

Aptitud física cardiorrespiratoria en estudiantes de nivel superior de la provincia de Jujuy, Argentina

Cardiorespiratory physical fitness in higher level students from the province of Jujuy, Argentina

*Ezequiel Fabricio Eduardo Victoria, **María Dolores Marrodán Serrano; *** José Edgardo Dipierrri

*Instituto de Educación Superior N° 9 “Juana Azurduy” (Argentina), **Universidad Complutense de Madrid (España),

***Universidad Nacional de Jujuy (Argentina)

Resumen. Introducción: Los valores de aptitud física (APF) cardiorrespiratoria en la edad juvenil, tienen un alto valor predictivo sobre el futuro padecimiento de enfermedades cardiometabólicas. Los objetivos del presente estudio son explorar y describir los niveles de APF cardiorrespiratoria y su relación con el estado nutricional, en estudiantes de nivel superior de la provincia de Jujuy, Argentina. Materiales y métodos: se evaluaron 65 sujetos de ambos sexos, media de edad de $25,95 \pm 6,50$ años, pertenecientes a la carrera Tecnicatura Superior en Entrenamiento Deportivo. Se evaluó el peso corporal (PC), talla, índice de masa corporal (IMC), circunferencia de cintura (CC) e índice cintura-talla (ICT), y se estimó el consumo máximo de oxígeno (VO₂max) a través del test de Course Navette de 20 metros (CN20m). Resultados: La talla, PC, IMC y VO₂max promedio fueron $1,65 \pm 0,09$ m, $67,78 \pm 11,44$ kg, $24,80 \pm 3,32$ kg.m² y $37,03 \pm 5,84$ ml.kg⁻¹.min⁻¹, respectivamente. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos para IMC y VO₂max. Discusión: En la literatura científica, se debate en cómo medir y estimar el VO₂max, debido a que no existe un consenso universal. Esto se ve influenciado por los protocolos de las pruebas, los lugares de aplicación (laboratorio vs campo) y ecuaciones para los cálculos posteriores. Conclusiones: Se hallaron relaciones moderadas a bajas entre el VO₂max y el IMC e ICT. La utilización de herramientas de bajo costo y protocolos de evaluación validados científicamente, son posibles de aplicar en poblaciones similares con carencias de recursos tecnológicos.

Palabras clave: consumo máximo de oxígeno, test de 20 m ida y vuelta, capacidad aeróbica, índice de masa corporal, índice cintura-talla.

Abstract. Introduction: The values of cardiorespiratory physical fitness (APF) in youth have a high predictive value on the future suffering of cardiometabolic diseases. The objectives of this study are to explore and describe the levels of cardiorespiratory APF and its relationship with nutritional status, in higher education students from the province of Jujuy, Argentina. Materials and methods: 65 subjects of both sexes, mean age of 25.95 ± 6.50 years, belonging to the Higher Technical Degree in Sports Training were evaluated. Body weight (BW), height, body mass index (BMI), waist circumference (WC) and waist-height index (WTI) were evaluated, and maximum oxygen consumption (VO₂max) was estimated through the test of Course Navette of 20 meters (CN20m). Results: Height, PC, BMI and average VO₂max were 1.65 ± 0.09 m, 67.78 ± 11.44 kg, 24.80 ± 3.32 kg.m² and 37.03 ± 5.84 ml.kg⁻¹.min⁻¹, respectively. Statistically significant differences were observed between both sexes for BMI and VO₂max. Discussion: In the scientific literature, there is a debate on how to measure and estimate VO₂max, since there is no universal consensus. This is influenced by test protocols, application sites (laboratory vs. field) and equations for subsequent calculations. Conclusions: Moderate to low relationships were found between VO₂max and BMI and ICT. The use of low-cost tools and scientifically validated evaluation protocols are possible to apply in similar populations with lack of technological resources.

Keywords: maximal oxygen uptake, 20-m shuttle run test, aerobic capacity, body mass index, waist-to-height ratio.

Fecha recepción: 16-06-23. Fecha de aceptación: 15-10-23

Ezequiel Fabricio Eduardo Victoria

licfabricio victoria@gmail.com

Introducción

Los estudiantes universitarios, habitualmente distribuyen su tiempo entre largas horas de estudio en posición sedentaria, con muy bajo gasto de energía y períodos de actividad física esporádica que suelen combinar con frecuentes consumos de alimentos de alto valor calórico, situación que genera pocas o nula influencia sobre el consumo máximo de oxígeno (Vásquez, et al., 2018; Reyes, et al., 2023).

Esta etapa, la adultez temprana, caracterizada por la finalización de la adolescencia, impacta en el comportamiento de los individuos, principalmente en aquellos hábitos que han sido adquiridos y que posiblemente podrían sostenerse a lo largo de la vida. Dentro de ellos, es importante mencionar que una correcta alimentación, la practica regular de actividad y ejercicio físico, así como un conjunto de costumbres en torno a las relaciones socioculturales, influyen positiva o negativamente sobre la salud presente y futura del colectivo universitario (Chacón, et al., 2018; Espinosa, et al., 2023).

De esta manera, la actividad física se refiere a todas aquellas acciones realizadas durante la cotidianeidad que pudieran implicar un consumo energético, a través del movimiento producido por los músculos esqueléticos, por encima de los valores de reposo. Es considerada la mejor estrategia para hacer frente a los altos niveles de sedentarismo registrados en la sociedad actual (Vicente, et al., 2016; Costa, et al., 2021; Cerón, et al., 2023). Por otro lado, la Aptitud Física (APF) también denominada condición física, es el mejor predictor para el análisis y monitoreo de la salud actual y futura de los individuos, desde la niñez hasta la adultez (Costa, et al., 2021). Básicamente, la APF constituye una integración de todas las estructuras y funciones presentes en el desempeño de actividades cotidianas, laborales, deportivas, entre otras (González, et al., 2018).

Es así como la APF, contempla diferentes elementos entre los que destacan la fuerza y resistencia muscular, la composición corporal y la capacidad cardiorrespiratoria. Esta última, ha sido considerada como el factor que influye más decisivamente en la salud de las personas (Valdés & Yanci, 2016). También, es la cualidad que más ha sido estudiada,

particularmente, a través del Consumo Máximo de Oxígeno (VO_{2max}), variable considerada más confiable para su evaluación (González, et al., 2018; Armstrong, 2019).

El análisis del VO_{2max} , como variable predictora de diversas enfermedades cardiorrespiratorias y metabólicas, se puede realizar mediante una amplia variedad de pruebas, de campo o laboratorio. Sin embargo, los elevados costos, la gran inversión de tiempo y la necesidad de un manejo técnico muy especializado, limitan el uso de las pruebas de laboratorio en el ámbito de las ciencias del deporte. En contraposición, las pruebas de campo resultan más sencillas y prácticas, demandan poco tiempo y todo ello posibilita su aplicación a un gran número de sujetos simultáneamente (Pereira, et al., 2017). Una de las más utilizadas es el test CN20m. La misma, ha demostrado su fiabilidad en diferentes grupos de población en relación con la edad, el sexo, el nivel de actividad física, así como la práctica o no de deporte. El test CN20m, se caracteriza por ser una prueba de carrera incremental, continua y audible, realizada hasta la fatiga, con la posibilidad de desarrollarse en espacios relativamente pequeños (25 m), como los patios de escuelas, playones de clubes deportivos, canchas pequeñas, entre otros (Medina & Rodríguez, 2020; Sánchez, et al., 2021).

Del mismo modo, la evaluación antropométrica ha demostrado ser una herramienta confiable para identificar posibles inconvenientes en relación con los factores de riesgo cardiovasculares y metabólicos en sujetos jóvenes. Dentro de dicha valoración, el IMC es el más aplicado y utilizado para el monitoreo del estado nutricional (Enríquez, et al., 2021). Además, el Índice Cintura-Talla (ICT) que evalúa obesidad abdominal, está siendo aplicado como un método con mayor sensibilidad a los cambios producidos en el estado ponderal, capaz de diferenciar a sujetos con alto (AR) o bajo riesgo (BR) cardiometabólico (Vento, et al., 2021).

De esta manera, la presente investigación tiene por objetivo realizar una descripción general de los niveles de APF cardiorrespiratoria y su relación con la condición nutricional en estudiantes de entrenamiento deportivo de nivel superior de la provincia de Jujuy, Argentina.

Material y Métodos

Participantes

Se evaluaron 65 sujetos (39 varones y 26 mujeres), con una edad media de $25,95 \pm 6,50$ años, pertenecientes a la carrera Tecnicatura Superior en Entrenamiento Deportivo de la ciudad de San Pedro de Jujuy, Argentina. Fueron examinados todos aquellos que cumplían con los requisitos de inclusión (ser alumno regular de la carrera y no poseer ninguna enfermedad que impidiera la realización de las pruebas de campo descriptas a continuación). Luego de haber comunicado verbalmente los riesgos y beneficios de la participación en la presente investigación, se recolectaron por escrito los consentimientos informados de

acuerdo con la Normativa de Helsinki dictada por la Asociación Médica Mundial (2013).

Evaluación de la Aptitud Física: Test de Course Navette de 20 metros

La prueba fue desarrollada en una superficie de asfalto, perteneciente al patio de la Institución. La misma, fue demarcada en seis calles (separadas por 2 m), para cada uno de los participantes. El recorrido del test se estableció entre dos líneas separadas por 20 m. También, se dejó un espacio extra de 2,5 m en cada línea por cuestiones de seguridad. El total del espacio distribuido para realizar la prueba fue de 300 m² (12 x 25 metros, aproximadamente) (figura 1). En uno de los laterales se ubicó un equipo de sonido portátil, con conexión a bluetooth con un celular marca Samsung Galaxy A10. A través del mismo, se reprodujo el audio original de la prueba que consistía en recorrer los 20 m cada vez que el audio indicaba una señal sonora. La velocidad inicial fue de 8.5 km/h⁻¹ con incrementos de 0.5 km/h⁻¹ cada 1 minuto. Los evaluados, debían coincidir la velocidad de desplazamiento y el momento en que sonara el audio, con la ubicación de sus pies en una de las líneas. La mayoría de los sujetos, necesitaron entre 2 o 3 recorridos, al principio, para “ajustar” sus velocidades de desplazamiento acorde a lo establecido en el audio. Luego, cada participante realizó la carrera de manera continua hasta la fatiga. La etapa final fue la registrada luego que el participante no alcanzara las líneas a la velocidad determinada en dos veces consecutivas. Los resultados, fueron consignados en una planilla anotando la etapa completa de cada sujeto, como lo sugiere el protocolo original del test (Léger & Lambert, 1982). Esta prueba ha demostrado su validez, confiabilidad y sensibilidad para analizar y monitorear resultados en varias oportunidades, en un amplio rango de edades (de 8 a 47 años), diferentes poblaciones (estudiantes de educación física, niños y adolescentes escolares, sujetos recreacionalmente entrenados y deportistas) hallándose correlaciones que oscilaron entre $r = 0.50$ a 0.90 , desde la década de 1980' en adelante (García & Secchi, 2014).

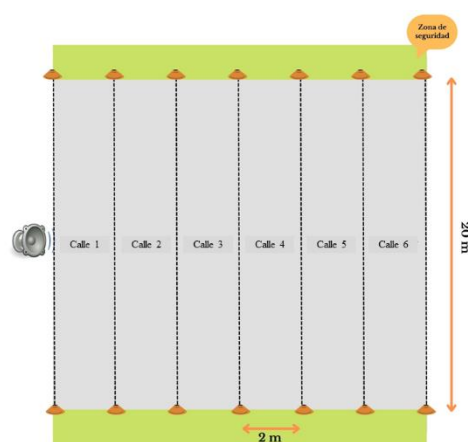


Figura 1. Esquema de la zona de desarrollo del test Course Navette de 20 metros.

Cálculo del Consumo Máximo de Oxígeno

Para calcular de manera indirecta los valores de consumo máximo de oxígeno de cada participante, se aplicó la fórmula propuesta por Léger & Lambert (1988) para sujetos mayores de 18 años, que es independiente del sexo:

$$VO_{2max} = (6 \times VFA) - 27,4$$

Donde VFA es la velocidad alcanzada en la última etapa completa del test, expresada en $km \cdot h^{-1}$

Antropometría

Se midieron la talla, el PC y la CC. El PC se tomó con una balanza TANITA (50 g de precisión) estando el sujeto descalzo y con ropa liviana. La talla se midió con un tallímetro MEDNIB con precisión de 1 mm, estando el sujeto descalzo y con la cabeza situada en el plano de Frankfurt. La CC fue evaluada en un punto medio entre la última costilla y la parte más superior de la cresta ilíaca, utilizando una cinta metálica e inextensible, marca FAGA (1 mm de precisión). Se estimaron el IMC (peso $kg/estatura^2$) y el ICT (circunferencia cintura $cm/talla^2$). La condición nutricional se estimó a partir del IMC clasificando a los sujetos de acuerdo con las categorías establecidas por la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2000). Todas las mediciones fueron tomadas por un Técnico Antropometrista nivel 2 acreditado por ISAK (International Society Advancement for Kinanthropometry).

Análisis Estadístico

La muestra fue analizada tanto por sexos como de manera conjunta. Se calcularon media y desviación estándar para la edad (años), el PC (kg), la talla (m), el IMC (kg/m^2) el ICT y el VO_{2max} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$). La normalidad de las distribuciones de las variables y la homocedasticidad, fueron comprobadas por las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y de Levene, respectivamente. Para el contraste de medias se aplicaron pruebas t de Student para muestras independientes y ANOVA. Para los análisis de correlación la prueba R de Pearson. El nivel de significación se estableció en $p < 0,05$. Se utilizó el programa IBM-SPSS versión 25,0.

Resultados

En la tabla 1 se muestran los resultados correspondientes a la APF de los sujetos analizados, caracterizada mediante las variables antropométricas y el VO_{2max} . La serie masculina, presentó valores significativamente más elevados para todas las variables consideradas.

En la tabla 2 se reporta la condición nutricional categorizada mediante el IMC junto al VO_{2max} promedio que corresponde a cada categoría ponderal. La capacidad aeróbica disminuye significativamente en los varones obesos y en las mujeres con sobrepeso u obesidad en relación con los sujetos de peso normal.

Como se aprecia en la Tabla 3, la capacidad aeróbica también se ve afectada por el ICT ya que los sujetos femeninos clasificados como obesos abdominales ($ICT \geq 0,5$) presentaron un VO_{2max} significativamente menor que los no clasificados con exceso de grasa visceral ($ICT \leq 0,49$).

La Figura 2 ilustra la correlación inversa entre la capacidad aeróbica y el IMC, y la Figura 3 con el ICT. Nuevamente se aprecia que, en ambos sexos, el VO_{2max} disminuye según aumenta la obesidad total o abdominal. Las relaciones parecieran ser más sensibles en el segundo caso ($r = -0,344$ y $r = -0,402$) que en el primero ($r = -0,269$ y $r = -0,395$) en hombres y mujeres, respectivamente.

Tabla 1.

Aptitud física de la muestra: perfil antropométrico y consumo de oxígeno

	Total (n = 65)	Hombres (n = 39)	Mujeres (n = 26)	p
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE	
Edad (años)	25,95 ± 6,50	27,05 ± 6,71	24,31 ± 5,93	0,096
Peso (kg)	67,78 ± 11,44	72,61 ± 9,95	60,54 ± 9,68	<0,001*
Estatura (m)	1,65 ± 0,09	1,70 ± 0,06	1,57 ± 0,04	<0,001*
IMC (kg/m^2)	24,80 ± 3,32	25,02 ± 3,33	24,47 ± 3,35	0,794
ICT	0,49 ± 0,05	0,49 ± 0,05	0,48 ± 0,05	0,432
VO_{2max} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	37,03 ± 5,84	39,60 ± 4,64	33,18 ± 5,23	<0,001*

IMC: índice de masa corporal; ICT: índice cintura-talla; DE: desviación estándar; *diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres.

Tabla 2.

Asociación entre condición nutricional (IMC) y capacidad aeróbica (VO_{2max})

	Hombres		p
	IMC (kg/m^2)	VO_{2max} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	
	Media ± DE	Media ± DE	
Peso normal ($IMC \leq 24,9$) (n = 23)	22,78 ± 1,74	40,17 ± 5,11	-
Sobrepeso ($IMC 25 - 29,9$) (n = 11)	26,65 ± 1,05	40,51 ± 3,36	0,103
Obesidad ($IMC \geq 30,0$) (n = 5)	31,28 ± 1,79	35,00 ± 3,29	-0,200*
	Mujeres		
	IMC (kg/m^2)	VO_{2max} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	p
	Media ± DE	Media ± DE	
Peso normal ($IMC \leq 24,9$) (n = 14)	22,10 ± 2,09	34,31 ± 5,48	-
Sobrepeso ($IMC 25 - 29,9$) (n = 10)	26,49 ± 1,43	32,90 ± 4,35	-0,269
Obesidad ($IMC \geq 30,0$) (n = 2)	31,03 ± 0,53	26,60 ± 4,24	-1,000*

*Diferencias estadísticamente significativas comparados con el grupo de peso normal.

Tabla 3.

Asociación entre obesidad abdominal (ICT) y capacidad aeróbica (VO_{2max})

Muestra	($ICT \leq 0,49$) (n = 39)	($ICT \geq 0,50$) (n = 26)	P
	VO_{2max} ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)		
	Media ± DE		
Total (n = 65)	37,83 ± 5,91	35,83 ± 5,62	0,050
Hombres (n = 39)	40,51 ± 4,49	38,42 ± 4,91	0,053
Mujeres (n = 26)	34,36 ± 5,82	30,93 ± 3,04	0,010*

*Diferencias estadísticamente significativas entre el grupo no obesos abdominales vs obesos abdominales

Discusión

El objetivo de la presente investigación fue explorar los

niveles de APF cardiorrespiratoria de estudiantes de entrenamiento deportivo de nivel superior de la provincia de Jujuy en Argentina, a través de la estimación del VO₂max mediante el test de CN20m, así como observar la asociación de este parámetro con el estado nutricional. En la bibliografía científica se menciona la importancia del VO₂max al momento de clasificar y calificar a los sujetos con relación a la asociación con comorbilidades, principalmente las metabólicas y cardiovasculares (de Souza, et al., 2018).

La literatura científica, muestra que el debate parece radicar en cómo medir y estimar los resultados del VO₂max, debido a que actualmente no se ha llegado a un consenso universal. Esto se ve influenciado por los protocolos de las pruebas o test que pueden utilizarse, los lugares de aplicación (laboratorio vs campo), así como las ecuaciones elegidas para hacer los cálculos posteriores (Sánchez, et al., 2021).

En una investigación desarrollada por de Souza, et al. (2018) en una muestra de Brasil (n = 1619), de ambos sexos, con un rango de edad de 21 a 91 años, se compararon diferentes ecuaciones de predicción del VO₂max, con los valores obtenidos mediante analizadores de gases en pruebas de ejercicio progresivas en laboratorio (cinta rodante y cicloergómetro). Los autores utilizaron los Criterios de Referencias (CR) para la aptitud física cardiorrespiratoria de los Estados Unidos (EE. UU.) y las fórmulas del estudio FRIEND (Fitness Registry and the Importance of Exercise National Database, por sus siglas en inglés). Dichos autores concluyeron que existían diferencias significativas entre las distintas ecuaciones analizadas (FRIEND vs Europea vs WASSERMAN). Asimismo, propusieron una nueva ecuación para validar los resultados de acuerdo con las características poblacionales locales (Brasil), involucrando la variabilidad de la edad, el sexo, el peso corporal, la talla y el IMC. Esta última ecuación, permitió clasificar a los sujetos de manera más acorde a las características regionales (de Souza, et al., 2018; Kaminsky, et al., 2021).

Los valores de VO₂max encontrados en la presente investigación, son significativamente más bajos a los reportados por de Souza, et al. (2018), tanto para mujeres como para hombres en un tramo de edad semejante (20-29 años). Quizás estas diferencias podrían deberse a las características poblacionales con influencias culturales, económicas y étnicas, particulares de cada región. También, como ha sido mencionado anteriormente, el protocolo aplicado para estimar dicha variable puede tener grandes impactos en los resultados. En nuestra investigación, no se utilizó un analizador de gases como en los estudios anteriormente mencionados. Además, los criterios de identificación del VO₂max, son diferentes cuando se aplican en el laboratorio que cuando se utiliza la prueba CN20m. Al mismo tiempo, las diferencias del VO₂max entre sexos, fue similar a las halladas en otras investigaciones en el rango de edad mencionado (20-30 años) (Medina & Rodríguez, 2020; Sánchez, et al., 2021).

Los antecedentes indican que existe cierta relación entre el VO₂max y el estado nutricional determinado a través del

IMC (Moreno, et al., 2019; Tirado, et al., 2023), demostrando ser moderada y baja (Fernández, et al., 2018). En línea con lo mencionado, referido a esta relación, mostramos resultados similares entre ambos parámetros (es decir, relación VO₂max-IMC), en ambos sexos (ver Figura 2). En un estudio realizado por Tirado, et al. (2023) en futbolistas adolescentes varones de 13 a 17 años, hallaron resultados similares a los evidenciados en nuestra investigación, mencionando, también, una relación moderada entre el VO₂max determinado a través del test de CN20m y el IMC, así como con el porcentaje de grasa corporal (%GC) ($r = -0,49$ y $r = -0,55$, respectivamente). Esto podría explicarse a que el IMC es un índice incapaz de diferenciar entre la masa grasa y la masa magra. Por el contrario, en otro estudio desarrollado por Mondal & Mishra (2017) encontraron una relación fuerte y negativa ($r = -0,75$) entre el VO₂max y el %GC determinado a través de Bioimpedancia, en ambos sexos, en una muestra de estudiantes universitarios (n = 60) de 18 a 25 años de edad. Asimismo, mencionan correlaciones positivas leves entre la Masa Libre de Grasa y el VO₂max en términos absolutos (L.min⁻¹). Los autores concluyeron que la obesidad en términos de %GC es un mejor predictor del estado cardiorrespiratorio determinado a través del protocolo de Bruce (Bruce, 1971) en cinta rodante de sujetos adultos jóvenes.

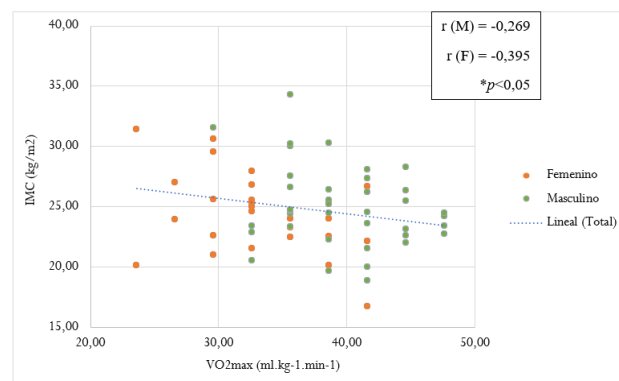


Figura 2. Relación entre la capacidad aeróbica (VO₂max) y la condición ponderal (IMC)

De modo similar, se ha estudiado la relación entre el VO₂max y el ICT (Moreno, et al., 2019). Los resultados hallados en otras investigaciones muestran relaciones bajas y negativas entre estos parámetros, en concordancia con los nuestros, que presentan la misma tendencia informada. También, se ha podido observar diferencias significativas ($p < 0,05$) en el VO₂max entre mujeres que poseían AR vs BR. Por el contrario, Wedell, et al. (2018) han presentado una relación moderada a fuerte entre el VO₂max y la CC, considerando el sexo, la edad y otros factores no modificables capaces de predecir dichas relaciones, independientemente del IMC que posea el sujeto. Quizás las diferencias evidenciadas entre la presente investigación y este último estudio podría deberse a la *n* de ambas investigaciones, a los protocolos de evaluación del VO₂max y los cálculos de estos valores como fue mencionado en párrafos anteriores.

Además, que en el antecedente mencionado se utilizó la CC y no el ICT como en el presente estudio. Estos autores concluyen que los niveles más bajos de CC es indicativo de una adiposidad central menor con bajo contenido de grasa visceral (GV). Estos depósitos de GV han demostrado tener una alta funcionalidad metabólica, proporcionando elevados niveles de inflamación corporal total. Esto en combinación, son considerados factores condicionantes y potenciadores de las enfermedades cardiometabólicas (Wedell, et al., 2018).

Hasta donde tenemos conocimiento, esta es la primera investigación desarrollada en una población de estudiantes de entrenamiento deportivo de nivel superior en la provincia de Jujuy. Es posible destacarla, debido a que se utilizaron herramientas y protocolos de medición de bajo costo suficientemente validados, demostrando que existen relaciones bajas a moderadas entre los niveles de VO₂max determinados a través del test CN20m y el estado nutricional, analizado este último desde el IMC e ICT. Una limitación importante del presente estudio es la cantidad de sujetos participantes en el mismo. De todas maneras, distinguimos la heterogeneidad de la muestra en cuanto a edades, sexo y valores hallados en todas las evaluaciones realizadas, debido a que, como fue mencionado por de Souza, et al. (2018), las características poblacionales conjuntamente a las metodologías y protocolos de evaluación influyen directamente en los valores de las diferentes variables estudiadas y esto podría considerarse un primer antecedente para futuras investigaciones en edades similares. También, consideramos importante destacar las edades evaluadas en el presente estudio ($25,95 \pm 6,50$ años) porque están en línea con las caracterizadas como “laboralmente activas” de Argentina, representando más de la mitad poblacional con este rol, en el caso de los hombres (54,3%) y menos de la mitad poblacional (43,9%), en el caso de las mujeres (INDEC, 2023). Por último, la variabilidad de los resultados observados en el IMC, ICT y el VO₂max, podría ser indicativo de la heterogeneidad hallada en la muestra investigada.

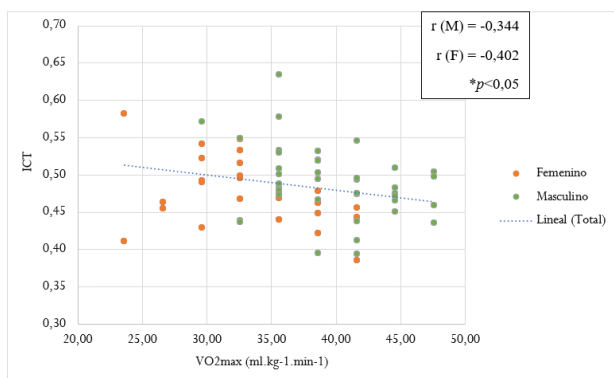


Figura 3. Relación entre la capacidad aeróbica (VO₂max) y la obesidad abdominal (ICT)

Conclusión

La APF cardiorrespiratoria se ha estudiado desde hace

décadas intentando relacionar sus influencias sobre las posibilidades de padecer enfermedades cardiovasculares y metabólicas. Por ello, evaluando un marcador de dicha capacidad, como el VO₂max, podríamos realizar análisis valiosos de los niveles actuales y de los futuros que poseen las poblaciones juveniles y adultos jóvenes. Dentro de las posibilidades de examinar el VO₂max, en diferentes países con características poblacionales singulares, se han mencionado las dificultades y beneficios que esto posee, principalmente remarcando los procedimientos, herramientas utilizadas, así como las propias conclusiones obtenidas de dichas investigaciones. Además, las posibilidades de relacionar el VO₂max con evaluaciones antropométricas básicas, como el IMC y el ICT, permite orientar y calificar de manera más específica a la población estudiada, debido a que se han observado ciertas relaciones negativas entre los niveles de VO₂max y los índices que califican ponderalmente a los sujetos, haciendo referencia específicamente sobre la obesidad abdominal, caracterizada ésta por grandes influencias negativas sobre la salud cardiovascular y metabólica de las personas.

Sin embargo, son pocos los estudios que han abordado esta posible relación utilizando pruebas de campo validadas científicamente que demandan un coste técnico y económico menor comparados a otros habitualmente hallados en la bibliografía científica. Por lo tanto, podemos concluir que las pruebas de campo utilizadas en la presente investigación son fiables, válidas y reproducibles en poblaciones con características similares a la estudiada. Además, debido a los bajos costos técnicos y económicos que son posibles de desarrollar para el análisis de las variables en cuestión, se podría trasladar el estudio a muestras mucho más amplias (poblacionales), incluyendo otros factores sociodemográficos capaces de influir positiva o negativamente en las relaciones observadas.

Agradecimientos

A los alumnos de la carrera que participaron desinteresadamente.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Referencias

- Armstrong, N. (2019). Youth Aerobic Fitness. *Pediatric exercise science*, 31(2), 137–143. <https://doi.org/10.1123/pes.2019-0039>
- Asociación Médica Mundial. (2013). Declaración de Helsinki. Principios éticos para las investigaciones con seres humanos. 64a Asamblea General, Fortaleza, Brasil. Recuperado de <https://www.wma.net/es/politicas-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>

- Bruce, R. A. (1971). Exercise testing of patients with coronary heart disease. Principles and normal standards for evaluation. *Annals of clinical research*, 3(6), 323–332.
- Carrero González, C., Lastre-Amell, G., Alejandra-Oróstegui, M., Ruíz-Escorcia, L., & Parody Muñoz, A. (2020). Evaluación de la composición corporal según factor de riesgo de obesidad en universitarios. *Salud Uninorte*, 36(1), 81-96. Recuperado de <https://doi.org/10.14482/sun.36.1.616.3>
- Cerón Bedoya, J. D., González Marmolejo, W., Mora Rojas, D. L., & Fernández Barona, E. J. (2023). Relación entre el nivel de actividad física y el rendimiento académico en estudiantes de una institución universitaria. Estudio multicéntrico. *Retos*, 47, 775–782. <https://doi.org/10.47197/retos.v47.94795>
- Chacón-Cuberos, R., Zurita-Ortega, F., Ubago-Jiménez, J. L., González-Valero, G., & Sánchez-Zafra, M. (2018). Condición física, dieta y ocio digital según práctica de actividad física en estudiantes universitarios de Granada. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 7(2), 7–12. <https://doi.org/10.6018/sportk.343121>
- Costa-Acosta, J., Valdés-López, M., Rodríguez-Madera, A., & Núñez-González, A. (2021). Los componentes de la condición física, su relación con el estado de salud en estudiantes universitarios. *PODIUM - Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 16(2). Recuperado de <https://podium.upr.edu.cu/index.php/podium/articloe/view/917>
- de Souza e Silva, C. G., Kaminsky, L. A., Arena, R., Christle, J. W., Araújo, C. G. S., Lima, R. M., Ashley, E. A., & Myers, J. (2018). A reference equation for maximal aerobic power for treadmill and cycle ergometer exercise testing: Analysis from the FRIEND registry. *European journal of preventive cardiology*, 25(7), 742–750. <https://doi.org/10.1177/2047487318763958>
- Enríquez-Del Castillo, L. A., Cervantes Hernández, N., Candia Luján, R., & Flores Olivares, L. A. (2021). Capacidades físicas y su relación con la actividad física y composición corporal en adultos. *Retos*, 41, 674–683. <https://doi.org/10.47197/retos.v41i0.83067>
- Espinosa Méndez, C. M., Reyes Espejel, I., Salazar C. C. M., San Martín Rodríguez, S. L., & Flores Chico, B. (2023). Relación entre obesidad central y hábitos de salud reportados en universitarios. *Retos*, 48, 54–59. <https://doi.org/10.47197/retos.v48.95914>
- Fernández, J. A., Ramos, H. S., Santamaría, O., & Ramos, S. (2018). Relación entre consumo de oxígeno, porcentaje de grasa e índice de masa corporal en universitarios. *Hacia Promoc. Salud*. 23(2), 79-89. DOI: 10.17151/hpsal.2018.23.2.6
- García, G., & Secchi, J. (2014). Test course navette de 20 metros con etapas de un minuto. Una idea original que perdura hace 30 años. *Apunts. Medicina de l'Esport*. 49.10.1016/j.apunts.2014.06.001
- González Valero, G., Zurita Ortega, F., San Román Mata, S., Pérez Cortés, A. J., Puertas Molero, P., & Chacón-Cuberos, R. (2018). Análisis de la capacidad aeróbica como cualidad esencial de la condición física de los estudiantes: Una revisión sistemática. *Retos*, 34, 395–402. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i34.58278>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). (2023). Mercado de trabajo. Tasas e indicadores socio-económicos (EPH) (n° 5). Recuperado de www.indec.gov.ar/uploads/informesdeprensa/mercado_trabajo_eph_1trim234267B9F5D1.pdf
- Kaminsky, L. A., Arena, R., Myers, J., Peterman, J. E., Bonikowske, A. R., Harber, M. P., Medina Inojosa, J. R., Lavie, C. J., & Squires, R. W. (2022). Updated Reference Standards for Cardiorespiratory Fitness Measured with Cardiopulmonary Exercise Testing: Data from the Fitness Registry and the Importance of Exercise National Database (FRIEND). *Mayo Clinic proceedings*. 97(2), 285–293. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2021.08.020>
- Léger, L. A., & Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO₂ max. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 49(1), 1–12. <https://doi.org/10.1007/BF00428958>
- Léger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 6(2), 93-101. DOI: 10.1080/02640418808729800
- Medina Peralta, E. M., & Rodríguez Montaña, J. N. (2020). *Caracterización del consumo máximo de oxígeno y composición corporal en adultos jóvenes sanos universitarios* (tesis de grado). Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia.
- Mondal, H., & Mishra, S. P. (2017). Effect of BMI, Body Fat Percentage and Fat Free Mass on Maximal Oxygen Consumption in Healthy Young Adults. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 11(6), CC17–CC20. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/25465.10039>
- Moreno, J. E., De León, L. G., Candia-Luján, R., Ortiz-Rodríguez, B., & Carrasco-Legleu, C. E. (2019). Riesgo metabólico y su relación con la capacidad aerobia y muscular en jóvenes. *Biotecnia*, 22(1), 160-165. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v22i1.1192>
- Pereira-Rodríguez, J., Echeverry-Arias, B., Jurado-Leal, E., & Plata-Rivera, M. (2017). Cardiopulmonary and hematologic response to the test Course Navette 20 meters in University Students. *Revista mexicana de cardiología*, 28(1), 21-28. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-21982017000100021&lng=es&tln=es
- Sánchez-Rojas, I. A., Mendoza Romero, M., Argüello-Gutiérrez, Y. P., Castro-Jiménez, L. E., Triana-Reina, H. R., Pérez-Cebreros, E. A., Petro, J. L., & Bonilla, D. A. (2021). Valores de referencia para las pruebas de Cooper y de 20m de ida y vuelta en población residente en altitud elevada. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 65(17), 221-233. <https://doi.org/10.5232/ricyde2021,06502>

- Tirado Nieto, A., Vega González, P., Palomino Quispe, L. P., & Niño Montero, J. (2023). Estado nutricional y capacidad aeróbica en futbolistas adolescentes de alto rendimiento. *Nutrición Clínica Y Dietética Hospitalaria*, 43(2). <https://doi.org/10.12873/432tirado>
- Valdés, P., & Yanci Irigoyen, J. (2016). Análisis de la condición física, tipo de actividad física realizada y rendimiento académico en estudiantes de educación secundaria. *Retos*, 30, 64–69. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i30.36862>
- Vásquez-Gómez, J., Castillo-Retamal, M., Souza de Carvalho, R., Faundez-Casanova, C., & Torrealba-Campos, A. P. (2018). Antropometría, nivel de actividad física y condición física en estudiantes de educación física tras cuatro años en la universidad. *Nutr clín diet hosp*, 38(1):160-164. <https://doi.org/10.12873/381JVasquez>
- Vento Pérez, R. A., Hernández Rodríguez, Y., León García, M., Miranda Blanco, L. C., & de la Paz Rodríguez, O. (2021). Relación del Índice cintura/talla con la morbilidad y el riesgo cardiometabólico en adultos pinareños. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 25(4), e4977. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942021000400006&lng=es&tlng=es
- Vicente-Rodríguez, G., Benito, P. J., Casajús, J. A., Ara, I., Aznar, S., Castillo, M. J., & De Paz, J. A. (2016). Actividad física, ejercicio y deporte en la lucha contra la obesidad infantil y juvenil. *Nutrición hospitalaria*, 33. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.828>
- Reyes Rodríguez, A. D., Villarroel-Ojeda, L., Moraga-Muñoz, R., & Hernández-Mosqueira, C. (2023). 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*, 50, 332–341. <https://doi.org/10.47197/retos.v50.99688>
- Wedell-Neergaard, A. S., Eriksen, L., Grønbaek, M., Pedersen, B. K., Krogh-Madsen, R., & Tolstrup, J. (2018). Low fitness is associated with abdominal adiposity and low-grade inflammation independent of BMI. *PLoS ONE* 13(1): e0190645. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190645>
- WHO-World Health Organization. (2000). Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation.