



Relación entre el esfuerzo físico aeróbico y la composición corporal en adolescentes

Relationship between aerobic physical effort and body composition in adolescents

Dennys Leonardo Abril-Merizalde^{1,2}, Stephany Alejandra León-Rivera¹, Edison Joan Mocha-Tuarez¹, Jenifer Daniela Martínez-Tenorio³, Oscar José Guamán-Sotomayor⁴, Cristhian Sebastián Lomas-Villarroel³, Catherine Alexandra Andrade-Trujillo^{1,2*}

¹Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Chimborazo, Ecuador.

²Universidad Anahuac México. Estado de México, México.

³Centro de Entrenamiento American Mega Gym. Chimborazo, Ecuador.

⁴Hospital General Manuel Ygnacio Monteros. Loja, Ecuador.

*Autor para la correspondencia: catherine.andrade@epoch.edu.ec

Cómo citar este artículo

Abril-Merizalde DL, León-Rivera SA, Mocha-Tuarez EJ, Martínez-Tenorio JD, Guamán-Sotomayor OJ, Lomas-Villarroel CS, Andrade-Trujillo CA: Relación entre el esfuerzo físico aeróbico y la composición corporal en adolescentes. Rev haban cienc méd [Internet]. 2025 [citado]; 24. Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/5934>

Recibido: 12 de enero de 2025
Aprobado: 02 de marzo de 2025

RESUMEN

Introducción: La adolescencia representa una etapa esencial en el desarrollo físico y fisiológico de las personas, en la cual el estado nutricional desempeña un papel fundamental.

Objetivo: Determinar la relación entre el esfuerzo físico aeróbico y la composición corporal en los adolescentes del sexo masculino, de la zona urbana, de la ciudad de Riobamba, Ecuador.

Material y métodos: Se desarrolló un estudio de tipo correlaciones de corte transversal en 110 adolescentes seleccionados, mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. Se recopilaron datos de composición corporal y frecuencias cardíacas para su posterior análisis en el programa estadístico JAMOMI.

Resultados: Los indicadores de composición corporal se encontraron, en su mayoría, normales para la edad con una recuperación buena y muy buena al analizar el esfuerzo físico aeróbico. Se evidenció una diferencia estadísticamente significativa en la FC3 en las variables IMC y grasa corporal total. El grupo que se encontró normal, según el IMC, presentó mayor FC al compararlo con el grupo de IMC en exceso. De igual manera, la frecuencia cardíaca fue mayor en los adolescentes con grasa corporal alta a diferencia del grupo que presentó grasa corporal normal.

Conclusiones: Se obtuvo una relación estadísticamente significativa negativa entre la masa muscular y la FC1; es decir, a medida que aumentó la masa muscular del adolescente, disminuyó la frecuencia cardíaca en reposo. Estos resultados permitieron establecer intervenciones individualizadas de alimentación y actividad física para una adecuada recuperación tras el ejercicio o la actividad física

ABSTRACT

Introduction: Adolescence represents an essential stage in the physical and physiological development of people, in which nutritional status plays a fundamental role.

Objective: To determine the relationship between aerobic physical effort and body composition in male adolescents from the urban area of the city of Riobamba, Ecuador.

Material and Methods: A cross-sectional correlation study was developed in 110 adolescents selected through non-probabilistic convenience sampling. Data on body composition and heart rates were collected for subsequent analysis in the JAMOMI statistical program.

Results: Body composition indicators were found mostly normal for age with good and very good recovery when analyzing aerobic physical effort. A statistically significant difference was evident in FC3 in the BMI and total body fat variables. The group that was normal according to BMI had a higher HR when compared to the group with excess BMI. Likewise, the heart rate was higher in adolescents with high body fat as opposed to the group that had normal body fat.

Conclusions: A statistically significant negative relationship was obtained between muscle mass and HR1; that is, as the adolescent's muscle mass increases, the resting heart rate decreases. These results allow us to establish individualized nutrition and physical activity interventions for adequate recovery after exercise or physical activity.

Palabras Claves:

Adolescente; ejercicio físico; composición corporal; índice de masa corporal; frecuencia cardíaca.

Keywords:

Adolescent; physical exercise; body composition; body mass index; heart rate.



INTRODUCCIÓN

La adolescencia representa una etapa esencial en el desarrollo físico y fisiológico de las personas, en la cual el estado nutricional desempeña un papel fundamental, debido a que influye en el crecimiento y el desarrollo humano. Además de ser un potencial determinante en la salud y la calidad de vida de la persona también posee un impacto en la realización de la actividad física y en la etapa de la recuperación post estímulo deportivo, especialmente, de índole aeróbico.^(1,2,3)

El estado nutricional es el resultado del equilibrio dado entre las necesidades nutricionales, el gasto energético y otros factores esenciales, y tiene su relación con la ingestión, la absorción y la digestión, y el metabolismo de los alimentos. Además, posee múltiples determinantes en un espacio dado, representado por factores físicos, genéticos, biológicos, culturales, psico-socio-económicos y ambientales: De esta manera, el estado nutricional permite compensar las demandas que un organismo necesita para su correcto funcionamiento.^(4,5,6) De este modo, se determina que el estado nutricional resulta uno de los componentes básicos para valorar el estado de salud de una persona o de una población. Por lo que se considera indispensable realizar la evaluación del estado nutricional en las revisiones y los programas de control de salud para las personas, especialmente a los adolescentes.^(7,8,9,10)

Dentro de la evaluación del estado nutricional existe un esquema en el cual se desarrollan determinadas valoraciones; una de ellas es la antropométrica, la cual se caracteriza por realizar la medición de las dimensiones y de ciertas características físicas del cuerpo humano; permite medir longitudes, anchos, grosores, circunferencias de diversas partes del cuerpo, entre otros.^(11,12,13) De esta manera, se conoce la composición corporal de las personas, la cual se refiere, principalmente, a la distribución de los músculos y la grasa en el cuerpo. Su medición desempeña un papel importante en el deporte y la salud, ya que se convierte en un potencial predictor de la condición física en los individuos.^(14,15)

Como se mencionó anteriormente, en la composición corporal de una persona encontramos compartimentos de masa muscular esquelética y de grasa corporal que diferencian a la mujer y al hombre, al ser mayor la proporcionalidad de masa musculoesquelética en los hombres, mientras que existe una mayor reserva adiposa de grasa en las mujeres.^(16,17,18) Cabe recalcar que la masa muscular se relaciona positivamente con el desempeño físico y deportivo, mientras que la masa grasa influye negativamente.⁽¹⁹⁾ Al tomar en cuenta este antecedente, se trabajó con la población masculina adolescente, la que inicia la clara diferencia en los compartimentos corporales, influenciados por la producción hormonal característica de esta etapa.^(20,21,22)

Se conoce que el esfuerzo físico consiste en cualquier movimiento corporal, producido por los músculos esqueléticos, que exija un gasto de energía y abarque el ejercicio.⁽²³⁾ Por otro lado, cuando se menciona el término de recuperación física, se hace referencia a un estado funcional que se da una vez que el estímulo o ejercicio físico se detiene; es decir, que implica la interrupción del entrenamiento para brindar al organismo la oportunidad de reponerse ante la realización de la actividad física. Se deben emplear períodos de tiempo prudentes para que de esta manera se garantice una plena recuperación del organismo.⁽¹⁾ La recuperación física asegura que exista una reserva suficiente de energía, una buena condición física para continuar con la ejecución de actividades que requieren esfuerzo y, de igual manera, alcanzar una mejora del rendimiento deportivo al final de cada período de recuperación.^(23,24,25,26,27)

La presente investigación tuvo como **objetivo** determinar la relación entre el esfuerzo físico aeróbico y la composición corporal en los adolescentes del sexo masculino, de la zona urbana, de la ciudad de Riobamba, Ecuador, con el fin de crear estrategias de actividad física aeróbica que brinden beneficios terapéuticos para cada individuo. El estudio tendrá relevancia desde el punto de vista de la prevención, ya que una adecuada recuperación del esfuerzo físico junto a una correcta alimentación contribuye a un buen rendimiento deportivo y a la prevención de deficiencias y excesos nutricionales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de tipo correlacional, de corte transversal, al seguir las pautas recomendadas por STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*), en el Centro de Entrenamiento *American Mega Gym*, ubicado en la zona urbana, de la ciudad de Riobamba, Ecuador, durante los meses de abril a junio de 2024.

Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia en los adolescentes de edad media (14 a 17 años), de sexo masculino, con un tiempo mínimo de asistencia al centro de entrenamiento de, al menos, un mes consecutivo, quienes junto con sus representantes firmaron el consentimiento. No se incluyó en el estudio a los adolescentes con problemas endócrinos, renales o cardiovasculares ni aquellos que consumieron fármacos y esteroides anabólicos ni a los deportistas de alto rendimiento. Finalmente, la muestra quedó compuesta por 110 personas. Todos los adolescentes completaron de manera satisfactoria las mediciones, que abarcaron las evaluaciones de composición corporal y las frecuencias cardíacas.

En el procedimiento para la recolección de datos se registró, en primera instancia, la edad de los participantes; se determinaron las variables antropométricas (la talla se midió mediante estadiómetros portátiles, marca SECA); se realizó la prueba de bioimpedancia y se utilizó la balanza InBody 120, con una capacidad de peso de 150 kg y una precisión de 0,1 kg; y se tomaron en cuenta todas las consideraciones para su realización.⁽²⁸⁾

Para la variable del esfuerzo físico aeróbico, se midió la frecuencia cardíaca en tres tiempos: frecuencia cardíaca en reposo (FC1), establecida antes de iniciar la actividad física, mientras el individuo estaba de pie o sentado; frecuencia cardíaca en estrés (FC2), que se midió inmediatamente cuando la persona finalizaba la realización de la actividad física y luego de la primera toma de la frecuencia cardíaca, el sujeto procedió con la ejecución de sentadillas durante 45 segundos. Esta actividad consistió en realizar 30 flexo extensiones profundas de pierna (se coloca en posición sedente y luego bípeda, con las manos en la cadera en un tiempo de 45 segundos). La frecuencia cardíaca en recuperación física (FC3) se recogió después de un minuto de recuperación o descanso, a partir de la toma de la frecuencia cardíaca 2. Una vez recogidas las tres frecuencias cardíacas, se calculó el esfuerzo físico aeróbico y se utilizó la siguiente fórmula: $FC1+FC2+FC3/10-200$. Los resultados se interpretaron según el puntaje: ≤ 0 , excelente; 0,1 a 5, muy bueno; 5,1 a 10, bueno; 10,1 a 15 insuficiente y de 15,1 a 20, malo.⁽²⁹⁾

La información fue compilada en Microsoft Excel como primer paso para la creación de la base de datos, la cual fue depurada y codificada para su posterior estudio. El análisis de datos se realizó mediante el software estadístico JAMOV, y no se registraron datos perdidos durante el proceso. Luego de realizar la prueba de normalidad y al utilizar la estadística de Shapiro-Wilk, se determinó que las variables en estudio corresponden a una distribución no paramétrica ($p < 0,05$), por lo que se procedió a elegir las pruebas de este tipo para el análisis. Para las características generales de la muestra, se utilizaron medianas y rangos inter cuartiles en las variables continuas. Las variables nominales se reportaron como números y porcentajes. Se compararon las frecuencias cardíacas 1, 2 y 3, según los puntos de corte para cada indicador de composición corporal y se utilizaron las pruebas U de Mann Whitney para las variables categóricas de dos grupos y Kruskal Wallis para la grasa corporal total que se muestra en tres grupos. Las asociaciones se reportaron mediante la prueba de Chi cuadrado y la relación entre variables, mediante la correlación de Spearman. Se consideró como significativo un valor de $p \leq 0,05$.

En la investigación se cumplió con los principios éticos de las investigaciones en humanos, recogidos en la Declaración de Helsinki.

RESULTADOS

En la tabla 1, se muestran los resultados de las características de la población estudiada, en la cual se evidencia que, según la edad, el grupo pertenece a la adolescencia media; el IMC para la edad se encuentra dentro de los desvíos estándar 1 y -1, y los coloca en un diagnóstico normal. De igual manera, los indicadores antropométricos de masa muscular, grasa corporal total y grasa visceral se encuentran dentro de los parámetros normales para la edad mediana. Al analizar las variables nominales, se evidencia que, en su mayoría, los adolescentes se encuentran normales en cuanto a los indicadores antropométricos y, según el test del esfuerzo físico, la mayoría de la población presenta una recuperación buena y muy buena.

Tabla 1 - Características generales de la población			
Variables	No.	%	Mediana / RIC
Edad	-	-	16 / 1,00
Peso	-	-	62,40 / 15,80
IMC			
Normal	76	69	21,80 / 5,64
Exceso	34	31	
Masa muscular			
Bajo	34	31	27,80 / 5,10
Normal	76	69	
Grasa visceral			
Normal	94	85	4,00 / 5,00
Elevada	16	15	
FC 1	-	-	78,00 / 24,00
FC 2	-	-	124,00 / 18,80
FC 3	-	-	88,00 / 32,30
Esfuerzo físico aeróbico			
Bueno, muy bueno	58	53	8,90 / 6,10
Insuficiente, malo	52	47	

Leyenda: **RIC** = Rango inter cuartil; kg = kilogramos; m = metros; **IMC** = Índice de masa corporal; kg/m² = kilogramos por metro cuadrado; % = porcentaje; n,% = número, porcentaje; **TMB** = Tasa metabólica basal; **FC1** = Frecuencia cardíaca en reposo; **FC2** = Frecuencia cardíaca después de la actividad física; **FC3** = Frecuencia cardíaca después de 1 minuto de descanso posterior a **FC2**; lpm = latidos por minuto.

La comparación entre las diferentes frecuencias cardíacas estudiadas, según los puntos de corte para las variables de composición corporal, se reportan en la tabla 2. Se evidencian diferencias estadísticamente significativas en la FC3 (Frecuencia cardíaca después de 1 minuto de descanso posterior a FC2) en las variables IMC y grasa corporal total. El grupo que se encuentra normal, según el IMC, presenta mayor FC al compararlo con el grupo de IMC en exceso. Según el tamaño del efecto d de Cohen = 0,25, estas diferencias son de efecto pequeño y no resultan clínicamente relevantes. En cuanto a la grasa corporal, la frecuencia cardíaca 3 es mayor en los adolescentes con grasa corporal alta que el grupo que presenta grasa corporal normal (comparación dos a dos de *Dwass-Steel-Critchlow-Fligner*, $p = 0,05$ para los grupos FC1 y FC3). Según el tamaño del efecto d de Cohen = 0,05, estas diferencias son mínimas y no resultan clínicamente relevantes. Las variables de masa muscular y grasa visceral no presentan diferencias significativas entre los grupos..

Tabla 2 - Comparación entre las frecuencias cardíacas según las variables de composición corporal						
Variables	Mediana / RIC					
	FC1 (lpm)	p	FC2 (lpm)	p	FC3 (lpm)	p
IMC (kg/m ²) • Normal • Exceso	77,5 / 27,0 79,0 / 19,0	0,373	126,0 / 23,0 122,0 / 15,0	0,455	90,5 / 30,0 78,0 / 22,0	0,035
Masa muscular (kg) • Bajo • Normal	84,0 / 27,0 77,5 / 23,0	0,171	126,0 / 16,0 123,0 / 21,0	0,643	96,0 / 33,0 87,0 / 31,0	0,487
Grasa corporal total (%) • Normal • Moderado • Alto	76,0 / 25,5 71,0 / 22,0 84,0 / 14,0	0,089	124,0 / 23,0 127,0 / 22,5 124,0 / 14,0	0,612	83,5 / 25,8 96,0 / 19,0 97,5 / 28,8	0,050**
Grasa visceral (nivel) • Normal • Elevada	76,0 / 25,0 82,0 / 9,0	0,371	126,0 / 21,8 120,0 / 6,5	0,193	88,0 / 30,5 87,5 / 25,5	0,428

Leyenda: RIC = Rango inter cuartil; IMC = Índice de masa corporal; kg/m² = kilogramos por metro cuadrado; kg = kilogramos % = porcentaje; FC1 = Frecuencia cardíaca en reposo; FC2 = Frecuencia cardíaca después de la actividad física; FC3 = Frecuencia cardíaca después de 1 minuto de descanso posterior a FC2; lpm = latidos por minuto; p = significancia estadística; * = Significativo a nivel de $p \leq 0,05$ para prueba de U de Mann Whitney; ** = Significativo a nivel de $p \leq 0,05$ para prueba de Kruskal Wallis.

En la tabla 3 se reporta la asociación entre el esfuerzo físico aeróbico y la composición corporal, y no se evidencia asociación alguna.

Tabla 3 - Asociación entre el esfuerzo físico aeróbico y la composición corporal					
Variables	Esfuerzo físico aeróbico				p
	Bueno, muy bueno n = 58		Insuficiente, malo n = 52		
	No.	%	No.	%	
IMC					
Normal	38	65,5	38	73,1	0,392
Exceso	20	34,5	14	26,9	
Masa muscular					
Bajo	16	27,6	18	34,6	0,426
Normal	42	72,4	34	65,4	
Grasa corporal total					
Normal	38	65,5	26	50,0	0,249
Moderado	10	17,2	12	23,1	
Alto	10	17,2	14	26,9	
Grasa visceral					
Normal	50	86,2	44	86,4	0,813
Elevada	8	13,8	8	15,4	

Leyenda: IMC = Índice de masa corporal; kg/m² = kilogramos por metro cuadrado; kg = kilogramos % = porcentaje; p = significancia estadística.

La matriz general de correlaciones se presenta en la tabla 4, en la que se muestra una relación estadísticamente significativa negativa entre la masa muscular y la frecuencia cardíaca en reposo (FC1). Se observa que, a medida que aumenta la masa muscular del adolescente, disminuye la frecuencia cardíaca en reposo. Además, por medio del coeficiente de determinación $r^2 = 0,04$, se establece que el 4 % de la variación de la frecuencia cardíaca en reposo está determinado por la cantidad de masa muscular que tiene el adolescente. De igual manera, se evidencia una relación estadísticamente significativa positiva entre la grasa corporal total y la FC3, es decir, que a medida que aumenta la grasa corporal total, también aumenta la FC3. Por medio del coeficiente de determinación $r^2 = 0,02$, se establece que el 2 % de la variación de la FC3 está determinada por la cantidad de masa grasa total que presenta en el adolescente.

Tabla 4. Matriz de correlaciones				
Ítems	Muestra total (n = 110)			
	FC1 (lpm)	FC2 (lpm)	FC3 (lpm)	Esfuerzo físico aeróbico (puntaje)
IMC (kg/m ²)	-0,147	-0,032	-0,020	-0,074
Masa muscular (kg)	-0,197*	0,048	-0,011	-0,066
Grasa corporal total (%)	0,024	0,027	0,147*	0,109
Grasa visceral (nivel)	-0,036	0,028	0,101	0,079

Legenda: **IMC** = Índice de masa corporal; **kg/m²** = kilogramos por metro cuadrado; **kg** = kilogramos % = porcentaje; **FC1** = Frecuencia cardíaca en reposo; **FC2** = Frecuencia cardíaca después de la actividad física; **FC3** = Frecuencia cardíaca después de 1 minuto de descanso posterior a **FC2**; **lpm** = latidos por minuto; * = La correlación de Spearman es significativa a nivel de $p < 0,05$ (bilateral).

DISCUSIÓN

En los últimos años, diversas investigaciones antropológicas han analizado la relación entre el esfuerzo físico aeróbico y la composición corporal. Si bien un grupo de autores difieren de esta postura y apuestan por otras hipótesis. La presente investigación refuerza dicha relación con base en sus hallazgos, en los cuales toma un papel protagónico.

Existe evidencia sobre la importancia de asegurar la educación nutricional como un componente crítico en el éxito de los programas e intervenciones nutricionales, pero, en realidad, existen brechas en la educación dirigida a este grupo de población, lo que se refleja en los datos recopilados por los investigadores.^(1,4,7)

Una revisión científica reciente examinó cómo la combinación de actividad física, comportamiento sedentario y sueño se asocia con los resultados de salud en niños y jóvenes. Así, la actividad física y los altos niveles de sueño se asocian con beneficios cardiometabólicos y pérdida de grasa. Por otro lado, tanto la actividad física como los bajos niveles de sueño se asocian con beneficios cardiometabólicos, de grasa y para la salud general en comparación con los bajos niveles de actividad física.⁽³⁰⁾

La actividad física se recomienda para personas de todas las edades, pero es crucial durante la adolescencia para desarrollar hábitos saludables. Los adolescentes y los jóvenes se encuentran en un momento crítico en el que empiezan a desarrollar actitudes y hábitos poco saludables, como el tabaquismo, el consumo de alcohol y otras drogas, y el abandono de los deportes infantiles.

Al respecto, se ha reportado que los jóvenes presentan diferentes comportamientos sedentarios y su estilo de vida se caracteriza por una menor frecuencia de tiempo libre activo. Por lo tanto, resulta conveniente animar a los jóvenes a adoptar un estilo de vida saludable que combine actividades activas y sedentarias. En general, la adolescencia es cuando las personas desarrollan un estilo de vida más activo. Sin embargo, un gran porcentaje de jóvenes no alcanza la cantidad recomendada de actividad física. Este hecho puede deberse al mayor uso de videojuegos y ordenadores, lo que afecta a la salud. Un estilo de vida sedentario está directamente relacionado con la obesidad, los factores de riesgo de enfermedad coronaria, las enfermedades mentales, la diabetes tipo 2 y el síndrome metabólico.⁽³¹⁾

En base a los resultados obtenidos, se puede decir que, entre los principales hallazgos, se destacan que los adolescentes de sexo masculino estudiados, en general, presentan una composición corporal adecuada para la edad, y una recuperación buena y muy buena al evaluar el esfuerzo físico aeróbico.

Sobre la comparación entre las diversas frecuencias cardíacas analizadas, según los puntos de corte para las variables de composición corporal; se evidencian diferencias estadísticamente significativas en la FC3, en las variables de Índice de Masa Corporal (IMC) y de porcentaje de grasa corporal; es decir, que el grupo con IMC normal muestra una frecuencia cardíaca mayor en comparación con el grupo de IMC elevado. De igual manera, para la grasa corporal, mientras esta se encuentra normal, la FC3 es menor.

Se debe considerar que el IMC resulta un indicador global del estado nutricional en el que se evalúa el músculo, la grasa, el hueso y el agua corporal. La medida de grasa corporal total constituye uno de estos compartimentos evaluados, lo que sugiere que en esta población de adolescentes el tejido adiposo influye de manera negativa en la FC3, correspondiente a la recuperación.

Acerca de este punto Cvijetic y otros⁽³²⁾ afirman en su estudio desarrollado en adolescentes, haber hallado una diferencia significativa entre el IMC y el consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx). De la misma manera, García y otros⁽³³⁾ mencionan que se demostró una correlación inversa baja entre el IMC y el Vo₂ máx, lo cual no concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio, debido a que la mayor parte de la población presenta masa muscular, grasa corporal y grasa visceral normales y estos parámetros se evalúan globalmente en el IMC.

De igual modo, estos resultados difieren de los reportados por Tarducci y otros, quienes advierten que el IMC no presentó una diferencia significativa con la última toma de la frecuencia cardíaca, dentro de la prueba física aeróbica aplicada.^(34,35) Esto podría darse debido al tipo de prueba de resistencia aeróbica utilizada en dicho estudio, pues se aplicó un test de marcha, el cual tiene una duración mucho más prolongada y se recorre una distancia larga. Asimismo, existen múltiples tendencias en cuanto a la composición corporal de la población estudiada.

En lo que respecta a la grasa corporal, la frecuencia cardíaca es mayor en los adolescentes con alta grasa corporal en comparación con el grupo que tiene grasa corporal normal. Al respecto, De la Cruz y otros⁽³⁶⁾ revelaron dentro de la intervención desarrollada en su estudio, en la cual incluyeron ejercicio físico del tipo aeróbico y resistencia aeróbica, que existe una relación estadísticamente significativa entre el esfuerzo físico y la grasa corporal.

Así mismo, Jiménez y otros⁽³⁷⁾ aseguran una relación estadísticamente positiva entre la grasa corporal y el comportamiento de la frecuencia cardíaca en la realización de entrenamientos de intervalos de alta intensidad aeróbica. Estos resultados poseen esta tendencia, puesto que se practicaron los ejercicios con ciertas similitudes al presente estudio, además de contar con una población con los mismos rangos de edad.

Las demás variables correspondientes a la composición corporal como la masa muscular y la grasa visceral no muestran diferencias significativas entre los grupos.

Se reporta una nula asociación entre el esfuerzo físico aeróbico y la composición corporal, ya que la mayor parte de la población presenta un diagnóstico de normalidad en las variables de composición corporal. Sin embargo, el estudio de López y otros declara que se distinguió una relación significativa entre resistencia aeróbica general con respecto a la capacidad de un músculo o un grupo muscular de aguantar durante un período constante de tiempo frente a un ejercicio. De este modo, se determina que la fatiga se producirá en la musculatura implicada.^(38,39,40) Cabe mencionar que, en diversos estudios con participantes jóvenes, la capacidad aeróbica se asocia de manera diferente con distintos parámetros fisiológicos y de salud como por ejemplo: la adiposidad, la composición corporal, los factores y la resistencia arterial. Asimismo, se ha demostrado que existe una gran relevancia de la capacidad aeróbica como indicador de riesgo cardiovascular y de desarrollo de futuras comorbilidades.⁽⁴⁰⁾

Otro de los hallazgos más significativos fue la correlación negativa entre la masa muscular y la frecuencia cardíaca en reposo (FC1). Varios estudios^(41,42) han reportado que las personas con mayor masa muscular tienden a tener una frecuencia cardíaca en reposo más baja. Esto se debe a que el músculo cardíaco de un individuo entrenado es más eficiente y fuerte, con mayor capacidad de bombeo en cada latido y, por tanto, un mayor volumen sistólico, lo que reduce la necesidad de un ritmo cardíaco elevado en reposo.^(41,42)

Respecto a las **limitaciones** del presente estudio se puede mencionar que la población estuvo constituida por adolescentes motivados por la práctica de la actividad física; es decir, constituye una población activa, lo que se evidenció en los resultados obtenidos. Sería recomendable que en futuras investigaciones participaran de estos estudios poblaciones sedentarias o con escasa motivación para el ejercicio físico, a fin de determinar diferencias y encaminar futuras intervenciones en la alimentación y la nutrición. Otra limitación a señalar está vinculada con el tipo de investigación, transversal. Sería interesante realizar estudios con diseños longitudinales, que puedan ofrecer una perspectiva más amplia de la relación entre las variables estudiadas en el tiempo. Además, se podrían haber utilizado medidas más fiables para el cálculo del consumo máximo de oxígeno. Sin embargo, no se disponía de los recursos necesarios para realizarlo.

CONCLUSIONES

Los indicadores de composición corporal se hallaron, en su mayoría, normales para la edad con una recuperación buena y muy buena, al analizar el esfuerzo físico aeróbico. Se evidenció una diferencia estadísticamente significativa en la FC3, en las variables de IMC y de grasa corporal total. El grupo que se encontraba normal, según el IMC, presentaba mayor FC, al compararlo con el grupo de IMC en exceso. De igual manera, la frecuencia cardíaca resultó mayor en los adolescentes con grasa corporal alta a diferencia del grupo que presentó grasa corporal normal. Se obtuvo, además, una relación estadísticamente significativa negativa entre la masa muscular y la FC1; es decir, a medida que aumentaba la masa muscular del adolescente, disminuía la frecuencia cardíaca en reposo; además de una relación estadísticamente significativa positiva entre la grasa corporal y la FC3, en la que las dos variables tienden a aumentar en la población de adolescentes estudiada.

RECOMENDACIONES

Realizar estudios capaces de poner en evidencia otras variables, que, evaluadas de forma indirecta, constituyan los predictores más relevantes o, al menos, elementos fundamentales de la relación estudiada, de cuyo manejo y existencia dependen la calidad de vida y la salud nutricional de la población estudiada.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a todos los representantes y a los adolescentes que participaron en el estudio, quienes desinteresadamente mostraron apertura en todo el proceso de recolección de la información; así como a las instituciones a las que cada uno representa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Martínez E. Composición corporal: Su importancia en la práctica clínica y algunas técnicas relativamente sencillas para su evaluación. S Uninorte [Internet]. 2010 [Citado 23/07/2024];26(1):98-116. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/48171970_Composicion_corporal_Su_importancia_en_la_practica_clinica_y_algunas_tecnicas_relativamente_sencillas_para_su_evaluacion#fullTextFileContent
2. Alomía R, Peña-Toncoso S, Hernández- Mosqueira C, Espinoza Cortez J. Comparación de los métodos de antropometría y bioimpedancia eléctrica a través de la determinación de la composición corporal en estudiantado universitario. MHSalud [Internet]. 2022 [Citado 23/07/2024];19(2):177-86. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-097X2022000200177&lng=en
3. Temboury Molina MC. Desarrollo puberal normal: Pubertad precoz. Rev Pediatr Aten Primaria [Internet]. 2009 [Citado 23/07/2024];11(16):127-42. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322009000600002&lng=es
4. Pereira Paternina FJ, Londoño Pereira M, Jáuregui Durán JL, Barbosa Barbosa J. Aplicaciones médico-nutricionales de la impedancia bioeléctrica (BIA) en el paciente críticamente enfermo: una revisión narrativa. Rev Nutr Clin Metab [Internet]. 2023 [Citado 23/07/2024];6(2):138-54. Disponible en: <https://revistanutricionclinicametabolismo.org/index.php/nutricionclinicametabolismo/article/view/478>
5. García Almeida JM, García García C, Bellido Castañeda V, Bellido Guerrero D. Nuevo enfoque de la nutrición. Valoración del estado nutricional del paciente: función y composición corporal. Nutr Hosp [Internet]. 2018 [Citado 23/07/2024];35(3):1-14. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s021216112018000600001
6. Gil Hernández Á. El músculo, paradigma metabólico en la recuperación nutricional. Nutr Hosp [Internet]. 2019 [Citado 23/07/2024];36(2):4-11. Disponible en: https://digibug.ugr.es/bitstream/10481/57336/1/Gil%20Hernandez_Aminoacidos%20de%20cadena%20ramificada.pdf
7. Romero CT, Calle L, Calle AV, Romero L, Coronel AR. Estilos de vida y estado nutricional de los adolescentes. PS [Internet]. 2021 [Citado 23/07/2024];5(40):272-83. Disponible en: <https://journalprosciences.com/index.php/ps/article/view/435>
8. Márquez Padrón YM, Martínez Arboleda MV. Actividad física y su relación con el estado nutricional de los adolescentes de un Colegio de Quito [Tesis Maestría]. Quito: Universidad de las Américas; 2023 [Citado 23/07/2024]. Disponible en: <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/15567>
9. Castro S, Araya IO, Arévalo DA. Estado nutricional y función muscular en adolescentes chilenos de acuerdo con el índice de vulnerabilidad. Retos [Internet]. 2024 [Citado 23/07/2024];(53):400-5. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9302815>
10. Zavaroni G, Natalia L. Evaluación de estilos de vida y estado nutricional en adolescentes de 13 a 15 años de edad de la Ciudad de Mendoza–Argentina [Tesis Maestría]. Argentina: UNINI; 2022 [Citado 23/07/2024]. Disponible en: <https://repositorio.unini.edu.mx/id/eprint/2532/>
11. Ortiz Montero JD, Fernández Soto GF. Autopercepción de imagen corporal y valoración nutricional antropométrica de adolescentes. SIJIS [Internet]. 2022 [Citado 23/07/2024];3(8):223-36. Disponible en: <https://doi.org/10.51798/sijis.v3i8.575>
12. Pinilla AI, Escobar GR, Rodríguez JG, Arguello CQ, Riveros MA. Evaluación antropométrica, de hábitos alimentarios y actividad física de adolescentes escolarizados en Bogotá, Colombia. Research, Society and Development [Internet]. 2023 [Citado 23/07/2024];12(4):e14712432955. Disponible en: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/32955>
13. Romero C, Calle L, Vázquez A, Romero L, Ramírez-Coronel A. Estilos de vida y estado nutricional de los adolescentes. ProSciences [Internet]. 2021;5(40):272-283. Disponible en: <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol5iss40.2021pp272-283>
14. Hernández-Gallardo D, Arencibia-Moreno R, Linares-Girela D, Medranda-Rojas JL, Castillejo-Olán R, Linares-Manrique M. Influencia del estado nutricional sobre parámetros fisiológicos de rendimiento físico en adolescentes futbolistas, Ecuador. J sport health res [Internet]. 2020 [Citado 23/07/2024];12(1):80-93. Disponible en: <https://digibug.ugr.es/handle/10481/58934>

15. Torres Carrillo LA. Determinación del valor predictivo del ángulo de fase, resistencia, reactancia y coeficiente de bioimpedancia sobre el estado nutricional en una muestra de adolescentes pertenecientes a una escuela de fútbol de Cartagena durante el período 2020-1 [Tesis Doctoral]. Colombia: Universidad del Sinú, seccional Cartagena; 2021 [Citado 23/07/2024]. Disponible en: <https://repositorio.unisinucartagena.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/249>
16. Cardín MP, Arellano LH. Comparación de indicadores antropométricos de composición corporal entre hombres y mujeres de una muestra de Campeche, México. Ergon investig [Internet]. 2022 [Citado 23/07/2024];4(3):136-47. Disponible en: https://revistas.udec.cl/index.php/Ergonomia_Investigacion/article/view/9840
17. Toro Román V, Siquier Coll J, Bartolomé I, Grijota FJ, Maynar M, Muñoz D. Relaciones entre la composición corporal y las pruebas de velocidad, aceleración y cambios de dirección en estudiantes universitarios. J sport health res [Internet]. 2021 [Citado 23/07/2024];13(1):67-78. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/339337529_RELACIONES_ENTRE_LA_COMPOSICION_CORPORAL_Y_LAS_PRUEBAS_DE_VELOCIDAD_ACELERACION_Y_CAMBIOS_DE_DIRECCION_EN_ESTUDIANTES_UNIVERSITARIOS
18. Plotkin DL, Roberts MD, Haun CT, Schoenfeld BJ. Transiciones de Tipo de Fibra Muscular con el Entrenamiento Físico: Perspectivas Cambiantes. RED: Revista de entrenamiento deportivo. J Athl Train [Internet]. 2021 [Citado 23/07/2024];35(4):12-21. Disponible en: <https://g-se.com/transiciones-de-tipo-de-fibra-muscular-con-el-entrenamiento-fisico-perspectivas-cambiantes-2892-sa-M6165ee01c0ea1>
19. González Vara A. Cuantificando los cambios inducidos en la proporción de los diferentes tipos de fibras musculares en respuesta al entrenamiento físico: Un metaanálisis de estudios clínicos. España [Tesis Maestría]. España: Universidad de Alicante; 2023 [Citado 23/07/2024]. Disponible en: <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/136624>
20. Potosí Lema KA. Entrenamiento de la fuerza de miembro inferior en base a ejercicios nórdicos en el club de escalada deportiva de Imbabura período 2021–2022 [Tesis Maestría]. Ecuador: Universidad Técnica del Norte; 2022 [Citado 23/07/2024]. Disponible en: <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12339>
21. Vázquez BL, González AR. Entrenamiento de fuerza con bandas elásticas en niños y adolescentes: una revisión sistemática. Retos [Internet] 2022 [Citado 23/07/2024];(44):202-8. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8142885>
22. Fernández DM, Somarriba MM, Arburu MP. Incidencia del entrenamiento de fuerza en la población infantojuvenil: revisión sistemática. MLS Sport Research [Internet]. 2021;1(2). Disponible en: <https://doi.org/10.54716/mlsr.v1i2.739>
23. Saavedra FF. Prescripción de ejercicios de fuerza para niños y adolescentes. RMCCF [Internet]. 2022 [Citado 23/07/2024];1(1):1-23. Disponible en: <https://revistascientificas.uach.mx/index.php/rmccf/article/view/914>
24. Ávila AM, Acosta MZ. Estrategias para mejorar la resistencia aeróbica de los adolescentes entre 11-14 años. CoGnosis [Internet] 2023 [Citado 23/07/2024];0:6-6. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8903861>
25. Arellano FS, Fraire OS, Longoria KS, Cantú AG, Cervantes JM. Asociación entre índices de recuperación cardíaca, capacidad aeróbica, variables antropométricas y posición en jugadores profesionales de fútbol: un estudio en el norte de México. Ocronos [Internet] 2024 [Citado 23/07/2024];10:07. Disponible en: <https://revistamedica.com/indices-recuperacion-cardiaca-capacidad-aerobica-variables-antropometricas/amp/>
26. Navas Túquerres LF, Román Fuertes JD. Test de 1000 metros de la resistencia aeróbica y sus niveles de recuperación en estudiantes de primero y octavo semestres de la carrera de entrenamiento deportivo período 2022-2023 [Tesis Maestría]. Ecuador: Universidad Técnica del Norte; 2023 [Citado 23/07/2024]. Disponible en: <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15875>
27. Lozano JO, Alcívar WO. Efectos de la nutrición deportiva en el rendimiento y la recuperación de deportistas de alto rendimiento. Ciencia y Educación [Internet]. 2023 [Citado 23/07/2024];1:103-16. Disponible en: <https://cienciayeducacion.com/index.php/journal/article/view/zenodo.12787723>
28. Quesada Leyva L, León Ramentol C, Betancourt Bethencourt J, Nicolau Pestana E. Elementos teóricos y prácticos sobre la bioimpedancia eléctrica en salud. Rev Arch Med Camagüey [Internet] 2016 [Citado 23/07/2024];20(5):565–78. Disponible en: <https://revistanutricionclinicametabolismo.org/index.php/nutricionclinicametabolismo/article/download/478/736/8796&>
29. Chacón F, Corral J, Castañeda C. Condición física en jóvenes y su relación con la actividad física escolar y extraescolar. Rev Inter Form Prof [Internet] 2020 [Citado 23/07/2024];34(95,1):99-114. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7410800>
30. Saunders TJ, Gray CE, Poitras VJ, Chaput JP, Janssen I, Katzmarzyk PT, et al. Combinations of physical activity, sedentary behaviour and sleep: relationships with health indicators in school-aged children and youth. Appl Physiol Nutr Metab [Internet]. 2016 [Citado 23/07/2024];41(6Suppl3):S283-93. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27306434/>
31. Siquier Coll J, Collado Martín Y, Sánchez Puente M, Grijota Pérez FJ, Pérez Quintero M, Sánchez IB, et al. Estudio comparativo de las variables determinantes de la condición física y salud entre jóvenes deportistas y sedentarios del género masculino. Nutr Hosp 2018;35(3):689-97.
32. Cvijetic S, Macan J, Boschiero D, Ilich JZ. Body fat and muscle in relation to heart rate variability in young-to-middle age men: a cross sectional study. Ann Hum Biol [Internet] 2023;50(1):108-16. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/03014460.2023.2180089>

33. García A, Ramírez R, García Y, Alonso AM, Izquierdo M. Association of cardiorespiratory fitness levels during youth with health risk later in life: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatr* [Internet]. 2020 [Citado 23/07/2024];174(10):952-60. Disponible en: <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2020.2400>.
34. Rodríguez D, Ojada L, Muñoz R, Hernández-Mosqueira C. Efectos de programas de ejercicio físico en la calidad de vida y la condición física orientadas a la salud, en estudiantes universitarios con sobrepeso u obesidad: una revisión sistemática. *Retos* [Internet] 2023;(50):332-41. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9061256>
35. Tarducci G, Paganini A, Gárgano S, Bacca L, Ramos N, Gibert V, et al. Rendimiento aeróbico en niños y su relación con la composición corporal y la frecuencia cardíaca. 14º Congreso Argentino de Educación Física y Ciencias. Ensenada, Argentina [Internet]. Argentina: Universidad Nacional de La Plata; 2021 [Citado 23/07/2024]. Disponible en: <https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/library?a=d&c=eventos&d=Jev14745>
36. De la Cruz E, Ramos A, Cárdenas V. Efectividad de intervención de ejercicio físico, en adolescentes con hipertensión y obesidad: revisión sistemática. *Horiz Sanitario* [Internet]. 2020 [Citado 23/07/2024];20(1),31-4. Disponible en: <https://cathi.uacj.mx/bitstream/handle/20.500.11961/21148/Adolescente%3b%20%20Ejercicio%3b%20%20Hipertensio%cc%81n%3b%20%20Revisio%cc%81n%20%20sistema%cc%81tica.pdf>
37. Jiménez R, Arriscado D, Gargallo E, Dalmau J. Determinantes de la salud en la adolescencia: capacidad cardiorrespiratoria y composición corporal. *Nutr Hosp* [Internet]. 2021 [Citado 23/07/2024];38(4):697-703. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112021000400697
38. Jorquera Aguilera C, Rodríguez Rodríguez F, Torrealba Vieira MI, Barraza Gómez F. Composición corporal y somatotipo de futbolistas chilenos juveniles sub 16 y sub 17. *Int J Morphol* [Internet]. 2021 [Citado 23/07/2024];30(1):247-52. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071795022012000100044&script=sci_arttext&tlng=en
39. López J, López Sánchez GF, Borrego Balsalobre F, Díaz Suarez A, Smith L. Composición corporal, capacidad aeróbica y frecuencia cardíaca de futbolistas de 10-14 años. *J Sport Health Res* [Internet]. 2020 [Citado 23/07/2024];12(2):212-27. Disponible en: <https://recyt.fecyt.es/index.php/JSHR/article/download/80554/50171/0>
40. Gómez Hernández FÁ, Pizo Muñoz ÁL, Sánchez Galvis P. Procesos de atención integral en adolescentes con obesidad: revisión documental 2005-2012 [Tesis Maestría]. Colombia: Universidad de la Sabana; 2018 [Citado 23/07/2024]. Disponible en: <https://pure.unisabana.edu.co/es/publications/procesos-de-atencio%C3%B3n-integral-en-adolescentes-con-obesidad-revisi>
41. Gómez Gómez E, Araujo Beltrán HD, Muñiz Ramirez LF, Pérez Huitimea AL, Andrade Sánchez AI, Monroy Llamas AO. El nivel de aptitud cardiorrespiratoria y musculoesquelética presentan relación moderada significativa con la tensión arterial, composición corporal y glucemia en adolescentes mexicanos. *Acta Univ* [Internet]. 2020 [Citado 23/07/2024];30:1-16 Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-62662020000100132&script=sci_arttext
42. Santos H, Sonnia A, Barros R, Sara E. Influencia del Estado Nutricional en el Rendimiento Académico en una institución educativa. *Vive* [Internet]. 2022;5(13):154-69. Disponible en: <https://doi.org/10.33996/revistavive.v5i13.138>

Financiamiento:

Los autores declaran que no existió ningún tipo de financiamiento externo para el desarrollo de la investigación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses.

Contribución de autoría

Dennys Leonardo Abril-Merizalde: Conceptualización; análisis formal; investigación; recursos.

Stephany Alejandra León Rivera: Investigación; metodología.

Edison Joan Mocha Tuarez: Investigación; metodología.

Jenifer Daniela Martínez Tenorio: Investigación; metodología.

Oscar José Guamán Sotomayor: Curación de datos; investigación; Escritura – Borrador original; Escritura – Revisión y edición.

Cristhian Sebastián Lomas Villarroel: Curación de datos; investigación; Escritura – Borrador original; Escritura – Revisión y edición.

Catherine Alexandra Andrade-Trujillo: Administración de proyecto; validación; investigación; Escritura – Borrador original; Escritura – Revisión y edición..

Todos los autores participamos en la discusión de los resultados y hemos leído, revisado y aprobado el texto final del artículo.