

## **FITNESS CARDIORESPIRATORIO Y FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR EN ADOLESCENTES UNIVERSITARIOS**

Edgar Acosta<sup>1</sup>, Maryelin Duno<sup>2</sup>, Gloria Naddaf<sup>3</sup>, Carlos Rojas<sup>4</sup>, Héctor Herrera<sup>5</sup>

---

**RESUMEN:** *El fitness cardiorrespiratorio constituye una medida integradora de casi todas las funciones del organismo implicadas en el desarrollo de la actividad física diaria y/o ejercicio físico, y se considera un predictor de morbilidad y mortalidad de enfermedades cardiovasculares y de todas las causas. El objetivo fue evaluar la relación entre el fitness cardiorrespiratorio y los factores de riesgo cardiovascular adolescentes de la Universidad de Carabobo, Venezuela. El estudio fue descriptivo, correlacional, de campo y transversal en 70 sujetos de ambos sexos. Se evaluó el fitness cardiorrespiratorio por medio del consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ) y se determinaron las variables bioquímicas, clínicas y antropométricas. Las pruebas estadísticas usadas fueron las de Shapiro-Wilk, t de Student y Pearson. El nivel de significancia utilizado fue de 0,05 ( $\alpha=0,05$ ). El programa estadístico empleado fue el SPSS 20.0. El  $VO_{2m\acute{a}x}$  correlacionó con el índice de masa corporal ( $p=0,031$ ), la circunferencia de cintura ( $p=0,001$ ), la relación circunferencia de cintura-talla ( $p=0,010$ ), el % de grasa corporal ( $p=0,000$ ), la tensión arterial sistólica ( $p=0,022$ ) y la tensión arterial media ( $p=0,028$ ). En conclusión, en el presente estudio fue posible correlacionar el fitness cardiorrespiratorio con la adiposidad y la tensión arterial en adolescentes universitarios.*

**PALABRAS CLAVE:** *Fitness cardiorrespiratorio, condición física, adolescentes, adiposidad, consumo de oxígeno.*

**ABSTRACT:** *Cardiorespiratory fitness is an integrative measure of almost all the functions of the body involved in the development of daily physical activity and / or physical exercise, and is considered a predictor of morbidity and mortality of cardiovascular diseases and all causes. The objective was to evaluate the relationship between cardiorespiratory fitness and adolescent cardiovascular risk factors at the University of Carabobo, Venezuela. The study was descriptive, correlational, field and cross-sectional in 70 subjects of both sexes. The cardiorespiratory fitness was evaluated by the maximum oxygen consumption ( $VO_{2max}$ ) and the biochemical, clinical and anthropometric variables*

were determined. The statistical tests used were Shapiro-Wilk, *t* of Student and Pearson. The level of significance used was 0.05 ( $\alpha = 0.05$ ). The statistical program used was SPSS 20.0. VO<sub>2</sub>max correlated with body mass index ( $p = 0.031$ ), waist circumference ( $p = 0.001$ ), waist circumference-height relationship ( $p = 0.010$ ), body fat percentage ( $p = 0.000$ ), systolic blood pressure ( $p = 0.022$ ) and mean arterial blood pressure ( $p = 0.028$ ). In conclusion, in the present study it was possible to correlate cardiorespiratory fitness with adiposity and blood pressure in university adolescents.

**KEYWORDS:** *Cardiorespiratory fitness, physical condition, adolescents, adiposity, oxygen consumption.*

<sup>1</sup> Licenciado en Bioanálisis. Doctor en Nutrición. Profesor Titular Escuela de Bioanálisis de la Universidad de Carabobo. Director del Instituto de Investigaciones en Nutrición “Dr. Eleazar Lara Pantin” (INVESNUT-UC). Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Carabobo, Venezuela. ORCID: 0000-0001-8478-1243.

<sup>2</sup>Médico Cirujano. Magister en Nutrición. Profesor Asistente. Escuela de Medicina de la Universidad de Carabobo. Investigadora Asociada al Instituto de Investigaciones en Nutrición “Dr. Eleazar Lara Pantin” de la Universidad de Carabobo, Venezuela. ORCID: 0000-0002-4942

<sup>3</sup> Licenciada en Bioanálisis. Instituto de Investigaciones en Nutrición “Dr. Eleazar Lara Pantin” de la Universidad de Carabobo, Venezuela. ORCID: 0000-0002-2326

<sup>4</sup>Licenciado en Educación Física. Escuela de Salud Pública, Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Carabobo, Venezuela. ORCID: 0000-0002-9356-7689

<sup>5</sup>Licenciado en Antropología. Ph. D. en Ciencias. Profesor Titular del Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Laboratorio de Evaluación Nutricional, Universidad Simón Bolívar, Venezuela. ORCID: 0000-0003-0563-7759

## INTRODUCCIÓN

La condición física (CF) relacionada con la salud se define como la habilidad que tiene una persona para realizar actividades de la vida diaria con vigor, y hace referencia a aquellos componentes de la CF que tienen relación con la salud; 1) la capacidad cardiorrespiratoria o *fitness* cardiorrespiratorio; 2) la capacidad músculo-esquelética; 3) la capacidad motora y 4) la composición corporal <sup>1</sup>.

Específicamente, el *fitness* cardiorrespiratorio refleja la capacidad global de los sistemas cardiovascular y respiratorio, y la capacidad de llevar a cabo ejercicio prolongado. Además, constituye una medida integradora de casi todas las funciones del organismo (músculo-

Recibido:31/01/2023

Aceptado:27/03/2023

esqueléticas, cardiorrespiratorias, hematológicas, metabólicas, endocrinas y psiconeurológicas) implicadas en el desarrollo de la actividad física diaria y/o ejercicio físico, considerándose hoy en día, uno de los más importantes marcadores de salud, así como un predictor de morbilidad y mortalidad de enfermedades cardiovasculares y de todas las causas <sup>2</sup>.

En adultos, el *fitness* cardiorrespiratorio, expresado como el  $VO_{2máx}$  ha sido relacionado con variables de salud positivas. Las razones por las que una buena capacidad del organismo para transportar oxígeno a los músculos activos puede tener un efecto saludable en los mecanismos patogénicos de muchas enfermedades no están claras en la actualidad. Se cree que parece existir una influencia directa del  $VO_{2máx}$  o *fitness* cardiorrespiratorio sobre la mejora de la reactividad vascular periférica, la vascularización del miocardio, la inhibición de trombosis o el menor riesgo de arritmias, minimizando con ello los efectos de la enfermedad vascular

arterioesclerótica; y por otra parte, un sistema cardiovascular adecuado y una mejora en el transporte de oxígeno con un mayor  $VO_{2máx}$  podrían disminuir los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular, al atenuar el tono simpático tanto en reposo como en ejercicio y mejorar la sensibilidad a la insulina. También se ha sugerido que la relación establecida entre el *fitness* cardiorrespiratorio y los indicadores de salud, está mediada por el entrenamiento de resistencia o la realización regular de actividad física, probablemente con influencias genéticas <sup>2</sup>.

Sin embargo, en niños y adolescentes no es posible relacionar el  $VO_{2máx}$  con variables vinculadas a enfermedades coronarias o a las complicaciones de obesidad, hipertensión, diabetes y osteoporosis. La evidencia de los efectos saludables del  $VO_{2máx}$  en la salud en este grupo de edad se han enfocado en medir las relaciones de la potencia aeróbica máxima con los factores de riesgo reconocidos para estas enfermedades.<sup>3</sup> Algunos datos obtenidos de investigaciones

longitudinales apoyan la importancia de la CF aeróbica durante los años de crecimiento <sup>4</sup>. Sin embargo, la evidencia que soporta la relación entre el  $VO_{2m\acute{a}x}$  y los factores de riesgo cardiovascular en jóvenes no está totalmente clara en estudios transversales <sup>5</sup>.

Por tal razón, en el presente estudio se planteó evaluar la relación entre el *fitness* cardiorrespiratorio y los factores de riesgo cardiovascular en estudiantes universitarios adolescentes de nuevo ingreso de la carrera de Bioanálisis de la Universidad de Carabobo, Venezuela (2016-2017).

## MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo según los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos <sup>6</sup>. El estudio fue descriptivo, correlacional, de corte transversal y de campo. La población a estudiar estuvo conformada por 292 estudiantes de nuevo ingreso de la carrera de Bioanálisis en la Universidad de Carabobo-Venezuela para el periodo académico 2016-2017, de los cuales 49 (16,7%) fueron

del sexo masculino y 243 (83,3%) del femenino. En el presente estudio 70 estudiantes de ambos sexos y con edades entre 17 y 20 años conformaron la muestra evaluada, lo cual representó 23,9% del total de la población. La muestra se conformó con 17 sujetos del sexo masculino y 60 del femenino, lo que representó de forma respectiva, 24,3% y 75,7% de la muestra estudiada. Cabe destacar que la muestra de sujetos del sexo masculino representó 34,7% del total de los varones inscritos, mientras que la muestra de sujetos del sexo femenino estudiada representó 21,8% del total de las estudiantes de nuevo ingreso.

A los adolescentes que formaron parte de la muestra, se les consultó sobre su interés de participar en la investigación y aquellos quienes aceptaron y eran menores de edad se les solicitó el consentimiento escrito de los padres y representantes, mientras que los mayores de 18 años firmaron sus respectivos consentimientos informados. La información sobre la edad y el sexo se adquirió mediante la aplicación de un cuestionario.

## 1. *Fitness* cardiorespiratorio

El *fitness* cardiorespiratorio (FCR) se evaluó mediante el *test* de Course Navette, el cual se describe como una prueba máxima hasta la fatiga, de aceleración y desaceleración, audible, incremental y continua sin pausa. Esta prueba consiste en correr el mayor tiempo posible entre dos líneas separadas por 20 metros en doble sentido, ida y vuelta, y el ritmo de la carrera la impone una señal sonora estandarizada. La prueba finaliza cuando el sujeto se detiene porque alcanzó la fatiga o cuando por dos veces consecutivas no llega a pisar detrás de la línea a la señal sonora. La velocidad obtenida en la última etapa completa es considerada como la velocidad final alcanzada (VFA) <sup>7</sup>. El consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2máx}$ ) se estimó mediante las ecuaciones propuestas por Leger et al. (1988) <sup>8</sup>. Para sujetos entre 6 y 17 años:

$$VO_{2máx} = 31,025 + (3,238 \times VFA) \\ - (3,248 \times \text{Edad}) \\ + (0,1536 \times VFA \times \text{Edad})$$

Para sujetos de 18 años o más:

$$VO_{2máx} = (6 \times VFA) - 27,4$$

$VO_{2máx}$ : mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>

VFA: km.h<sup>-1</sup>

Edad: Años.

El punto de corte de FCR para evitar el riesgo de enfermedad cardiovascular fue de 41,8 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> en el sexo masculino y de 34,6 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> en el femenino<sup>9</sup>.

Adicional al  $VO_{2máx}$  estimado, también se registró la distancia recorrida en metros y la VFA por el sujeto en el desarrollo del *test* de Course Navette.

## 2. Variables bioquímicas

Se extrajo la muestra de sangre por punción venosa del pliegue del codo luego de un ayuno de 12 a 14 horas. La muestra se centrifugó 10 min a 7600 xg. Las concentraciones séricas de glicemia, colesterol total (CT), triglicéridos (TG) y c-HDL se determinaron por el método enzimático colorimétrico Wiener Lab, mientras que el c-LDL se estimó mediante la ecuación de Friedewald et al. (1972)<sup>10</sup>. Se empleó un analizador semiautomatizado, modelo BTS-310 (Barcelona, España). <sup>11</sup> Se determinaron los índices de riesgo cardiovascular CT/c-HDL, c-LDL/c-HDL y TG/c-HDL. Tomando en

cuenta los valores de CT, TG, c-LDL, c-HDL y glucosa se estableció un índice lipídico-metabólico de riesgo cardiovascular (ILMRC) <sup>12</sup>. Para esto, cada una de estas variables fue transformada dividiendo cada uno de los valores observados por el valor máximo de dicha variable. En el caso particular de las concentraciones de c-HDL, luego de ser dividida entre el máximo valor encontrado de la misma variable, dicho valor fue multiplicado por -1. Esto se realizó debido a que la relación del c-HDL con el riesgo cardiovascular es contraria al resto de las variables. El promedio de las cinco variables transformadas se utilizó para establecer una única variable denominada ILMRC, con valores comprendidos entre 0 y 1.

Para el perfil lipídico se consideraron los criterios del Panel de Expertos en la Integración de Directrices para la Salud y Reducción del Riesgo Cardiovascular en Niños y Adolescentes: CT elevado:  $\geq 200$  mg/dL; c-LDL elevado:  $\geq 130$  mg/dL; c-HDL bajo:  $< 40$  mg/dL; TG elevado:  $\geq 130$  mg/dL; Colesterol no-HDL elevado:  $\geq 145$  mg/dL<sup>13</sup>. Por otro lado, para establecer los niveles

elevados de glucosa sanguínea se empleó el valor propuesto por la Federación Internacional de Diabetes <sup>14</sup> el cual es de  $> 100$  mg/dL.

### 3. Variables antropométricas y Presión arterial

Los datos de peso, talla, circunferencia de cintura (CC) y pliegues fueron recopilados por un personal del campo de la salud entrenado y estandarizado empleando los métodos descritos por la Organización Mundial de la Salud (OMS)<sup>15</sup>. El peso (kg) se determinó con una balanza marca Health-o-Meter (Illinois, EE.UU). La talla (cm) se obtuvo mediante el método de la plomada empleando para esto una cinta métrica no extensible. El Índice de Masa Corporal (IMC) se calculó dividiendo el peso corporal (kg) por la estatura al cuadrado ( $m^2$ ). Los pliegues de triceps y subescapular se midieron empleando un calibrador de pliegues Betatechnology Incorporated (Meryland, EE.UU.). El porcentaje de grasa corporal (%GC) se estimó mediante la ecuación de Slaughter <sup>16</sup>. La CC se midió con una cinta métrica no extensible, empleando como punto

somático el punto medio entre el borde superior de las crestas ilíacas y los bordes inferiores de las costillas flotantes<sup>17</sup>. Se calculó la relación circunferencia de cintura-talla (Rel CCT).

Se midió con el sujeto en posición sentada, utilizando un manguito acorde a la edad y que cubriera las 2/3 partes de la longitud del brazo (distancia acromioclavicular) y su circunferencia completa, a 2 cm por encima del pliegue de la articulación del codo. Para garantizar la calidad en la toma de la tensión arterial (TA), la medición se realizará siguiendo las indicaciones del Task Force Blood Pressure Control in Children <sup>18</sup>. Se empleó un esfigmomanómetro digital marca Omrom Healthcare (Illinois, EE.UU.). Se determinó la tensión

arterial media (TAM) mediante la ecuación:  $(2 \times \text{Tensión Arterial Diastólica} + \text{Tensión Arterial Sistólica})/3$ .

#### 4. Análisis estadístico

La distribución estadística de los datos obtenidos se analizó con la prueba de Shapiro-Wilk, las diferencias entre grupos se analizaron empleando la prueba *t* de Student y las correlaciones mediante el *test* de las correlaciones parciales. El nivel de significancia empleado fue  $\alpha=0,05$ . Los datos se procesaron por medio del programa estadístico SPSS versión 17.0 para Windows.

Variable	Todos (n=70)	Sexo		<i>p</i>
		Masculino (n=17)	Femenino (n=53)	
VO <sub>2máx</sub> (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	29,3±4,5	34,5±5,1	27,6±2,7	0,000**
Distancia (m)	520,6±257,3	841,2±275,6	417,7±141,7	0,000**
VFA (km.h <sup>-1</sup> )	9,4±0,8	10,3±0,8	9,1±0,5	0,000**

Los resultados se expresan en Media ± Desv. Estándar / VFA: Velocidad final alcanzada / \*\**p*<0,01.

**Tabla 1.** Estadísticos descriptivos del VO<sub>2máx</sub>, la distancia recorrida y la VFA en el *test* de Course Navette de todos los sujetos estudiados y según el sexo.

**Fuente:** Elaboración propia

## RESULTADOS

Se evaluaron 70 sujetos con edades de  $18,1 \pm 0,7$  años, de los cuales 17 (24,3 %) pertenecieron al sexo masculino y 53 (75,7 %) al femenino, no se observó diferencias entre las edades de ambos sexos (Masculino  $18,2 \pm 0,6$  años vs. Femenino  $18,0 \pm 0,7$  años;  $p = 0,459$ ).

Los resultados del  $VO_{2\text{máx}}$  estimado, la distancia recorrida y la VFA por los sujetos se presentan en la tabla 1. Esta revela que los sujetos del sexo masculino superaron significativamente en todas esas variables a las del femenino.

Adicionalmente, empleando los puntos de corte para FCR empleados, solo 1 (1,4 %) de los sujetos estudiados no mostró riesgo de padecer ECV, y este resultó ser del sexo femenino.

El resumen de las variables antropométricas, clínicas y bioquímicas estudiadas se muestra en la tabla 2. En esta se observa que el peso, la talla y la CC fue superior en el sexo masculino y el %GC en el femenino, mientras que el IMC y la Rel CCT fueron similares en ambos sexos. Por su parte, la TAS y TAM

fueron superiores en el sexo masculino, mientras que la TAD no mostró diferencias por sexo. En cuanto al estudio de las variables bioquímicas, se puede observar que los resultados de estas no mostraron diferencias significativas según el sexo. En relación a las alteraciones de las concentraciones séricas de las variables bioquímicas estudiadas, solo 1,3 % y 2,6 % de los sujetos evaluados presentaron las concentraciones séricas de glucosa y triglicéridos elevados, respectivamente. Adicional a esto, 68,8 % de los adolescentes objeto de estudio presentaron concentraciones de c-HDL bajas y ninguno de ellos tuvo los niveles séricos de colesterol total, c-LDL y CNHDL elevados. Por otro lado, solo 3,9 %, 2,6 % y 3,9 % de los adolescentes mostraron las relaciones CT/c-HDL, c-LDL/c-HDL y TG/c-HDL elevadas, de forma respectiva.

En la tabla 3 se muestra las correlaciones entre el  $VO_{2\text{máx}}$  y las variables antropométricas, clínicas y bioquímicas ajustadas por sexo y edad en la muestra estudiada.

Variable	Todos	Sexo		P
		Masculino (n=17)	Femenino (n=53)	
Peso (kg)	54,9±9,2	63,5±9,5	52,2±7,4	0,000**
Talla (m)	1,63±0,09	1,75±0,05	1,59±0,06	0,000**
CC (cm)	71,2±7,5	75,1±7,9	70,1±7,0	0,015*
IMC (kg.m <sup>-2</sup> )	20,7±2,9	20,6±2,7	20,8±3,0	0,788
Rel CCT	0,44±0,04	0,43±0,04	0,44±0,04	0,264
%GC	23,2±5,6	17,6±6,1	25,6±4,0	0,000**
TAS (mmHg)	109,6±11,2	120,6±11,6	106,0±8,5	0,000**
TAD (mmHg)	66,0±7,5	66,9±8,7	66,7±7,2	0,576
TAM (mmHg)	80,5±7,8	84,8±8,4	79,2±7,1	0,008**
Glicemia	69,6±8,2	70,7±11,5	69,3±7,0	0,534
CT	111,7±28,7	102,8±29,7	114,6±28,1	0,141
TG	60,7±26,8	59,9±24,1	61,0±27,8	0,880
c-HDL	37,0±6,7	36,4±6,8	37,2±6,7	0,673
c-LDL	62,6±27,0	54,4±25,9	65,2±27,0	0,152
ILMRC	0,26±0,09	0,24±0,07	0,27±0,10	0,330
CT/c-HDL	3,1±0,9	2,8±0,7	3,2±1,0	0,185
c-LDL/c-HDL	1,8±0,8	1,5±0,7	1,8±0,9	0,145
TG/c-HDL	1,7±0,9	1,7±0,7	1,7±1,0	0,963

Los resultados se expresan en Medias ± Desv. Estándar / CC: Circunferencia de cintura / IMC: Índice de masa corporal / Rel CCT: Relación circunferencia de cintura-talla / %GC: % Grasa corporal / TAS: Tensión arterial sistólica / TAD: Tensión arterial diastólica / TAM: Tensión arterial media / CT: Colesterol total / TG: Triglicéridos / ILMRC: Índice lipídico-metabólico de riesgo cardiovascular / \*\*p<0,01 / \*p<0,05.

**Tabla 2.** Estadísticos descriptivos de las variables e indicadores antropométricos de todos los sujetos estudiados y según el sexo.

**Fuente:** Elaboración propia.

Variable	VO <sub>2</sub> máx	
	R	p
IMC	-0,262	0,031*
CC	-0,396	0,001**
Rel CCT	-0,312	0,010*
%GC	-0,425	0,000**
TAS	-0,267	0,022*
TAD	-0,211	0,083
TAM	-0,256	0,028*
Glicemia	0,073	0,552
CT	0,073	0,553
TG	-0,100	0,416
c-HDL	0,232	0,057
c-LDL	0,245	0,068
ILMRC	-0,043	0,729
CT/c-HDL	-0,062	0,615
c-LDL/c-HDL	-0,033	0,792
TG/c-HDL	-0,163	0,183

IMC: Índice de masa corporal / CC: Circunferencia de cintura / Rel CCT: Relación circunferencia de cintura-talla / %GC: % Grasa corporal / TAS: Tensión arterial sistólica / TAD: Tensión arterial diastólica / TAM: Tensión arterial media / CT: Colesterol total / TG: Triglicéridos / ILMRC: Índice lipídico-metabólico de riesgo cardiovascular / \*p<0,05 / \*\*p<0,01.

**Tabla 3.** Correlaciones del VO<sub>2</sub>máx estimado con las variables antropométricas, clínicas y bioquímicas ajustadas por sexo y edad.

**Fuente:** Elaboración propia.

Se observa que el  $VO_{2m\acute{a}x}$  correlacionó de forma inversa y significativa con el IMC, la CC, la Rel CCT y el %GC, así como también lo hizo con la TAS y la TAM. Sin embargo, no hubo correlación entre el  $VO_{2m\acute{a}x}$  y las variables bioquímicas evaluadas.

Por otro lado, es importante resaltar que solo 1 (1,4%) sujeto estudiado mostró un  $VO_{2m\acute{a}x}$  superior al punto de corte para evitar el riesgo de enfermedad cardiovascular propuesto para adolescentes en esta investigación, el cual resultó ser del sexo masculino.

## DISCUSIÓN

El  $VO_{2m\acute{a}x}$  se relacionó con los indicadores de adiposidad y la tensión arterial de los adolescentes evaluados, pero no lo hizo con el perfil lipídico ni las concentraciones séricas de glucosa. El FCR ha sido el principal exponente de la condición física de los individuos y varios estudios independientes han demostrado que el mismo constituye un predictor más potente de la morbilidad y mortalidad <sup>19</sup>. De hecho, se ha demostrado que un bajo nivel

de condición física cardiovascular constituye el factor de riesgo cardiovascular más importante, por encima de factores de riesgo clásicos como, por ejemplo, el sobrepeso u obesidad<sup>20</sup>.

En la presente investigación el FCR evaluado como el  $VO_{2m\acute{a}x}$  correlacionó significativamente con los indicadores de adiposidad evaluados, mostrando que una mayor adiposidad se relacionaba con un menor consumo de oxígeno. Estos resultados se asemejan a los presentados por Ramírez-Vélez et al., quienes hallaron que la circunferencia de cintura el porcentaje de grasa corporal y el índice de masa corporal correlacionaron con el FCR en niños y adolescentes colombianos <sup>21</sup>. De igual forma coinciden con los resultados encontrados por Bailey et al., quienes encontraron que en 147 escolares de 10 a 14 años la relación entre el FCR y los factores de riesgo cardiovascular evaluados estaba mediada por la adiposidad corporal <sup>22</sup>. Otros estudios en niños y adolescentes españoles muestran resultados similares a los hallados en la presente investigación <sup>23, 24</sup>.

Es importante resaltar que el FCR presenta una relación más fuerte con la adiposidad total que el resto de los componentes de la condición física como lo son el *fitness* muscular, velocidad/agilidad, flexibilidad o coordinación motora e incluso en niños y adolescentes <sup>25</sup>. Adicionalmente, existe evidencia de que los jóvenes con una condición física baja tienen de 2 a 4 veces más probabilidades de ser obesos que aquellos con niveles de condición física mayor <sup>26</sup>.

Por otro lado, en la presente investigación el FCR correlacionó de forma inversa y significativa con la tensión arterial sistólica y la tensión arterial media. Estos resultados coinciden con los reportados por Brage et al., en niños entre 8 y 10 años de edad. <sup>27</sup> Además, se ha observado una relación entre la adiposidad visceral y general con la tensión arterial en niños con bajos niveles de FCR <sup>28</sup>. Otras investigaciones mostraron que las niñas con hipertensión arterial presentaban valores más altos de adiposidad y menor FCR que las niñas con presión arterial normal <sup>29</sup>.

Esos resultados sugieren que la tensión arterial es influenciada tanto por la adiposidad como por el FCR. En función de lo previamente mostrado, es probable que la correlación existente entre el FCR y la tensión arterial observada en esta investigación haya sido mediada por la adiposidad visceral y/o general presente en los sujetos estudiados.

Adicionalmente, el FCR en esta investigación no correlacionó con ninguna de las variables bioquímicas componentes del perfil lipídico. Similar a estos resultados, diversos estudios en niños y adolescentes no han logrado establecer la relación entre el FCR y las concentraciones séricas del colesterol total, c-HDL, c-LDL y triglicéridos <sup>30,31</sup>. Sin embargo, Mesa et al., hallaron una relación significativa entre el FCR y los niveles séricos de triglicéridos y de c-HDL en niños y adolescentes; en el sexo femenino la relación solo fue significativa para el c-HDL. Menores niveles de c-LDL solo se observaron en niños, cuando estos tenían unos niveles de condición física aeróbica ( $VO_{2max}$ ) muy superior a la media de su edad <sup>32</sup>. Además, García-Artero et

al., mostraron una relación significativa entre el FCR y el índice lipídico-metabólico construido a partir de las concentraciones séricas de lípidos y de glucosa en 2859 adolescentes españoles<sup>33</sup>. Los resultados encontrados en la actual investigación que muestran una ausencia de correlación del FCR con el perfil lipídico, pudiera explicarse debido a que en general, hubo baja frecuencia de sujetos con alteraciones en esas variables, es decir que la mayoría de ellos mostraron niveles séricos bajos del perfil lipídico. Lo cual sería un reflejo de un bajo consumo de grasa, debido a una caída significativa en la compra de estas, tal como lo refirió la última Encuesta Sobre Condición de Vida en Venezuela 2016 (ENCOVI)<sup>34</sup>. A pesar de las diferencias halladas, un importante número de trabajos de investigación han revelado que los niveles séricos de colesterol total no son afectados por el nivel de condición física,<sup>31, 35</sup> si bien algunos autores han mostrado menores concentraciones de colesterol total en los adolescentes más activos<sup>36</sup> o con mejor condición física<sup>37</sup>.

Por otro lado, en esta investigación tampoco se relacionó el FCR con las concentraciones séricas de glucosa, a pesar que los resultados encontrados en algunas investigaciones han sugerido relaciones positivas entre los estilos de vida activos y la sensibilidad a la insulina<sup>38</sup>. Sin embargo, otros estudios han evidenciado que tanto el FCR como la actividad física no están independientemente relacionados con las concentraciones de insulina.<sup>39</sup> Si bien es cierto que los resultados de las investigaciones que apoyan una posible relación positiva entre la condición física/actividad física y la sensibilidad a la insulina provienen de estudios realizados en poblaciones adultas, también es cierto que no es apropiado extrapolar esos resultados a las poblaciones más jóvenes debido a los cambios fisiológicos que se presentan en los periodos de crecimiento y maduración. En la actual investigación solo 1,3% de los sujetos evaluados mostró concentraciones elevadas de glucosa sérica, esto pudo haber sido un factor que influenciara una posible

correlación entre el FCR y las concentraciones de glucosa sérica.

Es importante resaltar que, en esta investigación todos a excepción de uno de los sujetos estudiados fueron clasificados en riesgo de padecer enfermedad cardiovascular cuando se empleó el criterio FITNESSGRAM propuesto por el Instituto Cooper para Investigaciones Aeróbicas<sup>9</sup>. Estos resultados difieren de los reportados por Ramírez-Vélez, et al.,<sup>40</sup> en niños y adolescentes colombianos. Estos autores refirieron que 19% de la muestra estudiada se encontraban en riesgo de padecer enfermedad cardiovascular cuando emplearon los criterios FITNESSGRAM para el FCR. El contraste entre los resultados de ambas investigaciones pudiera poner de manifiesto la importancia de generar los valores de referencia propios de la población venezolana, y en general para cada país, para el FCR evaluado a través del  $VO_{2máx}$ .

## CONCLUSIONES

En conclusión, en la actual investigación el FCR evaluado mediante el  $VO_{2máx}$  se relacionó de

forma inversa y significativamente con los indicadores de adiposidad visceral y/o general. Adicionalmente, el FCR también se relacionó con la tensión arterial sistólica y media, y probablemente esa relación haya sido mediada por la adiposidad visceral y/o general de los sujetos estudiados.

## REFERENCIAS

1. Ruiz J, Ortega FB, Gutierrez A, Meusel D, Castillo Garzón MJ. Health-related fitness assessment in childhood and adolescence; A European approach based on the AVENA, EYHS and HELENA studies. *J Public Health* 2006; 14: 269-277.
2. Mora S, Redberg R, Cui Y, Whiteman M, Flaws J, Sharrett A, et al. Ability of exercise testing to predict cardiovascular and all-cause death in asymptomatic women: a 20-year follow-up of the lipid research clinics prevalence study. *JAMA* 2003; 290(12): 1600-1607.
3. Rowland T. Evolution of maximal oxygen uptake in children. *Med Sport Sci* 2007; 50: 200-209.
5. Hasselstrom H, Hansen S, Froberg K, Andersen L. Physical fitness and physical activity during adolescence as predictors of cardiovascular disease risk in young adulthood. *Danish Youth and Sports*

- Study. An eight-year follow-up study. *Int J Sports Med* 2002; 23(1): 27-31.
6. Shaibi G, Cruz M, Ball G, Weigensberg M, Kobaissi H, Salem G, et al. Cardiovascular fitness and the metabolic syndrome in overweight latino youths. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37(6): 922-928.
7. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres vivos. Asamblea Médica Mundial; Fortaleza, Brasil; 2013.
8. García GC, Secchi JD. Test *Course Navette* de 20 metros con etapas de un minuto. Una idea original que perdura hace 30 años. *Apunts Med Esport* 2014; 49 (183): 93-103.
9. Leger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci* 1988; 6: 93-101.
10. The Cooper Institute for Aerobics Research. FITNESSGRAM Test Administration Manual. 3rd ed. Champaign (IL): Human Kinetics; 2004. pp. 38–39.
11. Friedewald W, Levy R, Fredrickson S. Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma without use the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972; 18:499-475.
12. Biosystems. Reagents & Instruments. Manual del Usuario. Barcelona, España; 2010.
13. Mesa JL, Ruiz JR, Ortega FB, Wärnberg J, González-Lamuno D, Moreno LA, et al. Aerobic physical fitness in relation to blood lipids and fasting glycaemia in adolescents. Influence of weight status. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2006; 16: 285-293.
14. Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in children and adolescents. Full Report. National Institute of Health. National Heart, Lung, and Blood Institute.NIH. Publication N° 127486. October 2012.
15. International Diabetes Federation (IDF). The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome; 2005. [Acesso En 2017 abril, 14]. Disponible en: <http://www.idf.org>.
16. World Health Organization. Technical Report Series No 854. Physical Status: The use and interpretation of anthropometry. Geneva; 1995.
17. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, et al: Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol* 1988; 60: 709-723.
18. Weiner J, Lourie S. Practical Human Biology. Londres: Academic Press: 1981. pp 189.

19. Task R. Force on blood pressure control in children. *Pediatrics* 1996; 98: 649-658.
20. Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, Asumi M, et al. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: A meta-analysis. *JAMA* 2009; 301(19): 2024-2035.
21. Castillo MJ, Ortega FB, Ruiz RJ. Mejora de la forma física como terapia antienvjecimiento. *Med Clin (Barc)*. 2005; 124(4): 146-155.
22. Ramírez-Vélez R, Correa-Bautista JE, Ramos-Sepúlveda JA, Piñeros-Álvarez CA, Giraldo LI, Izquierdo M, et al. Aerobic capacity and future cardiovascular risk in Indian community from a low income area in Cauca, Colombia. *Ital J Pediatr* 2017; 43(28):2-8.
23. Bailey DP, Savory LA, Denton SJ, Kerr CJ. The association between cardiorespiratory fitness and cardiometabolic risk in children is mediated by abdominal adiposity: The HAPPY Study. *J Phys Act Health* 2015; 12 (1): 1148-1152.
24. Moreno L, Joyanes M, Mesana M, González-Gross M, Gil C, Sarria A, et al. Harmonization of anthropometric measurements for a multicenter nutrition survey in Spanish adolescents. *Nutrition* 2003; 19(6): 481-486.
25. González-Gross M, Ruiz J, Moreno L, De Rufino-Rivas P, Garaulet M, Mesana M, et al. Body composition and physical performance of Spanish adolescents: the AVENA pilot study. *Acta Diabetol* 2003; 40 (1): 299-301.
26. Aires L, Silva P, Santos R, Santos P, Ribeiro J, Mota J. Association of physical fitness and body mass index in youth. *Minerva Pediatr* 2008; 60(4): 397-405.
27. Kim Y, Lee S. Physical activity and abdominal obesity in youth. *Appl Physiol Nutr Metab* 2009; 34(4): 571-581.
28. Brage S, Wedderkopp N, Ekelund U, Franks PW, Wareham NJ, Andersen LB, et al. Features of the metabolic syndrome are associated with objectively measured physical activity and fitness in Danish children: the European Youth Heart Study (EYHS). *Diabetes Care* 2004; 27(9): 2141-2148.
29. Vicente-Rodríguez G, Urzanqui A, Mesana M, Ortega F, Ruiz J, Ezquerra J, et al. Physical fitness effect on bone mass is mediated by the independent association between lean mass and bone mass through adolescence: a cross-sectional study. *J Bone Miner Metab* 2008; 26(3): 288-294.
30. Ruiz JR, Ortega FB, Loit HM, Veidebaum T, Sjostrom M. Body fat is associated with blood pressure in school-aged girls with low cardiorespiratory

fitness: the European Youth Heart Study.

J Hypertens 2007; 25(10): 2027-2034.

31. Tolfrey K, Campbell I, Jones A. Selected predictor variables and the lipid-lipoprotein profile of prepubertal girls and boys. Med Sci Sports Exerc 1999; 31(11):1550-1557.

32. Al-Hazzaa HM, Sulaiman MA, al-Matar AJ, al-Mobaireek KF. Cardiorespiratory fitness, physical activity patterns and coronary risk factors in preadolescent boys. Int J Sports Med 1994; 15(5): 267-272.

33. Mesa J, Ruiz J, Ortega F, Warnberg J, Gonzalez-Lamuno D, Moreno L, et al. Aerobic physical fitness in relation to blood lipids and fasting glycaemia in adolescents: influence of weight status. Nutr Metab Cardiovasc Dis 2006; 16(4): 285-293.

34. García-Artero E, Ortega FB, Ruiz JR, Mesa JL, Delgado M, González-Gross M, 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(6): 581-588.

35. Fundación Bengoa para la alimentación y la salud [Internet]. Caracas-Venezuela: Fundación Bengoa; 2017 [citado 20 may 2017]. Encuesta Nacional de Condiciones de Vida Venezuela 2016. Disponible en:

<http://www.fundacionbengoa.org/noticias/2017/encovi-2016.asp>.

36. Smith BW, Metheny WP, Sparrow AW. Serum lipid and lipoprotein profiles of elite age-group runners. In: Weiss MR, Gould D, editors. Sport for children and youths. Champaign (IL): Human Kinetics, 1986: 269–273.

37. Durant R, Linder C, Harkess J, Gray R. The relationship between physical activity and serum lipids and lipoproteins in black children and adolescents. J Adolesc Health Care 1983; 4(1): 55-60.

38. Wilmore J, Constable S, Stanford P. Prevalence of coronary heart disease risk factors in 13- to 15-year-old boys. J Cardiac Rehab 1982; 2: 223-333.

39. Schmitz K, Jacobs DJ, Hong C, Steinberger J, Moran A, Sinaiko A. Association of physical activity with insulin sensitivity in children. Int J Obes Relat Metab Disord 2002; 26(10): 1310-1316.

40. Gutin B, Islam S, Manos T, Cucuzzo N, Smith C, Stachura M. Relation of percentage of body fat and maximal aerobic capacity to risk factors for atherosclerosis and diabetes in black and white seven- to eleven-year-old children. J Pediatr 1994; 125(6): 847-852.

41. Ramírez-Vélez R, Daza F, González-Jiménez E, Schmidt-RioValle J, González-Ruíz K, Correa-Bautista JE. Cardiorespiratory fitness, adiposity, and

cardiometabolic risk factors in  
schoolchildren: The FUPRECOL Study.  
West J Nurs Res 2016; 2(34): 1-19.

**CORRESPONDENCIA**

Edgar J. Acosta García. Dirección: Instituto de Investigaciones en Nutrición “Dr. Eleazar Lara Pantín” (INVESNUT-UC). Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Carabobo, Venezuela. Teléfono: 0241-8915640/0412-0445423. Dirección de correo electrónico: edgaracosta1357@hotmail.com