



CARDIOLOGÍA DEL ADULTO – ARTÍCULO ORIGINAL

Análisis de la aptitud aeróbica en jóvenes fumadores aparentemente sanos[☆]



Ana I. García^{a,*}, Alba L. Pachón^b, Patricia Garay^c y Luis F. Santiago^d

^a Universidad Manuela Beltrán, Bogotá, Colombia; Grupo de Investigación: CUIDADO CARDIORRESPIRATORIO

^b Laboratorio de Fisiología del Ejercicio, Centro de Investigación de la Cultura Física, Escuela de Cadetes José María Córdova, Bogotá, Colombia; Grupo de Investigación: RENFIMIL

^c Liga Colombiana contra el Infarto y la Hipertensión, Bogotá, Colombia

^d Instituto de Investigación Endocrinológica, ENDOCARE, Bogotá, Colombia

Recibido el 4 de octubre de 2013; aceptado el 2 de mayo de 2014

Disponible en Internet el 30 de septiembre de 2014

PALABRAS CLAVE

Prevención primaria;
Tabaquismo;
Test

Resumen

Introducción y objetivo: Desde el punto de vista etiológico, el hábito del tabaquismo se asocia con diversas enfermedades del sistema respiratorio, hecho que ocasiona una disminución acelerada de la función ventilatoria y la condición física. Sin embargo, esta relación ha sido poco explorada en población militar. Por tanto, el objetivo de este estudio fue examinar la aptitud aeróbica en hombres jóvenes fumadores, aparentemente sanos, pertenecientes a la Escuela de Cadetes José María Córdova.

Materiales y métodos: Estudio observacional, descriptivo y transversal en 43 hombres militares aparentemente sanos; 21 fumadores activos (12 meses de exposición) y 22 no fumadores, con edad promedio de $19 \pm 1,1$ años. La aptitud aeróbica fue estimada mediante el test de Course-Navette (test de Leger), como indicador del consumo de oxígeno máximo indirecto (VO_2). Se analizó la respuesta cronotrópica en ambos grupos.

Resultados: Se observaron menores valores en la aptitud aeróbica en el grupo de fumadores frente al grupo de no fumadores ($44,1 \pm 6,6$ mL/kg⁻¹/min⁻¹ vs. $56,6 \pm 3,5$ mL/kg⁻¹/min⁻¹; $p = 0,001$). Asimismo, el grupo de no fumadores presentó mayor respuesta cronotrópica respecto al grupo de fumadores (167 ± 18 lpm vs. 155 ± 20 lpm; $p = 0,05$).

Conclusiones: La aptitud aeróbica en jóvenes fumadores militares fue significativamente menor que en el grupo de no fumadores. Su identificación temprana podría traer beneficios en la prevención de enfermedades respiratorias, que actualmente cursan con carácter de epidemia en Colombia.

© 2013 Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

[☆] El estudio se realizó como requisito de grado de los Especialistas en Rehabilitación Cardiopulmonar Patricia Garay Franco y Luis Fabián Santiago Gómez.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: trgarciaisabel@gmail.com (A.I. García).

KEYWORDS

Primary prevention;
Smoking;
Test

Analysis of aerobic fitness in apparently healthy young smokers**Abstract**

Background and objective: The habit of smoking is etiologically associated with different diseases of the respiratory system. It causes an accelerated decline of the ventilatory function and fitness. However, this relationship has been little explored in military population. Therefore, the aim of this study was to examine the aerobic fitness in young male smokers, apparently healthy belonging to the Cadet School José María Córdova.

Materials and methods: An observational, descriptive and transversal study was performed. 43 military subjects, apparently healthy, participated in the study: 21 participants were active smokers (12 months of exposition), and 22 subjects were no-smokers; mean age 19 ± 1.1 years. Aerobic fitness was calculated using the Course Navette test (Leger's test), as an indirect indicator of the maximal oxygen intake (VO_{2max}). Chronotropic response was analyzed in both groups.

Results: Lower values of aerobic fitness were found in the smokers in relation to the non-smokers ($44.1 \pm 6.6 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ vs. $56.6 \pm 3.5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$; $P = .0001$). Non-smokers group showed a higher chronotropic response against the S group ($167 \pm 18 \text{ bpm}$ vs. $155 \pm 20 \text{ bpm}$; $P = .05$).

Conclusion: Aerobic fitness in young military smokers was significantly lower than in the non-smokers group. Its early identification could bring benefits in the prevention of respiratory diseases, which are currently present in Colombia and are qualify as epidemic.

© 2013 Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La aptitud o potencia aeróbica representa la máxima cantidad de oxígeno que el organismo es capaz de consumir por minuto. Se relaciona directamente con el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) y con el funcionamiento del sistema respiratorio, circulatorio y metabólico¹. Su estimación puede realizarse en términos directos o indirectos y expresarse en litros o mililitros, como consumo total o como consumo específico por kilogramo, respectivamente; además constituye un predictor de morbimortalidad en hombres y mujeres^{2,3}. Esta aptitud determina en gran medida la intensidad y la tolerancia de una persona para realizar actividad física, por lo que su disminución se asocia no solo con menor rendimiento, sino con mayor riesgo de morir. Un VO_{2max} entre 18 y 22,5 mL/kg/min se considera como riesgo intermedio⁴. Dentro de las causas asociadas a esta disminución se han descrito, entre otras, el sedentarismo⁵, la obesidad y el consumo de cigarrillos. En el último caso, esta disminución se ha relatado en fumadores con tiempo de consumo mayor a 4 años, con lo que demuestra una relación directamente proporcional entre el tiempo de exposición y la disminución del VO_2 ⁶.

El tabaquismo es responsable de la muerte de 5 millones de personas a consecuencia de las enfermedades que genera; entre estas, cáncer de pulmón y enfermedades cardiopulmonares principalmente^{7,4}. En cuanto a los efectos nocivos que se le han atribuido están los trastornos en la coagulación, así como en el metabolismo de lípidos, y los cambios en la reactividad vascular, que a su vez inducen un aumento de la resistencia vascular y, por tanto, una disminución del flujo sanguíneo, principalmente coronario. Además, se ha descrito que el monóxido de carbono, presente en el

humo del cigarrillo, reduce la disponibilidad de oxihemoglobina y mioglobina⁸.

Investigaciones sobre la actividad física en población joven fumadora proporcionan fuerte evidencia del impacto negativo del tabaquismo no solo en la percepción del esfuerzo del individuo respecto a su desempeño⁹, sino en la reducción de la esperanza de vida, sobre todo cuando inician el consumo antes de los 15 años. Aunque el consumo de cigarrillo en adultos ha demostrado una tendencia a la disminución, no sucede lo mismo en los jóvenes¹⁰. Es así como Jiménez Ruiz y su equipo de trabajo, citando el trabajo de Rodríguez Antona, mencionan que en España la edad de inicio oscila alrededor de los 13 años¹¹, mientras que en Colombia, Navarro y colaboradores reportaron en 2005, en Barranquilla, una edad de inicio en promedio de 17,1 años, al tiempo que alertaron sobre una tendencia de inicio de consumo del 4,8% en menores de 10 años, en el grupo estudiado¹². Por otro lado, algunos trabajos en población militar han reportado que el consumo de cigarrillo es habitual por las condiciones de estrés en las que laboran¹³; de ahí que resulte importante estudiar cómo este hábito influye en su capacidad aeróbica.

Dentro de las pruebas utilizadas para estimar el valor del VO_{2max} indirecto, se ha empleado el test progresivo de Leger descrito desde 1982, el cual cobra aún vigencia por su capacidad para estimar la capacidad cardiopulmonar o aeróbica¹⁴ y, por ende, la condición física de los sujetos¹⁵ (tabla 1). Dicho test promueve de manera continua e incremental el esfuerzo de los sujetos durante el recorrido de una pista de 20 m en trayectos de ida y regreso, al ritmo de una grabación que determina la velocidad con la que deben recorrerla. La velocidad de inicio es 8,5 km/h y aumenta en cada periodo en 0,5 km/h¹⁶. Se emplea la velocidad del

Tabla 1 Capacidad aeróbica en relación con el VO₂ indirecto

Hombres				
Baja < 25	Regular 25-33	Media 34-42	Buena 43-52	Excelente > 52
Mujeres				
Baja < 24	Regular 24-30	Media 31-37	Buena 38-48	Excelente > 48

Tomada de: Pernía y del Castillo¹⁵.

último periodo para calcular el VO₂ a partir de la siguiente fórmula:

$$VO_{2\text{máx}} = 31,025 + (3,238 * v) - (3,248 * e) + (0,1536 * v * e)^{17}$$

donde V es la velocidad y e es la edad.

Varios trabajos han determinado la validez de los resultados obtenidos mediante esta prueba en diferentes grupos poblacionales, entrenados y no entrenados^{18,19}. Al ser comparada con otras pruebas realizadas en tapiz rodante y con cicloergómetro, el test de Leger, o Course-Navette, ha mostrado una validez media de $r=0,84$ y mayor fiabilidad en sujetos adultos ($r=0,97$) que en niños ($r=0,80$)²⁰. Mediante esta prueba el organismo es llevado paulatinamente a un estrés metabólico máximo, en el cual se pone a prueba la capacidad explosiva del sistema cardiopulmonar para aprovechar la energía elástica generada y almacenada en los músculos en cada ciclo, energía acumulada durante el estímulo y rehusada en la fase concéntrica²¹. Dado que estas contracciones, al ser voluntarias, se generan en el sistema nervioso central, es importante reconocer que el esfuerzo del sujeto depende tanto de este sistema como del músculo como tal. En este sentido se reconocen como causas de claudicación una fatiga central y una fatiga periférica, de las cuales dependerá el rendimiento del sujeto en la prueba. Se ha mencionado que la memoria del esfuerzo respecto al desarrollo de la fuerza o la potencia, el estímulo neuronal proveniente de la fibra muscular, así como el reflejo químico muscular, los receptores de presión y los factores psicológicos, también constituyen factores que influyen en la tolerancia²².

Para que el sujeto lleve a cabo la prueba, debe realizar un ejercicio explosivo, breve y de intensidad elevada, por lo que resulta importante traer a colación las rutas metabólicas que aportarán el sustrato energético. Es así como al iniciar la prueba, el sistema debe disponer de una ruta metabólica rápida que permita un arranque súbito. En este contexto, los sustratos metabólicos serán el creatín fosfato y el adenosín trifosfato (ATP), disponibles en pequeñas cantidades en el sarcómero del músculo. Dado que esta fuente de energía es extremadamente corta (10 a 15s en sujetos no entrenados y 20 a 30s en entrenados²³), y a que el ritmo de la prueba aumenta, se activará entonces la segunda fuente energética: la glucólisis anaeróbica, la cual se llevará a cabo en el citosol celular de las fibras musculares tipo II o rápidas, y proporcionará la energía hasta los 90s, aproximadamente. Finalmente, entrará en operación la ruta metabólica aeróbica, con la cual el sujeto logrará responder a la exigencia, dependiendo básicamente de la cadena

oxidativa de sus mitocondrias²⁴. Como se trata de una prueba máxima, de acuerdo con el nivel de entrenamiento algunos sujetos lograrán permanecer funcionantes a expensas de este metabolismo por más tiempo que los sujetos no entrenados. En el momento en que esta fuente energética se haga insuficiente, el sujeto habrá alcanzado el umbral aeróbico, llegando a un consumo mixto de grasas e hidratos de carbono. Si en esta fase el sujeto es capaz de continuar con la prueba, lo hará a expensas de la ruta metabólica anaeróbica láctica. En este punto cabe resaltar que según la intensidad y la duración de la actividad, será la vía energética la que se active²⁵. Al tiempo que se va generando la respuesta metabólica y neurohumoral durante la ejecución de la prueba, también se generan respuestas ventilatorias y cardiovasculares tales como el aumento en la ventilación minuto, una redistribución del flujo sanguíneo que pretende favorecer las áreas con mayor demanda, un incremento en la presión arterial sistólica y de la frecuencia cardíaca²⁶.

Sujetos, materiales y métodos

Estudio observacional, descriptivo y transversal en una población de cadetes masculinos, no entrenados físicamente. El universo de la población estuvo constituido por 66 voluntarios de primer semestre, con firma de consentimiento informado avalado por el comité de ética de la Universidad Manuela Beltrán. Dentro de los criterios de exclusión se tuvieron en cuenta los cadetes con sobrepeso u obesidad (índice de masa corporal en 25 y 30, respectivamente), con hipertensión arterial, dislipidemia o diabetes, cadetes con enfermedad respiratoria, cardíaca o musculoesquelética, fumadores pasivos (sujetos expuestos durante una o dos horas por semana al humo ambiente del tabaco)²⁷ y exfumadores (sujetos que afirmaron haber fumado por más de 3 meses pero hace más de un año no lo hacen). Como criterios de retiro se contempló a los cadetes que antes de iniciar la prueba o en su ejecución, presentaran lesiones musculoesqueléticas, desaturación severa ($SpO_2 < 80\%$), palidez repentina, pérdida de la coordinación, confusión mental, debilidad y/o mareo, síncope y/o signos de falla respiratoria. Los cadetes fueron convocados directamente por los investigadores en reunión sostenida en el Centro de Investigación de la Cultura Física (CICFI) de la Escuela de Cadetes en mención. Para determinar si el sujeto era candidato para participar se revisaron las historias clínicas de ingreso, y a partir del peso y la talla se determinó el índice de masa corporal (IMC).

Para el cálculo del tamaño de muestra se tuvo en cuenta el trabajo de Kobayashi, Takeuchi, Hosoi y Loeppky, en el cual identificaron valores de $VO_{2\text{máx}}$ de $46,7 \pm 1,7 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$ en no fumadores y $40,7 \pm 1,7 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$ en fumadores, con una diferencia de medias de $6 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$ ²⁸. Con este referente y asumiendo varianzas iguales, una desviación estándar de 5, una potencia del 88,6%, una diferencia de medias para $VO_{2\text{máx}}$ de $5 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$, se incluyeron 43 sujetos: 21 fumadores activos, definidos en el contexto de esta investigación como los que afirmaron fumar en la actualidad, y 22 no fumadores, entendidos como sujetos que nunca habían fumado (fig. 1).

Tabla 2 Características de la población

Variable	n	Fumadores	No fumadores	%
Edad				
(19 ± 1,1 años)	43	21	22	48,8-51,2
Nivel académico				
Bachillerato	21	18	3	48,8
Técnico o en idiomas	22	16	6	51,2
Procedencia				
Rural	9	3	6	20,9
Urbana	34	18	16	79,1

Tabla 3 Variables hemodinámicas y rendimiento durante la prueba

Variabes	Fumadores (ambas categorías)	No fumador	p
Frecuencia cardiaca inicial	78,09 ± 10,5 lpm	78,09 ± 1,2 lpm	0,42
Frecuencia cardiaca máxima alcanzada	155 ± 20 lpm	167,2 ± 17,6 lpm	0,05
Periodo alcanzado	8 ± 6,4	11 ± 1,2	0,06
Velocidad del periodo	12,2 ± 1,1 km/h	13,3 ± 1,2 km/h	0,006
Distancia alcanzada	1.920 ± 343,9 m	2.080 ± 130 m	0,005
VO _{2máx}	44,1 ± 6,6 mL/kg ⁻¹ /min ⁻¹	56,6 ± 3,5 mL/kg ⁻¹ /min ⁻¹	0,01

La aptitud aeróbica fue estimada mediante el test de Course-Navette (test de Leger), como indicador de consumo de oxígeno máximo indirecto (VO_{2máx}). Para esta prueba se organizaron 3 grupos: 2 de 15 sujetos y uno de 13. Cada grupo se alineó al extremo izquierdo de una cancha sintética, cubierta. A todos se les explicó la prueba y se les tomaron signos vitales, saturación de oxígeno al inicio y al final de la actividad, así como escala de Borg para fatiga y disnea. Los cadetes debían permanecer atentos al sonido emitido por la grabación, a fin de iniciar lo más rápido posible el recorrido a lo largo de la pista de 20 m y esperar, en reposo, la nueva indicación sonora. Este proceso debió ser repetido por el cadete hasta donde fuese capaz de resistir el incremento en la velocidad, momento en el cual se daría por culminada la prueba.

Dos investigadores acompañaron a los cadetes durante la ejecución y llevaron el registro del periodo tolerado, ya que con este dato se estimaría la velocidad alcanzada por el sujeto y con ello el VO_{2máx}. Finalizada la prueba, los investigadores orientaron la actividad de vuelta a la calma.

Se analizaron variables sociodemográficas, como el nivel académico y la procedencia en relación con la presencia o no del hábito tabáquico (tabla 2). La respuesta cronotrópica fue valorada y comparada en ambos grupos en relación con el periodo, la distancia, la velocidad y el VO_{2máx} alcanzados (tabla 3).

Para estimar la posible influencia del tabaquismo sobre el VO_{2máx} y teniendo en cuenta el poco tiempo de exposición, menor a 12 meses, se empleó la categorización usada por McColl y su equipo de trabajo²⁹, en la cual la población se dividió en no fumadores, fumadores leves (consumo semanal entre 1 y 14 cigarrillos) y fumadores (consumo mayor a 15 cigarrillos en la semana) (tabla 4). Los datos se analizaron con el paquete estadístico SPSS versión 15.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EE. UU) para Windows. El valor de significación estadística fue de 0,05.

Resultados

La edad promedio de los participantes fue 19 ± 1,1 años. El 48,8% (n = 21) eran fumadores activos y el 51,2% (n = 22) no fumadores. El 48,8% (n = 21) de los cadetes tenían estudios de secundaria y el 51,2%, estudios técnicos o en idiomas. El 20,9% (n = 9) derivaban de zonas rurales, y de ellos el 33% (n = 3) eran fumadores y el 66,6% (n = 6) no fumadores. El 79,1% (n = 34) provenían de zonas urbanas. En este grupo, el 52% (n = 18) eran fumadores y el 48% (n = 16) no fumadores (tabla 2).

Se observaron menores valores en la aptitud aeróbica en el grupo de fumadores frente al grupo de no fumadores. En el grupo de la categoría fumadores el VO_{2máx} fue 41,7 ± 4 mL/kg⁻¹/min⁻¹ vs. 56,6 ± 3,5 mL/kg⁻¹/min⁻¹ en el grupo de la categoría no fumadores; p = 0,001. Con el VO_{2máx} de los fumadores de la categoría leve

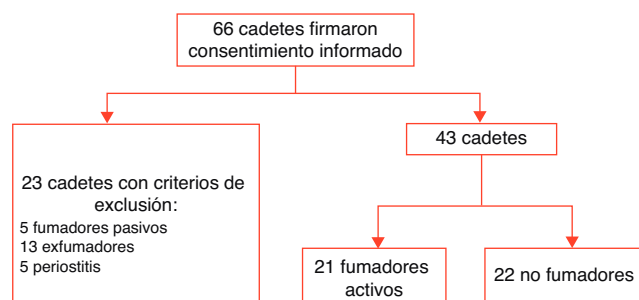
**Figura 1** Selección de los participantes.

Tabla 4 Tiempo de exposición y $VO_{2\text{máx}}$ alcanzado

	n	%	$VO_{2\text{máx}}$	p	IMC	p
Fumador leve (1-14 cig./semana)	16	76	$44,8 \pm 6,7 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$	0,22	$22,5 \pm 5 \text{ kg/m}^2$	0,25
Fumador (15 o más cig./semana)	5	24	$41,7 \pm 4 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$		$23,9 \pm 2,3 \text{ kg/m}^2$	
Fumador leve (1-14 cig./semana)	16	76	$44,8 \pm 6,7 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$	0,0000008	$22,5 \pm 5 \text{ kg/m}^2$	0,61
No fumador	22	51	$56,6 \pm 3,5 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$		$22,2 \pm 1,8 \text{ kg/m}^2$	
Fumador (15 o más cig./semana)	5	24%	$41,7 \pm 4 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$	0,001	$23,95 \pm 2,3 \text{ kg/m}^2$	0,18
No fumador	22	51%	$56,6 \pm 3,5 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$		$22,2 \pm 1,8 \text{ kg/m}^2$	

($44,8 \pm 6,7 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$) en relación con el $VO_{2\text{máx}}$ del grupo de la categoría de fumador ($41,7 \pm 4 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$) se obtuvo un valor de $p=0,22$. Al comparar el $VO_{2\text{máx}}$ de los fumadores de la categoría leve ($44,8 \pm 6,7 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$) con el de los sujetos de la categoría no fumador ($41,7 \pm 4 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$) se halló una $p=0,0000008$. Con estos datos y según la categorización descrita con anterioridad en la tabla 1 por Pernía y del Castillo, el grupo de fumadores, de ambas categorías, al registrar un valor promedio de $VO_{2\text{máx}}$ en el rango de 43 a $52 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$, se clasificó en la categoría de aptitud aeróbica buena, mientras que el grupo de no fumadores, con un promedio de $VO_{2\text{máx}} > 52 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$, en categoría de aptitud aeróbica excelente.

La respuesta cronotrópica fue mayor en el grupo de no fumadores. La frecuencia cardiaca máxima del grupo de no fumadores fue $167 \pm 17,6 \text{ lpm}$ en relación con $155 \pm 20 \text{ lpm}$ en el grupo de fumadores, $p=0,05$. El periodo y la velocidad alcanzados fueron superiores en el grupo de no fumadores. En este grupo el periodo alcanzado fue 11, con velocidad $13,3 \pm 1,2 \text{ km/h}$, mientras que los fumadores alcanzaron el periodo 8, con velocidad de $12,2 \pm 1,1 \text{ km/h}$ (tabla 3).

El $VO_{2\text{máx}}$ del grupo de fumadores leves en relación con el grupo de fumadores fue $44,8 \pm 6,7 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$ vs. $41,7 \pm 4 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$, $p=0,22$. El IMC de los mismos grupos fue $22,5 \pm 5 \text{ kg/m}^2$ vs. $24 \pm 2,3 \text{ kg/m}^2$, $p=0,26$. En los no fumadores el $VO_{2\text{máx}}$ hallado fue $56,6 \pm 3,5 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$ en relación con los fumadores leves, con un $VO_{2\text{máx}}$ $44,8 \pm 6,7 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$ y un valor de $p=0,16$. El IMC en el primer grupo fue $22 \pm 1,9$ vs. $22 \pm 1,5$ en los no fumadores; $p=0,61$. Al comparar el $VO_{2\text{máx}}$ de los fumadores ($VO_{2\text{máx}}$ $41,7 \pm 4 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$ en relación con los no fumadores, se identificó un valor de $p=0,001$. No se evidenciaron diferencias significativas en el IMC de ambos grupos ($p > 0,005$).

Discusión

El consumo de cigarrillo compromete tanto la aptitud aeróbica³⁰ como la anaeróbica, tanto en fumadores crónicos como en aquellos con un tiempo de consumo menor a un año, e influye por ende en el rendimiento físico³¹, datos que se relacionan con los de este estudio, en el cual se observó menor velocidad y distancia alcanzada en el grupo de fumadores en relación con los no fumadores ($12,2 \pm 1,1 \text{ km/h}$ vs. $13,37 \pm 1,2 \text{ km/h}$), así como en lo referente al $VO_{2\text{máx}}$ ($44,1 \pm 6,6 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$ vs. $56,6 \pm 3,5 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$; $p=0,001$). Aunque las diferencias en el $VO_{2\text{máx}}$ resultan estadísticamente significativas, la aptitud aeróbica en ambos grupos se encuentra dentro

de los rangos de normalidad. Sin embargo, estos hallazgos son preocupantes cuando se contrastan con estudios previos como el de Laukkanen y colaboradores, citado por Boraita, en el cual se hizo un seguimiento de 10 años a un grupo de 1.294 sujetos sin enfermedad cardiaca ni pulmonar, para determinar la relación entre la aptitud aeróbica y la mortalidad, encontrando que los sujetos que tenían una aptitud muy baja ($VO_{2\text{máx}} < 27,6 \text{ mL/kg/min}$) y que duraron menos de 8 min en una prueba de esfuerzo, presentaron una $r=2,76$ para muerte de cualquier tipo y una $r=3,09$ para muerte de origen cardiovascular, evidenciado con ello que tanto la aptitud aeróbica como una menor duración en pruebas de este tipo constituyen riesgos similares a la hipertensión arterial, el tabaquismo, la obesidad y la diabetes para ambos desenlaces³². Teniendo en cuenta que el test de Leger permite valorar un mayor número de sujetos en relación con una prueba de esfuerzo cardiopulmonar, aunque de manera indirecta, y que los valores obtenidos son similares, resulta importante determinar a partir de estudios longitudinales, en población joven aparentemente sana pero con factores de riesgo cardiovascular, los mismos desenlaces pero por medio de este test de campo, dada su costo-efectividad.

Se ha descrito que durante la práctica de ejercicio existe una relación lineal entre la intensidad del trabajo y la frecuencia cardiaca³³. Respecto al tabaquismo, varios trabajos han intentado explicar su influencia sobre la respuesta hemodinámica exaltada durante su ejecución. Saban y colaboradores, Rostein y colaboradores y Villarroel y colaboradores, por mencionar algunos, han explicado desde distintos puntos de vista este comportamiento. En el primero de ellos, dicha respuesta fue justificada como secundaria a la lesión del endotelio vascular, causada por el hábito³⁴; en segundo y tercer lugar, por su acción sobre las catecolaminas^{35,36}. Hirsh et al.³⁷ encontraron hallazgos similares de manera inmediata, luego de fumar un cigarrillo. En este trabajo, la frecuencia cardiaca máxima de los cadetes fumadores fue inferior respecto a la de los no fumadores, pudiéndose interpretar este comportamiento de 2 maneras: como una respuesta deficiente al esfuerzo o como un efecto de la abstinencia. Dado que en este trabajo no se indagó sobre la hora en la que el sujeto fumó por última vez, y debido a que se trata de fumadores incipientes, no es posible determinar que dicha respuesta se relacione o no con el tabaquismo, de ahí que sea necesario realizar más estudios.

En relación con el hábito tabáquico y la procedencia, en este trabajo se evidenció que el 37% de los fumadores ($n=18$) provenían del área urbana, mientras que el 7% ($n=3$) procedían del área rural, hallazgos que coinciden con los de Ivanovic en 1997³⁸ y más adelante con los de Ruiz y Andrade en 2005³⁹, haciendo suponer que las

intervenciones en el tema deban cobijar con mayor énfasis el área urbana.

Por último, uno de los compuestos del humo del cigarrillo, el monóxido de carbono, presenta mayor afinidad por la molécula de la hemoglobina, con lo cual se afecta no solo la disponibilidad y la entrega de oxígeno a los tejidos, sino el consumo del mismo⁴⁰, por lo que es posible inferir que la disminución del VO_{2max} hallado en los fumadores en relación con los no fumadores pueda deberse en parte a este efecto, o, como en el caso de la hipótesis que se propone para la respuesta cronotrópica, que dicho comportamiento obedezca al efecto de la abstinencia.

Limitaciones del estudio

De los 66 cadetes que firmaron el consentimiento informado, 23 fueron excluidos por diferentes causas; de ellos no se presentan datos.

Conclusiones

La aptitud aeróbica en jóvenes fumadores militares fue significativamente menor que en el grupo de no fumadores. Su identificación temprana podría traer beneficios en la prevención de enfermedades cardiorrespiratorias, que actualmente cursan con carácter de epidemia en Colombia.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

A los doctores Robinson Ramírez Vélez y Rodrigo Alirio Bastidas, porque sus puntos de vista críticos aportaron significativamente al análisis de los resultados.

El estudio se realizó como requisito de grado de los Especialistas en Rehabilitación Cardiopulmonar Patricia Garay Franco y Luis Fabián Santiago Gómez.

Bibliografía

- Martínez LE. Cualidades físicas básicas. En: Martínez LE, editor. Pruebas de aptitud física. Barcelona: Paibotribo; 2007. p. 89.
- Kurl S, Laukkanen JA, Rauramaa R, Lakka TA, Sivenius J, Salonen JT. Cardiorespiratory fitness and the risk for stroke in men. *Arch Intern Med*. 2003;163:1682-8.
- Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Moreno LA, Gonzales GWJ. Bajo nivel de forma física en los adolescentes españoles. Importancia para la salud cardiovascular futura (Estudio AVENA). *Rev Esp Cardiol*. 2005;58:898-909.
- Aliso T, Burdiat G. Pruebas de esfuerzo cardiopulmonar en la práctica clínica. *Rev Urug Cardiol*. 2010;25:17-27.
- Leal E, Aparicio D, Luti Y, Acosta L, Finol F, Rojas E, et al. Actividad física y enfermedad cardiovascular. *Rev Latinoam Hipertens*. 2009;4:2-17.
- Lomeli HI. Pruebas de ejercicio con análisis de gases espirados. *Arch Cardiol Mex*. 2012;82:160-9.
- Jiménez CA, Solano RS, Esquinas LC, Serrano RJ. Tabaquismo. Análisis de la producción científica en el área de tabaquismo de la SEPAR en el año 2009. *Arch Bronconeumol*. 2010;46 Supl 1:13-6.
- López SJ, Villa JG, Rodríguez JA, García LJ, Moreno RS, Ávila OC, et al. Estudio de los factores condicionantes del rendimiento físico del Personal Especialista en la Extinción de Incendios Forestales: pruebas de aptitud física de selección de personal. *Wildfire 2007* [Internet]. 2007. [consultado 15 Ago 2013]. Disponible en: http://www.fire.uni-freiburg.de/sevilla-2007/contributions/doc/SESIONES.TEMATICAS/ST6/Lopez-Satue_et_al.TRAGSA_CLM2.pdf
- Tessmer KA, Gearhart Jr RF, Becque MD. Comparison of perceived exertion ratings during graded peak cycle exercise between cigarette smokers and non smokers. *Percept Mot Skills*. 2010;110:761-71.
- Ancochea BJ, Ruiz JL. Prologo. En: Barrueco FM, Hernández MA, Torrencilla JM, editores. Manual de prevención y tratamiento del tabaquismo. 4.ª ed Badalona: EUROMEDICE, Ediciones Médicas; 2003. p. 15-8.
- Antona MJ. Estudio epidemiológico y educativo en prevención del tabaquismo en estudiantes extremeños/as [tesis doctoral]. España: Universidad de Extremadura; 2008. p. 1-546.
- Edgar NL, Rusvelt VM, Rosa MO, Bertha PR, Diana RL. Factores asociados al consumo de cigarrillo en adultos del suroccidente de Barranquilla (Colombia). *Salud Uninorte*. 2005;21:3-14.
- Besa S, Margaret AK, Deborah LW, Thomas L, Patterson DJ, Slymen CA. Cigarette smoking and military deployment: A prospective evaluation. *Am J Prev Med*. 2008;35:539-46.
- Barrera García RC, Gonçalves de Abreu K. Comportamiento de la frecuencia cardiaca en test progresivos; algunas variables a considerar. *Educación física Chile*. 2009;268:63-9.
- Pernía J, del Castillo AO. La valoración del VO_{2max} y su relación con el riesgo cardiovascular como medio de enseñanza aprendizaje (Spanish). Cuadernos de Psicología del Deporte (serial on the internet; 2010, sep. 2, 1025-30) [consultado 20 Mar 2014]. Disponible en: [http://www.dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3357063&pagina=20\(4\).pdf](http://www.dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3357063&pagina=20(4).pdf) (Fuente Académica Premier).
- Enrique GA, Ortega FB, Ruiz JR, Mesa JL, Delgado M, González GM, et al. El perfil lipídico-metabólico en los adolescentes está más influido por la condición física que por la actividad física (estudio AVENA). *Rev Esp Cardiol*. 2007;60:581-8.
- Rodríguez MJ. Relación entre el estado nutricional y la condición física en población en edad escolar. *Sport Health Res*. 2010;2:95-108.
- Montoro J. Overview about the validity of Course-Navette test to estimate the VO_2 max in an indirect way. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte*. 2003;3:173-81.
- Castro-Piñero J, Artero EG, España-Romero V, Ortega FB, Sjöström M, Suni J, et al. Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: A systematic review. *Br J Sports Med*. 2010;44:934-43.
- Álvarez MJ, Giménez SL, Corona VP. Importancia del VO_{2max} y de la capacidad de recuperación en los deportes de prestación mixta. Caso práctico: fútbol sala. *Archivos de Medicina del Deporte*. 2001;18:577-83.
- Bosco C, Tihani J, Komi PV, Fekete G, Apor P. Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscles. *Acta Physiol Scand*. 1982;116:343-9.
- Chicharro JL, Vaquero AF. Fisiología del ejercicio/Physiology of Exercise. Médica Panamericana; 2006.
- Castañeda PE. Análisis bioquímico, morfológico y fisiológico de algunas técnicas de pateo utilizadas en el Taekwondo. *Revista Digital Bueno Aires*. 2002;8(48).
- Araceli BP. Ejercicio, piedra angular de la prevención cardiovascular. *Rev Esp Cardiol*. 2008;61:514-28.
- Gómez R, Monteiro H, Cossio-Bolaños MA, Fama-Cortez D, Zanasco A. El ejercicio físico y su prescripción en pacientes con enfermedades crónicas degenerativas. *Rev Perú med exp salud publica*. 2010;27:379-86.

26. Pallarés JG, Morán-Navarro R. Methodological approach to the cardiorespiratory endurance training. *J Sport Health Res.* 2012;4:109–19.
27. García NC, Sáez J, García JM, Grau J, Moltó JM, Matías JG. El fumador pasivo como factor de riesgo cerebrovascular. *Rev Neurol.* 2007;45:577–81.
28. Kobayashi Y, Takeuchi T, Hosoi T, Loepky JA. Effects of habitual smoking on cardiorespiratory responses to sub-maximal exercise. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science.* 2004;23:163.
29. McColl P, Amador M, Aros J, Lastra A, Pizarro C. Prevalencia de factores de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles en estudiantes de Medicina de la Universidad de Valparaíso. *Rev Chil Pediatr.* [Revista en Internet]. 2002 Sep, p. 478-482 [consultado 26 Mar 2014]. Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci.arttext&pid=S0370-41062002000500005>
30. Fukuba Y, Takamoto N, Kushima K, Ohtaki M, Kihara H, Tanaka T, et al. Cigarette smoking and physical fitness. *Ann Physiol Anthropol.* 1993;12:195–212.
31. Green KJ, Hunter CM, Bray RM, Pemberton M, Williams J. Peer and role model influences for cigarette smoking in a young adult military population. *Nicotine Tob Res.* 2008;10:1–12.
32. Boraita Pérez A. Ejercicio, piedra angular de la prevención cardiovascular. *Rev Esp Cardiol.* 2008;61:514–28.
33. Williams MA. Anatomía y fisiología respiratoria y cardiovascular: respuestas al ejercicio. En: Beachle E, editor. *Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico.* 2.ª ed. Médica Panamericana; 2001. p. 116–34.
34. Saban JR, Fabregate FR. Papel determinante del tabaco en la disfunción endotelial la insulinoresistencia y la enfermedad cardiovascular. En: Saban JR, Fabregate FR, editores. *Control global del riesgo cardiometabólico.* Madrid: Díaz de Santos; 2012. p. 473.
35. Rotstein A, Sagiv M, Yaniv-Tamir A, Fisher N, Dotan R. Effect on exercise response kinetics of oxygen uptake and related variables. *Int J Sports Med.* 1991;12:281–4.
36. Villarroel V, Carmen MZ, Davila SP, Arata VG. Efectos del hábito de fumar sobre la concentración de norepinefrina, la presión arterial y el pulso en hombres jóvenes. *Rev Venez Endocrinol Metab.* 2004;2:24–9.
37. Hirsh GL, Sue DY, Wasserman K, Robin TE, Hansen JE. Immediate effects of cigarette smoking on cardiorespiratory responses to exercise. *J Appl Physiol.* 1985;58:1975–81.
38. Ivanovic MD, Castro CG, Ivanovic MR. Factores que inciden en el hábito de fumar de escolares de educación básica y media de Chile. *Rev Saúde Pública* [Internet]. 1997;31:30–43.
39. Ruiz MR, Andrade D. La familia y los factores de riesgo relacionados con el consumo de alcohol y tabaco en los niños y adolescentes (Guayaquil-Ecuador). *Rev Latino-am Enfermagem* [Internet]. 2005; 13 (n. esp):813-8 [consultado 25 Jun 2013]. Disponible en: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-11692005000700008&script=sci.arttext>
40. Olano SA, Martínez GP, Vizcaya RM, Romero PJ. Intoxicación por monóxido de carbono. *Cuad Med Forense.* 2007;13:65–9.