

DESEMPEÑO MUSCULAR Y FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR EN ADOLESCENTES UNIVERSITARIOS

Edgar Acosta¹, Maryelin Duno², Gloria Naddaf³, Carlos Rojas⁴, Héctor Herrera⁵.

RESUMEN: *La condición física relacionada a la salud, especialmente el desempeño muscular (DM), constituye un factor de riesgo para enfermedades cardiometabólicas. Se ha asociado la disminución del DM con la mortalidad por diversas causas, con mortalidad cardiovascular y con eventos isquémicos. Se evaluó la relación entre el DM y los factores de riesgo cardiovascular en estudiantes de la Universidad de Carabobo, Venezuela. El estudio fue descriptivo, correlacional, de campo y corte transversal en 77 sujetos entre 17 y 20 años. Se evaluó el salto longitudinal (SL), la fuerza muscular (FM), la FM corregida por el peso (FM/peso), el índice general de fuerza (IGF), variables clínicas, antropométricas y bioquímicas. 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 SL, la FM/peso y el IGF correlacionaron significativamente y de forma inversa con el IMC, la circunferencia de cintura (CC), la relación CC/Talla y el % grasa corporal ($p<0,01$). En el presente estudio, el DM se asoció de forma inversa con la adiposidad en adolescentes universitarios.*

PALABRAS CLAVE: *Desempeño muscular; índice general de fuerza; índice de masa corporal; circunferencia de cintura.*

ABSTRACT: *The physical condition related to health, especially muscle performance (MP), is a risk factor for cardiometabolic diseases. The decrease in MP has been associated with mortality from various causes, with cardiovascular mortality and with ischemic events. The relationship between MP and cardiovascular risk factors was evaluated in students of the University of Carabobo, Venezuela. The study was descriptive, correlational, field and cross-sectional in 77 subjects between 17 and 20 years. Longitudinal jump (LJ), muscle strength (MS), MS corrected by weight (MS / weight), general strength index (GSI), clinical, anthropometric and biochemical variables were evaluated. The statistical tests used were those of 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. LJ, MS/weight and GSI correlated significantly and inversely with BMI,*

waist circumference (WC), WC/height ratio and % body fat ($p < 0.01$). In the present study, MS was inversely associated with adiposity in university adolescents.

PALABRAS CLAVE: *Muscle performance; general strength index; body mass index; waist circumference.*

¹ 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.

² 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

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

⁴ 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

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 habilidad para realizar con vigor las actividades de la vida diaria se conoce como la condición física relacionada con la salud (CFRS), la cual constituye una medida integrada de todas las funciones y estructuras que intervienen en su realización¹. La CFRS está constituida por las capacidades cardiorrespiratoria, músculo-esquelética y motora, así como también por la composición corporal, las cuales, al ser evaluadas reflejan el estado funcional de los diferentes órganos, sistemas y estructuras que están involucrados en la actividad física y el ejercicio¹. Esta es una de las razones de por qué hoy en día la condición física (CF) es considerada como uno de los marcadores de salud más importantes en todas las edades².

Diversas investigaciones han logrado establecer que la fuerza muscular en ambos sexos puede constituir un factor independiente

Recibido: 26/02/2023

Aceptado: 05/04/2023

predictor de morbimortalidad³⁻⁵. Además, existe evidencia científica suficiente para considerar a la baja CF como un factor de riesgo más determinante que los tradicionales factores de riesgo como la obesidad, el tabaquismo, la hipertensión, la diabetes y colesterol elevado⁶.

La CFRS constituye un factor independiente de riesgo para enfermedades cardiometabólicas, especialmente el desempeño muscular^{7,8}, un reciente estudio demostró que la disminución de 5 kg en la fuerza de agarre se asociaba inversamente con la mortalidad por todas las causas, con la mortalidad cardiovascular y con eventos isquémicos coronarios ($p < 0,01$)⁹, mientras que otros trabajos han logrado establecer una relación entre la disminución del desempeño muscular con dislipidemia, rigidez arterial y obesidad¹⁰⁻¹².

Varios estudios longitudinales han establecido que el grado de CF y la presencia de factores de riesgo cardiovascular (FRC) en la edad adulta se relacionan directamente con el grado de CF que se tuvo en la adolescencia^{13,14}. Si bien es cierto

que las manifestaciones clínicas de la enfermedad cardiovascular aparecen de forma habitual durante la adultez, su origen patogénico se establece en la adolescencia o la infancia¹⁵⁻¹⁸. Por tal motivo, en el presente estudio se evaluó la relación entre el desempeño muscular y los FRC 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 humanos¹⁹ y fue aprobado por el Comité Técnico del Instituto de Investigaciones en Nutrición “Dr. Eleazar Lara Pantin” de la Universidad de Carabobo (INVESNUT). 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 77 estudiantes de ambos sexos y con edades entre 17 y 20 años conformaron la muestra evaluada, lo cual representó el 26,4% del total de la población. La muestra se conformó con 17 sujetos del sexo masculino y 60 del femenino, lo cual representó de forma respectiva, 22,1% y 77,9% de la muestra estudiada. Cabe destacar que la muestra de sujetos del sexo masculino que conformó la muestra estudiada representó 34,7% del total de los varones inscritos, mientras que la muestra de sujetos del sexo femenino evaluada representó 24,7% 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. 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)²⁰. Se empleó un analizador semiautomatizado, modelo BTS-310 (Barcelona, España)²¹. 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)²². 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: ≥ 200 mg/dL; c-LDL elevado: ≥ 130 mg/dL; c-HDL bajo: < 40 mg/dL; TG elevado: ≥ 130 mg/dL; Colesterol no-HDL elevado: ≥ 145 mg/dL²³. Por otro lado, para establecer los niveles elevados de glucosa sanguínea se empleó el valor propuesto por la Federación Internacional de Diabetes²⁴ el cual es de > 100 mg/dL.

2. Variables antropométricas

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)²⁵. 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 Slaughter²⁶. 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 flotantes²⁷. Se calculó la relación circunferencia de cintura-talla (Rel CCT).

3. Tensión arterial

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* ²⁸. 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. Desempeño muscular

a. Valoración de la capacidad músculo-esquelética: fuerza de prensión manual y salto longitudinal a pies juntos se evaluó mediante 2 pruebas: a) test de dinamometría manual para evaluar la fuerza máxima de prensión manual (FM), mediante dinamómetro digital Camry modelo EH101 (intervalo 5-90 kg, precisión 0,1 kg) (Barcelona, España) y b) test de salto longitudinal (SL) sin impulso para evaluar la fuerza explosiva del tren inferior, para esto

se empleó una cinta métrica metálica marca *Stanley* (intervalo 0-300,0 cm y precisión 0,1 cm) (Connecticut, EE. UU.). Ambas pruebas se incluyen en la Bateria *Alpha Fitness* ²⁹.

b. Índice General de Fuerza

La medición de la FM se valoró con dos intentos alternativos con cada mano en una posición estandarizada, de pie, con los brazos paralelos al cuerpo sin contacto alguno. El valor crudo de la FM se normalizó dividiendo el promedio del FM (kg) entre el peso corporal (kg). Además, se realizó la prueba de SL a pies juntos, como medida para determinar la máxima distancia alcanzada en dos intentos en miembros inferiores. Con los resultados de estas pruebas se calculó el IGF a partir de la tipificación Z , por ejemplo, $Z = ([\text{valor-media}]/\text{desviación estándar})$. El promedio de las 2 pruebas transformadas (*z-score*) se utilizó para establecer una única variable denominada IGF ³⁰.

5. 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 Pearson. El nivel de significancia empleado fue $\alpha=0,05$. Los datos se procesaron por medio del programa estadístico SPSS versión 17.0 para *Windows*.

RESULTADOS

Se evaluaron 77 sujetos con edades de $18,1\pm 0,6$ años, de los cuales 17 (22,1%) pertenecieron al sexo masculino y 60 (77,9%) al femenino, no se observó diferencias entre las edades de ambos sexos (Masculino $18,2\pm 0,6$ años vs. Femenino $18,0\pm 0,6$ años; $p= 0,416$).

Los resultados del SL, FM, FM corregida por el peso y del IGF se presentan en la tabla 1. Esta revela que los sujetos del sexo masculino superaron significativamente en todas esas variables a las del femenino.

En la muestra estudiada, ninguna de las variables que evalúan la capacidad músculo-esquelética

correlacionó significativamente con la edad.

El resumen de las variables antropométricas y clínicas 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 a las variables bioquímicas estudiadas, la tabla 3 revela que no hubo diferencias en las concentraciones séricas de los analitos ni en los índices de riesgo cardiovascular estudiados según el sexo.

En cuanto 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

Variable	Todos (n=77)	Sexo		p
		Masculino (n=17)	Femenino (n=60)	
SL (cm)	148,9±30,5	191,7±33,5	136,8±14,7	0,000**
FM mano derecha (kg)	27,8±8,2	39,2±7,8	24,6±4,7	0,000**
FM mano izquierda (kg)	25,7±7,5	36,1±7,4	22,7±4,1	0,000**
FM general (kg)	26,7±7,7	37,7±7,3	23,6±4,1	0,000**
FM /peso	0,49±0,12	0,61±0,14	0,46±0,09	0,000**
Z score FM	0,26±0,99	1,68±0,95	-0,14±0,54	0,000**
Z score SL	-0,0004±0,99	1,40±1,10	-0,39±0,48	0,000**
Z score FM/peso	-0,04±0,99	0,98±1,20	-0,28±0,74	0,000**
IGF	0,0001±0,90	1,19±1,05	-0,34±0,48	0,000**

Los resultados se expresan en Media ± Desv. Estándar / SL: Salto longitudinal / FM: Fuerza manual / IGF: Índice general de fuerza / **p<0,01.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las variables de la capacidad músculo- esquelética de todos los sujetos estudiados y según el sexo.

Fuente: Elaboración propia.

Variable	Todos	Sexo		p
		Masculino (n=17)	Femenino (n=60)	
Peso (kg)	54,9±9,2	63,5±9,5	52,4±7,5	0,000**
Talla (m)	1,63±0,09	1,75±0,05	1,59±0,06	0,000**
CC (cm)	71,2±7,4	75,1±7,9	70,1±6,9	0,012*
IMC (kg.m ⁻²)	20,7±2,9	20,6±2,7	20,8±2,9	0,770
Rel CCT	0,44±0,04	0,43±0,04	0,44±0,04	0,261
%GC	23,9±5,6	17,3±6,1	25,6±4,0	0,000**
TAS (mmHg)	109,9±11,2	120,6±11,6	106,9±9,0	0,000**
TAD (mmHg)	66,6±7,8	66,9±8,7	66,5±7,6	0,820
TAM (mmHg)	81,0±7,9	84,8±8,4	79,9±7,5	0,023*

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 / **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	Todos	Sexo		P
		Masculino (n=17)	Femenino (n=60)	
Glicemia	69,5±8,5	70,7±11,5	69,1±7,5	0,504
CT	113,5±30,0	102,8±29,7	116,6±29,6	0,095
TG	59,5±25,9	59,9±24,1	59,4±26,6	0,941
c-HDL	37,4±6,6	36,4±6,8	37,7±6,6	0,502
c-LDL	64,2±28,2	54,4±25,9	67,0±28,3	0,102
ILMRC	0,26±0,09	0,24±0,07	0,27±0,10	0,302
CT/c-HDL	3,1±0,9	2,8±0,7	3,2±1,0	0,169
c-LDL/c-HDL	1,8±0,8	1,5±0,7	1,9±0,8	0,121
TG/c-HDL	1,7±0,9	1,7±0,7	1,6±1,0	0,835

Los resultados se expresan en Media ± Desv. Estándar / CT: Colesterol total / TG: Triglicéridos / ILMRC: Índice lipídico-metabólico de riesgo cardiovascular.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de las variables bioquímicas de todos los sujetos estudiados y según el sexo.

Fuente: Elaboración propia.

Variables	Desempeño muscular			
	SL	FM promedio	FM/peso	IGF
IMC	-0,311**	0,105	-0,411**	-0,432**
CC	-0,347**	0,043	-0,506**	-0,513**
Rel CCT	-0,350**	0,056	-0,410**	-0,451**
%GC	-0,450**	-0,219	-0,617**	-0,604**
TAS	-0,249*	0,051	-0,160	-0,233*
TAD	-0,148	0,004	-0,113	-0,151
TAM	-0,204	0,024	-0,143	-0,199
Glicemia	0,087	-0,110	0,089	0,103
CT	-0,041	-0,077	0,041	0,006
TG	-0,058	0,047	-0,002	-0,030
c-HDL	0,020	0,000	0,118	0,089
c-LDL	-0,038	-0,091	0,015	-0,009
ILMRC	-0,026	-0,074	0,002	-0,019
CT/c-HDL	-0,012	-0,076	-0,030	-0,027
c-LDL/c-HDL	0,004	-0,086	-0,023	-0,013
TG/c-HDL	-0,079	0,011	-0,048	-0,072

IGF: Índice general de fuerza / FM: Fuerza muscular / 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 4. Correlaciones del SL, FM, FM/peso y del IGF con las variables antropométricas, clínicas y bioquímicas ajustadas por sexo y edad.

Fuente: Elaboración propia.

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.

Las correlaciones del SL, FM, FM/peso y del IGF ajustadas por sexo y edad, con las variables antropométricas, clínicas y bioquímicas estudiadas se muestran en la tabla 4. Se observa que el IGF correlacionó significativamente y de forma negativa solo con el IMC, la CC, la Rel CCT, el %GC y la TAS, mientras que no lo hizo con el resto de las variables evaluadas. Con respecto a la FM/peso, se observa que esta solo correlacionó de forma negativa y significativa con el IMC, la CC, la Rel CCT y el %GC. Por su parte, la FM no correlacionó con ninguna de las variables antropométricas, clínicas ni bioquímicas evaluadas en la presente investigación. Adicionalmente, el SL al igual que el IGF solo correlacionó significativamente y de forma inversa con IMC, la CC, la Rel CCT, el %GC y la TAS.

Es importante resaltar que al ajustar con los indicadores de adiposidad evaluados en la presente investigación como los fueron el IMC, la CC, la Rel CCT y el %GC las correlaciones entre el SL y el IGF con la TAS fueron no significativas, mostrando los siguientes resultados de forma respectiva ($r=0,083$; $p=0,480$) y ($r=0,178$; $p=0,129$).

DISCUSIÓN

El IGF, la FM corregida por el peso y el salto longitudinal se asociaron a los indicadores de adiposidad, mientras que la FM cruda no se asoció con los indicadores de adiposidad y tampoco lo hizo con las variables clínicas ni bioquímicas evaluadas. Entre los componentes de la CFRS, la FM ha adquirido relevancia científica debido a que representa una medida directa del estado de salud biológica, especialmente de los sistemas osteoarticular, cardiovascular y metabólico³⁰. Adicionalmente, estudios observacionales han logrado evidenciar que la disminución de la masa y fuerza muscular juegan un papel fundamental en la

predisposición de eventos cardiovasculares y metabólicos en la población en general^{31, 32}. Por otro lado, en un estudio realizado en estudiantes colombianos se pudo establecer que la adiposidad media la influencia del *fitness* muscular sobre el síndrome metabólico³³. En el presente estudio la FM evaluada mediante el IGF y la FM corregida por el peso logró relacionarse de forma inversa con los indicadores de adiposidad empleados. Estos resultados son similares a los reportados en escolares colombianos, en quienes se evidenció que aquellos que presentaban un menor desempeño muscular tenían 4,06 veces (IC95% 2,60-6,34; p=0,043) mayor riesgo de presentar exceso de grasa y 1,57 veces (IC 95% 1,02-1,89; p=0,020) mayor riesgo de obesidad abdominal³⁴. Además, otro estudio llevado a cabo en adolescentes de Portugal logró establecer una relación significativa entre el *fitness* muscular y la adiposidad corporal³⁵. Debido a los resultados similares a los antes mencionados, se ha planteado la hipótesis del papel protector de la

masa libre de grasa en el riesgo de padecer enfermedad cardiovascular^{36, 37}.

Algunas investigaciones recientes llevadas a cabo en adolescentes y jóvenes han logrado establecer que la FM constituye un predictor independiente de morbimortalidad cardiometabólica^{35,38}. También en adultos se ha logrado asociar una baja FM con dislipidemia¹⁰, mientras que en jóvenes colombianos Ramírez-Vélez *et al.*³² mostraron que un mejor desempeño muscular se asociaba inversamente con un perfil lipídico-metabólico más saludable. En la presente investigación el desempeño muscular evaluado mediante el IGF, la FM cruda el SL y la FM corregida por el peso no se relacionó con los componentes del perfil lipídico, con los índices de riesgo cardiovascular, con el ILMRC ni con las concentraciones séricas de glucosa. Esto pudiera explicarse debido a que en general, hubo baja frecuencia de sujetos con alteraciones en el perfil lipídico y en las concentraciones séricas de glucosa, es decir que la mayoría de ellos mostraron niveles séricos bajos

en general de lípidos y de glucosa. Lo anteriormente mencionado 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)³⁹. A pesar de los resultados hallados en la actual investigación referentes al desempeño muscular y las variables bioquímicas estudiadas, otros investigadores como Ruíz et al.⁴⁰ plantean que la capacidad muscular puede ser considerada un indicador de salud cardiovascular de elevada potencia discriminadora.

CONCLUSIONES

En conclusión, el desempeño muscular en los estudiantes universitarios evaluados en el presente estudio fue mayor en el sexo masculino que en el femenino y cuando se evaluó mediante el IGF, el salto longitudinal y la fuerza muscular corregida por el peso correlacionó significativamente con los indicadores de adiposidad. Adicionalmente, en el presente trabajo el desempeño muscular no correlacionó con el perfil

lipídico, las concentraciones de glucosa ni la tensión arterial.

REFERENCIAS

1. Pate R, Oria M, Pillsbury L. Fitness measures and health outcomes in youth. Committee on Fitness Measures and Health Outcomes in Youth, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine; Washington (DC): National Academies Press (US); 2012.
2. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjostrom M. Physical fitness in childhood and adolescence: A powerful marker of health. *Int J Obes (Lond)* 2008; 32(1): 1-11.
3. Metter EJ, Talbot LA, Schrager M, Conwit R. Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2002;57:359-365.
4. Jurca R, Lamonte MJ, Barlow CE, Kampert JB, Church TS, Blair SN. Association of muscular strength with incidence of metabolic syndrome in men. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37:1849-1855.
5. Hulsmann M, Quittan M, Berger R, Crevenna R, Springer C, Nuhr M, et al. Muscle strength as a predictor of long-term survival in severe congestive heart failure. *Eur J Heart Fail* 2004; 6:101-107.
6. Haskell WL, Blair SN, Hill JO. Physical activity: Health outcomes and importance

for public health policy. *Prev Med* 2009; 49 (4): 18-24

7. Harris T, Leveille SG, Visser M, Foley D, Masaki K, Rantanen T, et al. Muscle strength and body mass index as long-term predictors of mortality in initially healthy men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2000;55(3):168-173.

8. Ruíz JR, Sui X, Lobelo F, Morrow JR, Jackson AW, Sjöström M, et al. Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. *BMJ* 2008;337:a439.

9. Leong DP, Teo KK, Rangarajan S, Lopez-Jaramillo P, Avezum A, Orlandini A. Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) Study investigators. Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *Lancet* 2015;386(9990):266-273.

10. Vaara JP, Fogelholm M, Vasankari T, Santtila M, Häkkinen K, Kyröläinen H. Associations of maximal strength and muscular endurance with cardiovascular risk factors. *Int J Sports Med*. 2014;35(4):356-360.

11. Fahs CA, Heffernan KS, Ranadive S, Jae SY, Fernhall B. Muscular strength is inversely associated with aortic stiffness in young men. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42:1619-1624.

12. Mason C, Brien SE, Craig CL, Gauvin L, Katzmarzyk PT. Musculoskeletal

fitness and weight gain in Canada. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39:38-43.

13. Eisenmann JC, Wickel EE, Welk GJ, Blair SN. Relationship between adolescent fitness and fatness and cardiovascular disease risk factors in adulthood: the Aerobics Center Longitudinal Study (ACLS). *Am Heart J* 2005;149:46-53.

14. Ferreira I, Twisk JW, Stehouver CD, Van Mechelen W, Kemper HC. The metabolic syndrome, cardiopulmonary fitness, and subcutaneous trunk fat as independent determinants of arterial stiffness: the Amsterdam growth and health longitudinal study. *Arch Intern Med* 2005;25:875-882.

15. Srinivasan SR, Berenson GS. Childhood lipoprotein profiles and implications for adult coronary artery disease: The Bogalusa Heart Study. *Am J Med Sci* 1995;310:S62-S7.

16. McGill HC, McMahan CA, Malcom GT, Oalmann MC, Strong JP. Effects of serum lipoproteins and smoking on atherosclerosis in young men and women. The PDAY Research Group. Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1997;17(1):95-106.

17. Berenson GS, Srinivasan SR, Bao W, Newman WP, Tracy RE, Wattigney WA. Association between multiple cardiovascular risk factors and

atherosclerosis in children and young adults: the Bogalusa Heart Study. *N Engl J Med* 1998;338:1650-1656.

18. Strong JP, Malcom GT, McMahan CA, Tracy RE, Newman WP, Herderick EE, et al. Prevalence and extent of atherosclerosis in adolescents and young adults: implications for prevention from the pathobiological determinants of atherosclerosis in youth study. *JAMA* 1999;281:727-735.

19. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres vivos. Asamblea Médica Mundial; Fortaleza, Brasil; 2013.

20. 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.

21. Biosystems. Reagents & Instruments. Manual del Usuario. Barcelona, España; 2010.

22. 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.

23. 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.

24. Alberti KGMM, Zimmet PZ, Shaw JE. The Metabolic Syndrome – A New Worldwide Definition from the International Diabetes Federation Consensus. *Lancet* 2005; 366: 1059-62.

25. World Health Organization. Technical Report Series No 854. Physical Status: The use and interpretation of anthropometry. Geneva; 1995.

26. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol* 1988; 60: 709-273.

27.- Weiner J, Lourie S. Practical Human Biology. Londres: Academic Press; 1981. 189 pp.

28.Task R. Force on blood pressure control in children. *Pediatrics* 1996; 98: 649-658.

29. Ruíz J, España V, Castro J, Artero E, Ortega F, Jiménez D, et al. Batería ALPHA-Fitness: Test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes. *Nutr Hosp* 2011;26:1210-1204.

30. Pacheco-Herrera JD, Ramírez-Vélez R, Correa-Bautista JE. Índice general de fuerza y adiposidad como medida de la

condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia: Estudio FUPRECOL. *Nutr Hosp* 2016; 33(3):556-564.

31. Eckman M, Gigliotti C, Sutermeister S, Butler PJ, Mehta K. Using handgrip strength to screen for diabetes in developing countries. *J Med Eng Technol* 2016;40(1):8-14.

32. Ramírez-Vélez R, Meneses-Echavez JF, González-Ruíz K, Correa JE. Muscular fitness and cardiometabolic risk factors among Colombian young adults. *Nutr Hosp* 2014;30(4):769-775.

33. García-Hermoso A, Carrillo H, González-Ruíz K, Vivas A, Triana-Reina H, Martínez-Torres J, et al. Fatness mediates the influence of muscular fitness on metabolic syndrome in colombian collegiate students. *PloS One* 2017;12(3):1-13.

34. Rodríguez-Valero FJ, Gualteros JA, Torres JA, Umbarila-Espinosa LM, Ramírez-Vélez R. Asociación entre el desempeño muscular y el bienestar físico en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia. *Nutr Hosp* 2015;32(4):1559-1566.

35. Agostinis-Sobrinho CA, Moreira C, Abreu S, Lopes L, Sardinha LB, Oliveira-Santos J, et al. Muscular fitness and metabolic and inflammatory biomarkers in adolescents: Results from LabMed

Physical Activity Study. *Scand J Med Sci Sports* 2016; 28(4): 1–8.

36. Ortega FB, Artero EG, Ruíz JR, Vicente-Rodríguez G, Bergman P, Hagstromer M, et al.; HELENA Study Group. Reliability of health-related physical fitness tests in European adolescents. *Int J Obes (Lond)* 2008;32(Suppl. 5):S49-57.

37. Cohen DD, Voss C, Taylor MJ, Stasinopoulos DM, Delextrat A, Sandercock GR. Handgrip strength in English schoolchildren. *Acta Paediatr* 2010; 99(7): 1065-1072.

38. Artero EG, Espana-Romero V, Castro-Pinero J, Ruiz J, Jimenez-Pavon D, Aparicio V, et al. Criterion-related validity of field-based muscular fitness tests in youth. *J Sports Med Phys Fitness*. 2012;52:263-272.

39. 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>

40. Ruiz JR, Rizzo NS, Hurtig-Wennlof A, Ortega FB, Warnberg J, Sjostrom M. Relations of total physical activity and intensity to fitness and fatness in children: the European Youth Heart

Study. Am J Clin Nutr. 2006;84(2):299–
303.

CORRESPONDENCIA

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