fueron  $89,1 \pm 4,0 \text{ l.min}^{-1}$  y máxima de  $191,7 \pm 2,6 \text{ l.min}^{-1}$ ; que comparados con los obtenidos en este estudio FC de reposo  $80,5 \pm 20 \text{ l.min}^{-1}$  y máxima  $191,3 \pm 0,7 \text{ l.min}^{-1}$ , muestra que la FC de reposo es  $> 8,6 \text{ l.min}^{-1}$  entre las cuales la significancia ( $p= 1$ ) y las FC<sub>máx</sub> obtenidas son similares; es de acotar que la prueba de esfuerzo la realizan en banda a nivel del mar y la de este estudio es en cicloergómetro a 2750 msnm. es decir en hipoxia relativa de 12%. que permite sugerir que los jóvenes de este estudio que residen en altura moderada pueden tener mejor capacidad de trabajo cardiaco.

En la evaluación de desempeño en ejercicio realizada en adolescentes turcos y presentada por Bekir, Q. y col. 2005, que evaluó a 259 adolescentes sanos con edades de  $13,4 \pm 0,8$  y  $13,3 \pm 0,8$  para hombres y mujeres respectivamente, reportaron una FC de reposo en varones y mujeres de  $90,7 \pm 17,3$  y  $85,6 \pm 14,2 \text{ l.min}^{-1}$  respectivamente, estudio que concluyó que la frecuencia cardiaca estadísticamente fue significativamente mayor en mujeres que en hombres ( $p < .05$ ). Estos resultados comparados con los obtenidos en el presente estudio en el grupo de edad para hombres y mujeres fue  $13,28 \pm 2,27$  y  $13,24 \pm 1,99$  y FC de reposo  $75,3 \pm 11,5 \text{ l.min}^{-1}$  y  $67,48 \text{ l.min}^{-1}$  respectivamente, (en los que estadísticamente no existe diferencia

significativa) comparados los datos de estos dos estudios se encuentra que siendo valores relativamente altos en 15,3 y 18,2 l.min<sup>-1</sup> respecto de la muestra, estadísticamente no muestran diferencias significativas. Aunque los resultados sugieren que los evaluados en altura moderada tiene mejor FC de reposo.

Wallis L.A. y col. 2006 en el trabajo investigativo comparan los rangos de tasa cardíaca y respiratoria en reposo de escolares sanos de Sur Africa con los rangos de referencia de la United Kingdom (UK) cuyos resultados presentan edad y tasa cardíaca así 10 A - 84 l.min<sup>-1</sup>, 11 A - 82 l.min<sup>-1</sup> 12 A - 80 l.min<sup>-1</sup>, 13 A - 78 l.min<sup>-1</sup>, 14 A - 79 l.min<sup>-1</sup>, 15 A - 78 l.min<sup>-1</sup> y 16 A - 72 l.min<sup>-1</sup>, con los obtenidos en este estudio 10 A y 83,5 l.min<sup>-1</sup>, 11 A y 67,5 l.min<sup>-1</sup>, 12 A y 70 l.min<sup>-1</sup>, 13 A y 64,5 l.min<sup>-1</sup>, 14 A - 80 l.min<sup>-1</sup>, 15 A y 58 l.min<sup>-1</sup> y 16 A y 76 l.min<sup>-1</sup> y comparados con esos rangos de referencia de la UK y Sur Africa con los del presente estudio no muestran diferencias significativas, aunque los evaluados en este estudio residen en altura moderada.

## CONCLUSIONES

La encuesta QAPACE fue comprendida y respondida por todos los sujetos en un tiempo promedio de 15 minutos. Los niños de 8 y 9 años, no se adaptaron al cicloergómetro Dinavit 400, porque este equipo no permite graduación para poblaciones de extremidades inferiores cortas por lo cual no participaron y el estudio piloto se realizó con 14 jóvenes; se decidió escoger la población de 10 a 16 años, para el gran estudio, quienes si lograron realizar la prueba. Como se observó una diferencia de 2 a 3 l.min<sup>-1</sup> más por monitor de ritmo cardíaco que por ECG, se escoge este último para el gran estudio, por ser el patrón Estándar de medición. La base de datos utilizada, Excel versión 2007, garantizó el almacenamiento de la información para su depuración y análisis de datos. El estudio es factible de ser realizado en poblaciones más grandes de niños de ambos géneros entre los 10 y los 16 años de edad.

Se observó que no existe correlación entre las variables GE y FC de reposo y máxima para las dos categorías de Género, porque las significancias de la prueba son superiores al 44%, lo cual indica que estos valores pueden haberse dado más por el azar y no por una ausencia de correlación.

Se deben realizar este tipo de estudios en poblaciones más grandes para demostrar la relación entre GE y FCmáx en jóvenes, residentes en alturas moderadas.

## AGRADECIMIENTOS

A los escolares que voluntariamente aceptaron la invitación a participar de este estudio piloto. Al Grupo de Investigación QAPACE, por su continua asesoría, préstamo de equipo y autorización para aplicar la Encuesta. A la Dra. Ana Mercedes Uribe, representante de SUUNTO en Colombia por facilitar el monitor de ritmo

cardiaco (MRC) Memory Belt para las mediciones de frecuencia cardiaca: al Laboratorio de Fisiología de esfuerzo de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y a los estudiantes de Educación Física Meyer Ricardo Acosta C. y Jorge Cano González.

## Referencias

1. Caspersen CJ, Powel KE, Cristhiansen GM. Physical activity exercise and physical fitness. Definitions and distinctions for health-related research. Public Health Rep. 2005: 126 - 131.
2. Genevieve N, Neville O. Conducta sedentaria y biomarcadores del riesgo cardiometabólico en adolescentes: un problema científico y de salud pública emergente. Rev Esp Cardiol. 2010: 63(3):261- 4.
3. Jacoby E, Bull F, Neiman A. Cambios acelerados del estilo de vida obligan a fomentar la actividad física como prioridad en la Región de las Américas. Rev Panam Salud Publica vol.14 no.4 Washington. 2003: 23-28.
4. Wickel E, Eisenmann J. Contribution of Youth Sport to Total Daily Physical Activity among 6- to 12-yr-old Boys. The american college of sports medicine. 2007: 45-53.
5. Tarducci G. Actividad física y prevención de enfermedades no transmisibles. Rev. Educación Física y Ciencia. Año 5. 2010: 16-22.
6. Chinapaw M, Mokkink L, Van Poppel M, Mechelen W, Terwee C. Physical Activity Questionnaires for Youth. A Systematic Review of measurement Properties. Medicine & Science In Sports & Exercise. 2010: 34-41.
7. Cazusa de Farias J, Silva A, Antonio A. Validity and reliability of self-report instruments for measuring physical activity in adolescents: a systematic review. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2010: 26(9):1669-1691.
8. Barbosa N, Sánchez C, Vera J, Pérez W, Thalabard J, Rieu M. A physical activity questionnaire: Reproducibility and validity. Journal of Sports Science and Medicine. 2007: 21-32.
9. Chinapaw M, Mokkink L, Van Poppel M, Mechelen W, Terwee C. Physical Activity Questionnaires for Youth. A Systematic Review of measurement Properties. Medicine & Science In Sports & Exercise 2010: 56-63.
10. Cazusa de Farias J, Silva A, Antonio Florindo, A. Validity and reliability of self-report instruments for measuring physical activity in adolescents: a systematic review. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 26(9):1669-1691.
11. Robergs A. R, Landwehr R. La sorprendente historia de la ecuación "FC<sub>máx</sub> = 220 - edad". An international Electronic Journal. Vol.5. N. 2 may. JEP online. Traducción de Ricardo L. Scarfó. 2002.
12. Tanaka H, Monahan K, Seals D. Age-Predicted Maximal Heart Rate Revisited. Journal of the American College of Cardiology Vol. 37, No. 1. 2001: 32-36.
13. Bouzas J, Da Silva D, De Oliveira B, Cerqueira S, Bandeira C. Frecuencia cardiaca máxima obtenida y predicha: estudio retrospectivo. Revista Andaluza del deporte. 2010: 15-19.
14. Leite do Prado M, Wanderley A, Pinto M, Ferreira L, Matos L, Negrão C, Credidio I. Cardiorespiratory Responses during Progressive Maximal Exercise Test in Healthy Children Instituto do Coração da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - InCor-HCFMUSP, São Paulo, SP – Brazil. Arq Bras Cardiol 2010; 94(4):464-470.
15. Bronikowski M, Maciaszek J, Szczepanowska E, Tarnas J, Woźniak W. Dominant determinants in cardio-respiratory endurance in 13 years old boys and girls. Medicina Sportiva. 2007: 34-51.
16. Bar Or O. La Actividad y la Aptitud Física durante la Niñez y la Adolescencia y el Perfil de Riesgo en el Adulto. PubliCE Standard. Pid: 725.
17. Cossio-Bolaños M.A, De Arrúa M, Núñez V, Lancho A. Efectos de la altitud sobre el crecimiento físico en niños y adolescentes. Rev. Andal Med. Deportes; 2011: 04: 71 – 6 – vol 04, num 02.
18. Hernández J.E, Sierra L.M, Pichel D. Frecuencia cardiaca máxima durante la prueba de esfuerzo en banda en 1853 sujetos sanos. Su relación con la edad y bajo las condiciones atmosféricas de la ciudad de México. Archivo Instituto cardiología de México. Vol 70 2000: 258 - 264
19. Crespo I, Valera J, Gonzales G, Guerra-García R. Crecimiento y desarrollo de niños y adolescentes a diversas alturas sobre el nivel del mar. Acta Andina. 4 (1) 1995: 53 – 64.
20. Heath D, Williams D. Man at high altitude. Edit. Churchill Livingstone. 2da. 1981: 40-51.
21. Cueto M. Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines. Entre la teoría y la técnica: los inicios de la fisiología de altura en el Perú. 19, N° 2, 1990: 431-441.
22. Richalet J, Herry J. Médecine L'Alpinisme. 1991. Edit. Masson. 2da. Ed.

23. Chapman R, Stray-Gundersen J, Levine B. Epo production at altitude in elite endurance athletes is not associated with the sea level hypoxic ventilator response. *Journal of Science and medicine in Sports*. Elsevier 2010: 32-36.
24. Bouzas J, Ottoline N, Delgado M. Aplicaciones de la frecuencia cardíaca máxima en la evaluación y prescripción de ejercicio. *Apuntes Med Espor* 2010.
25. Barbara M, Livingstone E, Robson P, Totton M. Energy expenditure by heart rate in children: an evaluation of calibration techniques m. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. by the American College of Sports Medicine 2000: 15-23.
26. Valanou E, Bamia C, Trichopoulou A. Methodology of physical-activity and energy expenditure assessment: a review. *J Public Health* (2006) 14: 58–65.
27. Belcher B, Berrigan D, Dodd K, Emken A, Ping Chou C, Spruijt-Metz D. Physical Activity in US Youth: Effect of Race/Ethnicity, Age, Gender, and Weight Status. *Medicine & Science In Sports & Exercise* 2010: 35-41.
28. Wickel E, Eisenmann J. Contribution of Youth Sport to Total Daily Physical Activity among 6- to 12-yr-old Boys. *The american college of sports medicine* 2007: 55-61.
29. Filozof, C. González, C.. Perman, M. Salinas, R. 1999. Medición del gasto energético en niños a partir de la frecuencia cardíaca y actividad. *Medicina*. Buenos Aires. 59: 727-730.
30. Bartsch P, Saltin B. General introduction to altitude adaptation and mountainsickness. *Scand J Med Sci Sports*, 2008; 18(Suppl. 1), 1-10.
31. Nahoko M, Kazuhiro, Yoshiuchi K, Kumano H, SasaKi, Kuboki, T. Changes in heart rate with refeering in anorexia nervosa. A pilot study". *Journal of Psychosomatic Research* 2006: 61 571– 575.
32. Pinsault N y col. The effect of free fly expertise on cervical joint position sense: A pilot study. *Research in Sport Medicine* 2009: 17:28-34.
33. Blom E, y col. Heart rate variability is related self-reported physical activity in a healthy adolescent population. Olsson E, Serlachius E, Ericson M, Ingvar M. *Eur J Appl Physiology* 2009: 106:877-833
34. Fleming S, Thompson M, Stevens R, Heneghan C, Plüddemann A, Maconochie I, Tarassenko L. Mant D. Normal ranges of heart rate and respiratory rate in children from birth to 18 years age: a systematic review of observational studies. *The Lancet*. Vol 377. March 19, 2011.
35. Leite do Prado M, Wanderley A, Pinto M, Ferreira L, Matos L, Negrão C. Credidio I. Cardiorespiratory Responses during Progressive Maximal Exercise Test in Healthy Children Instituto do Coração da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - InCor-HCFMUSP, São Paulo, SP – Brazil. *Arq Bras Cardiol* 2010; 94(4):464-470.
36. Bekir Q y col. Evaluation of exercise performance in healthy turkish adolescents. *Intern. J. Neuroscience* 2005: 115:1033-1039. Taylor & Francis Group.
37. Wallis A, Maconochie I. Age related reference ranges of respiratory rate and heart rate for children in South Africa. *Arch Dis Child* 2006; 91:330–333.

### COMO CITAR ESTE ARTICULO:

MelgarejoVM, Barbosa N, Patiño E,. Salcedo L, Cuantificación de la actividad física y comportamiento de la frecuencia cardíaca basal, en reposo y máxima, en escolares de 8 a 16 años, en altura. *Rev salud hist sanid on-line* 2011; 6(1):13-24. Disponible en: <http://www.histosaluduptc.org/ojs-2.2.2/index.php?journal=shs>. Consultado en: (fecha de consulta)

*Los textos publicados en esta revista pueden ser reproducidos citando las fuentes.  
Todos los contenidos de los artículos publicados, son responsabilidad de sus autores.*

**Copyright.** Revista Salud Historia y Sanidad ©

Grupo de Investigación en Salud Pública GISP-UPTC  
Grupo de investigación Historia de la salud de Boyacá.

Tunja 2011