

Efecto del sobrepeso y obesidad sobre el tiempo de apnea voluntaria en estudiantes universitarios

Effect of overweight and obesity on voluntary breath-holding time in university students

Celso Enrique Cortes-Romero¹,  Luis Antonio Luna-Alvarado²,  Belén Santos-Díaz³ 

DOI: 10.19136/hs.a23n3.5903

Artículo Original

• Fecha de recibido: 16 de agosto de 2024 • Fecha de aceptado: 01 de abril de 2025 • Fecha de publicación: 02 de abril de 2025

Autor de correspondencia

Celso Enrique Cortes-Romero. Dirección postal: Calle 13 Sur 2702, Los Volcanes, CP. 72420 Puebla, Puebla, México.
Correo electrónico: ecortes49@gmail.com

Resumen

Objetivo: Evaluar el efecto del sobrepeso y obesidad sobre la duración del tiempo de apnea voluntaria en universitarios.

Material y métodos: Se realizó un estudio transversal. La muestra de estudio consideró a 97 alumnos del segundo año de la carrera de medicina de una Universidad Pública de México en quienes se determinó el tiempo de apnea voluntaria (TAV). Para clasificar la muestra de estudio se utilizó el porcentaje de masa grasa corporal (%GC), el índice de masa corporal (IMC) y el índice cintura-cadera (ICC). Se empleó el coeficiente de correlación de Spearman para establecer la correlación entre los puntajes de las variables. Se consideró un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$.

Resultados: El 42.2% ($n=41$) de los participantes fueron hombres y el 57.7% ($n=56$) mujeres, con una edad promedio de 19.88 ± 1.14 años. Para el total de la muestra, el TAV promedio fue de 30.5 ± 8.37 segundos. Las mujeres presentaron un menor TAV, aunque no se encontró diferencia estadística en la media del TAV entre los sexos. Adicionalmente, en comparación con los sujetos normopeso, los ubicados en la categoría elevado de cada parámetro antropométrico, presentaron una disminución de la duración del TAV. La disminución del TAV fue estadísticamente significativa entre las categorías del IMC ($p=0.013$) y del ICC ($p=0.020$). El coeficiente de correlación de Spearman mostró una relación negativa y significativa entre el tiempo de apnea voluntaria con el porcentaje de masa grasa ($\rho=-0.257$; $p=0.011$) y el índice cintura-cadera ($\rho=-0.261$; $p=0.010$). El puntaje entre TAV e IMC fue también negativa pero no significativa ($\rho=-0.183$; $p=0.073$).

Conclusiones: La determinación de sobrepeso y obesidad por medio del porcentaje de masa grasa, el índice de masa corporal y el índice cintura-cadera, están relacionados con una menor duración del tiempo de apnea voluntaria en universitarios.

Palabras clave: Apnea; Estudiantes universitarios; Obesidad.

Abstract

Objective: To evaluate the effect of overweight and obesity on voluntary breath-hold time in university students

Materials and Methods: A cross-sectional, quantitative study was conducted. The study sample consisted of 97 second-year medical students from a public university in Mexico, in whom voluntary breath-hold time (BHT) was determined. The study sample was classified using percentage of body fat (%BF), body mass index (BMI), and waist-to-hip ratio (WHR). Spearman's correlation coefficient was used to establish the correlation between the scores of the variables. A statistical significance level of $p < 0.05$ was considered.

Results: 42.2% ($n=41$) of the participants were male and 57.7% ($n=56$) were female, with an average age of 19.88 ± 1.14 years. For the total sample, the average BHT was 30.5 ± 8.37 seconds. Women had a lower BHT, although no statistical difference was found in the average BHT between the sexes. Additionally, compared to normal-weight subjects, those in the elevated category of each anthropometric parameter showed a decrease in BHT duration. The decrease in BHT was statistically significant between the BMI categories ($p=0.013$) and the WHR categories ($p=0.020$). Spearman's correlation coefficient showed a negative and significant relationship between BHT and percentage of body fat ($\rho=-0.257$; $p=0.011$) and waist-to-hip ratio ($\rho=-0.261$; $p=0.010$). The score between BHT and BMI was also negative but not significant ($\rho=-0.183$; $p=0.073$).

Conclusions: The determination of overweight and obesity through percentage of body fat, body mass index, and waist-to-hip ratio, is related to a shorter duration of voluntary breath-hold time in university students.

Keywords: Apnea; University students; Obesity

¹Doctor en Ciencias Fisiológicas. Facultad de Medicina. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, Puebla, México.

²Médico Cirujano y Partero. Facultad de Medicina. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, Puebla, México.

³Médico Cirujano y Partera. Facultad de Medicina. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, Puebla, México.

Introducción

El sobrepeso y la obesidad son condiciones que se caracterizan por la acumulación anormal o excesiva de masa grasa en el cuerpo¹. La obesidad representa un problema de salud pública en México y afecta a 2000 millones de personas en el mundo, siendo responsable de la muerte de tres millones de personas cada año².

El exceso de peso debido a la acumulación de tejido graso favorece la aparición y evolución de alteraciones de tipo metabólico, que a su vez contribuyen con el desarrollo de distintas enfermedades como las cardiovasculares, renales, cáncer y trastornos de la función pulmonar, entre otros³.

Comúnmente, el sobrepeso y la obesidad suelen ser determinados con el empleo del índice de masa corporal (IMC)⁴. En población universitaria, son diversos los trabajos en los que se ha empleado el IMC para caracterizar a las muestras de estudio. En este contexto, en el estudio realizado por Vazquez-Marroquin *et al.*,⁵ se encontró que el 29.6% de los universitarios analizados presentaron sobrepeso y el 13.4% obesidad. Por su parte, Ortiz-Hernández *et al.*,⁶ reportaron que el 41.87% de los universitarios evaluados tuvieron un IMC superior a 25. De igual modo, Trujillo-Rojas *et al.*,⁷ encontró, según el IMC de los alumnos analizados, que el 46.3% de los hombres y el 33.3% de las mujeres se ubicaron en las categorías de sobrepeso/obesidad.

Otros parámetros como el índice cintura-cadera y el porcentaje de masa grasa también han sido utilizados como indicadores para determinar sobrepeso u obesidad en el alumnado universitario⁸⁻¹⁰.

Así, con el empleo del porcentaje de masa grasa corporal, obtenido por bioimpedancia, Aparicio *et al.*,¹¹ encontraron que la proporción de mujeres universitarias con sobrepeso y obesidad fue de 23.6 y 70.1%, respectivamente. En este mismo estudio, el 36.8% de los hombres tuvo sobrepeso y el 43.6% obesidad. Por su parte, Quiliche Castañeda *et al.*,¹² empleando la misma técnica de medición en universitarios peruanos, identificaron que 43% de las mujeres presentó un elevado porcentaje de masa grasa, y con respecto al mismo parámetro, el 32% de los hombres se clasificó en la categoría de muy alto. En el trabajo publicado por Estrada *et al.*,⁹ en el que participaron estudiantes de la carrera de medicina mexicanos, se determinó que, de acuerdo con el porcentaje de masa grasa el 60.7% de los participantes presentó obesidad.

La obesidad tiene un impacto negativo sobre la función pulmonar, afecta la mecánica ventilatoria, la resistencia de las vías respiratorias, los músculos y volúmenes pulmonares¹³. Además, en la obesidad el diafragma está desplazado hacia la cavidad torácica debido a la acumulación de grasa en el abdomen, lo que limitaría su movimiento y la cantidad de

aire que ingresa a los pulmones durante cada ventilación¹⁴.

Uno de los métodos más ampliamente utilizados en la evaluación pulmonar es la espirometría¹⁵. No obstante, a pesar de su conocida utilidad en el estudio y análisis de la función respiratoria, la espirometría no suele ser un método disponible para la mayoría de los centros de atención médica. De manera alternativa y/o complementaria, se ha propuesto la medición del tiempo de apnea voluntaria como un parámetro que permita tener un rápido, económico, sencillo y reproducible método de evaluación inicial de la función respiratoria¹⁵.

El tiempo de apnea voluntaria (TAV) es el lapso que una persona contiene su respiración a voluntad¹⁶. Desde un punto de vista fisiológico, el final de la contención de la respiración es debido a cambios en la presión parcial de los gases y pH sanguíneos, lo que resulta en un estímulo que impulsa al individuo a concluir con la apnea y volver a ventilar¹⁵. En pacientes con cuadro agudo de asma, la medición del TAV presentó una correlación con el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1) y con el índice de Fischl, que es empleado para la evaluación de la severidad de las crisis asmáticas¹⁶. En el estudio de Carrillo *et al.*,¹⁷ se determinó que el TAV fue menor en personas con enfermedad pulmonar, comparado con los participantes sanos, proponiendo que el TAV puede ser considerado como un indicador de la función pulmonar. En el estudio de Nevarez-Najera *et al.*,¹⁵ en el que participaron sujetos sanos, no fumadores, hombres y mujeres con una edad promedio de 35.1 y 41.6 años, respectivamente, se concluyó que la estimación del FEV1 a partir de la duración del TAV es una alternativa útil para que en el primer nivel de atención médica se identifiquen a individuos que requieran estudios de función pulmonar. El valor de FEV1 es indicador de la gravedad del patrón obstructivo pulmonar y disminuye proporcionalmente con la pérdida de volumen pulmonar¹⁸.

Los estudios sobre la medición del TAV son escasos en distintos ámbitos del contexto social, académico o laboral, por lo que resulta necesario ahondar en su conocimiento y explorar su utilidad y magnitud bajo distintas condiciones de salud y en distintas poblaciones, como la universitaria, la cual conviene caracterizar con la finalidad de contribuir a la conservación de su salud y/o detección oportuna de posible enfermedad.

El objetivo del presente estudio fue evaluar si el sobrepeso y obesidad determinados por el porcentaje de masa grasa, el índice de masa corporal y el índice cintura-cadera influyen sobre el tiempo de apnea voluntaria en universitarios.

Material y métodos

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal. Con un muestreo no probabilístico realizado entre agosto de 2018 y marzo del 2019, en el que completaron todas las mediciones 97 estudiantes del segundo año de la carrera de medicina de una Universidad Pública de México. De manera presencial, los participantes fueron invitados a participar e informados sobre el tipo y los objetivos de la investigación, solicitando su decisión de participación a través de la firma del acta de consentimiento informado. Se hizo particular énfasis que serían excluidos del estudio aquellos alumnos bajo tratamiento farmacológico, discapacidad motora, que tuvieran enfermedades respiratoria o cardiovascular diagnosticadas. Los alumnos consumidores de cigarrillos convencionales y electrónicos no fueron contemplados. Tampoco aquellos con un régimen de ejercicio físico regular.

En cada participante se midió el peso (kilogramos), talla (centímetros), presión arterial (milímetros de mercurio), el tiempo de apnea voluntaria (segundos), así como los índices de masa corporal (IMC) y de cintura-cadera (ICC). Adicionalmente, se estimó el porcentaje de masa grasa por medio de bioimpedancia.

La evaluación antropométrica fue realizada por estudiantes de medicina, previamente capacitados y bajo supervisión, de acuerdo a la metodología de la *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK). Todos los participantes fueron evaluados en un espacio físico amplio, ventilado, sin ruido.

Para la determinación de la estatura se empleó un estadímetro marca "SECA, modelo 213", con 1 mm de precisión. La postura solicitada fue talones juntos, puntas de los pies ligeramente separadas, sin zapatos, espalda, glúteos y piernas alineados, cabeza con la mirada hacia el frente, a continuación, se colocó la escala en la parte más alta de la cabeza y se hizo la lectura correspondiente.

La medición del peso corporal se obtuvo a través del uso de una balanza digital "SECA, modelo 813", con precisión de ± 100 gramos y con capacidad de 150 kilogramos. El pesaje del sujeto fue sin zapatos y ropa pesada, con los pies en el centro de la báscula, talones juntos y puntas de los pies ligeramente separadas.

Las circunferencias de la cintura y la cadera se midieron con una cinta métrica marca "Lufkin®" flexible no elástica y metálica con precisión de 0.1 cm, con anchura de 5 a 7 mm, longitud de 2 metros y graduación a partir de 2 cm del inicio. Para la medición, se indicó a los participantes mantenerse erguidos, con los dos pies juntos en una superficie plana, los brazos separados del cuerpo y el abdomen descubierto. El perímetro de cintura se obtuvo al medir la menor

circunferencia horizontal entre los rebordes costales y el borde superior de las crestas iliacas al final de una espiración normal. La circunferencia de la cadera se midió a nivel de la prominencia glútea.

Con los valores obtenidos de la estatura y peso corporal se calculó el Índice de Masa Corporal (IMC) dividiendo el peso en kilogramos por su talla en metros al cuadrado (kg/m^2). Los participantes fueron clasificados de acuerdo a los criterios de la Organización Mundial de la Salud¹⁹: a) sin obesidad (IMC: 18-25 kg/m^2), b) con sobrepeso (IMC: 25.1-29.9 kg/m^2) y c) con obesidad (IMC: ≥ 30 kg/m^2). Con los valores de las circunferencias de cintura y cadera se calculó el Índice Cintura-Cadera (ICC), el cual sirvió para determinar los niveles de grasa intraabdominal. Los participantes fueron clasificados según su ICC como sigue⁸: para mujeres > 0.85 , y para hombres > 0.95 .

El porcentaje de grasa corporal (%GC) se calculó mediante un autoanalizador de bioimpedancia eléctrica "In Body 230" (BioSpace, Corea del Sur). Todos los procedimientos se realizaron según las instrucciones del fabricante, y por el mismo evaluador en cada ocasión. Los puntos de corte utilizados fueron los utilizados por Estrada *et al.*,⁹ en población universitaria mexicana.

La medición del tiempo de apnea voluntaria (TAV) tuvo la intención de explorar y caracterizar un parámetro fisiológico de fácil adquisición y referente de la función pulmonar. Para medir el tiempo de apnea voluntaria se solicitó al participante estar de pie. Se instruyó a cada alumno realizar una inspiración profunda máxima y sostener a voluntad el aire en sus pulmones durante el mayor tiempo posible. El tiempo de apnea voluntaria se midió con la aplicación de cronómetro de un teléfono celular marca Samsung SM-G920I. La duración y medición del tiempo de apnea voluntaria se consideró desde el final de la inspiración máxima y hasta el inicio de la espiración correspondiente, teniendo como criterio la ausencia de movimiento ventilatorio¹⁶. Todos los alumnos del estudio ensayaron una inspiración profunda máxima previo a la medición del tiempo de apnea voluntaria en reposo.

Mediante los parámetros antropométricos contemplados, se determinó la distribución de la muestra en dos categorías: normal (normopeso) y elevado (sobrepeso y obesidad), para posteriormente analizar y comparar la duración del tiempo de apnea voluntaria (TAV) entre grupos (Tabla 2). La combinación de sobrepeso y obesidad como una categoría, permitió tener un espectro más amplio del efecto de los valores altos y muy altos conseguidos por medio de los parámetros antropométricos. Aunado a que existió un número reducido de participantes clasificados como obesos.

Se realizó un análisis descriptivo de todas las variables del estudio, con frecuencias y porcentajes para variables categóricas y medidas de tendencia central para variables continuas. Con las pruebas de Kolmogorov-Smirnov/Shapiro Wilks se verificó la normalidad de la distribución de los puntajes de IMC, ICC, %GC y del tiempo de apnea voluntaria (TAV). Se calculó la media como medida descriptiva y la desviación estándar para las variables de estudio. Se aplicó la prueba estadística no paramétrica de U de Mann Whitney para comparar las muestras independientes. Los puntajes de IMC, ICC, %GC fueron usados para establecer grupos y comparar entre estos los valores promedio. La asociación lineal entre los puntajes IMC, ICC, %GC con el tiempo de apnea voluntaria se realizó a través del coeficiente de correlación por rangos de Spearman. En todos los casos se consideró un nivel de significancia de $p < 0.05$. Todas las pruebas estadísticas fueron realizadas con el programa *Statistical Package for Social Science (SPSS)* versión 22.0.

Resultados

La muestra de estudio estuvo conformada por 97 sujetos, de los cuales el 57.7% ($n = 56$) fueron mujeres y el 42.2% ($n = 41$) fueron hombres. La media de edad de los participantes fue de 19.88 ± 1.14 años.

La media del porcentaje GC fue mayor en mujeres que en hombres. El IMC, el ICC y el TAV ligeramente mayor en hombres que en mujeres. En la Tabla 1 se muestran las medias de las variables antropométricas y del TAV.

El 26.8% ($n = 26$), el 43.3% ($n = 42$) y el 66% ($n = 64$) del total de la muestra presentó valores elevados en el %GC, el IMC y el ICC, respectivamente (Tabla 2).

El valor mínimo y máximo de TAV encontrado en mujeres fue 14.23 y 50.23 segundos, respectivamente. Los hombres tuvieron un valor mínimo y máximo de TAV de 18 y 57.13 segundos, respectivamente.

En la Tabla 2 se observa que la muestra de estudio se clasificó con base a los parámetros antropométricos y por sexo, con la finalidad de visualizar la duración del TAV en dos categorías del %GC, del IMC y del ICC, normal y elevado. Adicionalmente, en comparación con los sujetos normopeso, los ubicados en la categoría elevado de cada parámetro antropométrico, presentaron una disminución de la duración del TAV. La disminución del TAV fue estadísticamente significativa entre las categorías del IMC ($p = 0.013$) y del ICC ($p = 0.020$).

Mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman se analizó la asociación lineal entre el TAV y los índices de obesidad. El coeficiente de correlación de Spearman mostró una relación negativa y estadísticamente

significativa entre TAV, %GC e ICC. El puntaje entre TAV e IMC fue también negativa pero no estadísticamente significativa ($p > 0.05$). Por lo que los estudiantes con un puntaje más bajo en el TAV presentaron un puntaje más alto de %GC, IMC e ICC (Tabla 3).

Discusión

En el presente estudio se analizó si el sobrepeso y la obesidad determinados por medio del porcentaje de masa grasa, el índice de masa corporal y el índice cintura-cadera influyen sobre el tiempo de apnea voluntaria en universitarios. Los resultados muestran que, en comparación con los sujetos normopeso, existe una disminución en el tiempo de apnea voluntaria en sujetos jóvenes con sobrepeso y obesidad, particularmente, en aquellos con mayor porcentaje de masa grasa.

La investigación evidenció que los valores promedio de %GC e IMC son similares a lo reportado por Gomez Rutti *et al.*,¹⁰ quienes también evaluaron una muestra universitaria del área de la salud. Por el contrario, el valor de ICC que encontramos fue mayor al obtenido por Gomez Rutti *et al.*,¹⁰ (0.83 vs 0.91). Adicionalmente, encontramos que el valor del %GC en mujeres, es menor a lo reportado por Martínez-Ureña. Es posible que las diferencias en el valor del %GC puedan deberse al tipo de población universitaria estudiada²⁰. Respecto de la media del IMC, el valor obtenido es similar al reportado por otros investigadores, por lo que parece no existir diferencias notables en universitarios o bien en población joven^{7,11}.

Por otro lado, la media del TAV reportado en el presente estudio fue de 30.5 ± 8.37 segundos, mayor al encontrado por Sadiqa *et al.*,²¹ (25.49 ± 1.14) en una muestra de estudiantes de medicina. Gomes *et al.*,²² también reportaron un valor medio de TAV menor (24.5 ± 4.7) para una muestra conformada por hombres y mujeres con un rango de edad de 19 a 24 años. Adicionalmente, el TAV observado en el presente estudio fue inferior al reportado por Carrillo *et al.*,¹⁷ quienes determinaron una media de TAV de 40.6 segundos, en una muestra de estudio conformada por sujetos con un rango de edad entre 16 y 70 años. En otro estudio, la media del TAV fue de 42.58 ± 10.46 para hombres y de 35.29 ± 5.71 para mujeres, cuyo rango de edad fue de 18 a 22 años²³. En el presente estudio, también encontramos que el TAV fue diferente según el género (Tabla 1), esto ha sido reportado de manera previa, por lo que parece ser una observación consistente^{21,23}. No obstante, no fue posible determinar una diferencia estadísticamente significativa de la duración del TAV según el sexo. Esta observación es similar a lo reportado por Cherouveim *et al.*,²⁴ quienes reportaron similitud en los valores de TAV entre mujeres y hombres. Podemos destacar que, las diferencias encontradas en el TAV y que han sido reportadas en diferentes trabajos pueden explicarse a partir

Tabla 1. Comparación de las variables de estudio según sexo

Parámetros	Total n= 97	Mujeres n= 56	Hombres n= 41	Valor p
Edad (años)	19.88 ± 1.44	19.95 ± 1.63	19.78 ± 1.15	0.559
Estatura (metros)	1.63 ± 0.9	1.58 ± 0.061	1.71 ± 0.065	0.000
Peso (Kg)	66.22 ± 14.71	58.89 ± 11.26	76.23 ± 12.93	0.000
% Grasa Corporal	20.08 ± 7.51	20.78 ± 7.52	19.15 ± 7.49	0.298
IMC	24.5 ± 3.72	23.48 ± 3.71	25.89 ± 3.31	0.001
ICC	0.91 ± 0.06	0.90 ± 0.05	0.92 ± 0.07	0.640
TAV	30.5 ± 8.37	29.46 ± 8.19	31.91 ± 8.5	0.159

Valores numéricos: Media ± D.E.

Kg: kilogramos

%: Porcentaje

IMC: índice de masa corporal

ICC: índice cintura-cadera

TAV: Tiempo de apnea en segundos

Prueba: U de Mann-Whitney.

Tabla 2. Duración del tiempo de apnea según parámetro antropométrico y sexo

Parámetro		Total TAV (n)	Mujeres TAV (n)	Hombres TAV (n)
% Grasa Corporal	<i>Normal</i>	31.07 ± 9.00 (71)	29.59 ± 8.76 (44)	33.49 ± 9.03 (27)
	<i>Elevado</i>	28.93 ± 6.21 (26)	29.00 ± 5.96 (12)	28.87.12 ± 6.64 (14)
IMC	<i>Normal</i>	32.13 ± 8.21 (55)	31.65 ± 8.24 (37)	33.11 ± 8.28 (18)
	<i>Elevado</i>	28.36 ± 8.19 (42)*	25.21 ± 6.35 (19)*	30.97 ± 8.73 (23)
ICC	<i>Normal</i>	33.67 ± 9.36 (33)	37.00 ± 8.50 (7)	32.78 ± 9.54 (26)
	<i>Elevado</i>	28.86 ± 7.36 (64)*	28.38 ± 7.64 (49)*	30.41 ± 6.34 (15)

Valores numéricos: Media±D.E.

%: Porcentaje

IMC: índice de masa corporal

ICC: índice cintura-cadera

TAV: Tiempo de apnea voluntaria en segundos

Prueba: U de Mann-Whitney.

* Diferencia estadística entre el mismo sexo, valor p<0.05

Tabla 3. Relación de índices de obesidad y TAV

Parámetros	Rho	Valor p
% Grasa Corporal	-0.284	0.005
IMC	-0.183	0.073
ICC	-0.257	0.011

%: Porcentaje.

IMC: índice de masa corporal.

ICC: índice cintura-cadera.

Prueba: coeficiente de correlación de Spearman

Nivel de significancia p<0.05.

de la metodología empleada para la medición del TAV. Adicionalmente, la motivación, la hiperventilación previa a la medición o bien los registros repetidos del TAV son factores que pueden afectar el incremento voluntario del tiempo de apnea¹⁵. A este respecto, en sujetos jóvenes el tiempo de contención de la respiración puede variar según el esfuerzo y maniobra ventilatoria. Se ha reportado que, la duración del TAV a partir de una inspiración tranquila, máxima o posterior a hiperventilación ha sido de 33.13 ± 15.59 , 48.27 ± 16.02 y 62.20 ± 21.68 segundos, respectivamente²⁵.

La medición del TAV también se ha registrado en condiciones de compromiso ventilatorio. Carrillo *et al.*,¹⁶ reportaron en sujetos con crisis asmática un TAV de 5.8 ± 2.14 segundos. En este mismo trabajo, se observó que el valor del TAV aumentó a 10.1 ± 4.5 segundos a las 24 horas de recuperación de la crisis respiratoria.

La comparación del valor de la media del TAV de acuerdo a las categorías de los índices de obesidad que fueron contemplados, reveló una diferencia estadísticamente significativa para el total de la muestra de estudio (Tabla 2). Esta observación es similar a lo reportado por Trembach y Zabolotskikh²⁶, quienes encontraron que el TAV en hombres con un IMC alto fue menor en comparación con aquellos con un IMC normal (40.6 ± 10.5 vs 47.2 ± 8.7). En este mismo estudio, fue posible determinar una correlación negativa entre el TAV, el IMC y el índice cintura-cadera. Aunque sólo el ICC fue considerado como predictor de la duración del TAV. En el presente estudio no encontramos una relación estadísticamente significativa entre el TAV y el IMC, es posible que los valores de IMC en la muestra de estudio no sean suficientemente altos (Tabla 1), aunado a la limitación del IMC para distinguir entre adiposidad y muscularidad²⁷.

Es sabido que el exceso de adiposidad corporal, particularmente la que rodea el tórax y la que se encuentra presente en el abdomen, está asociada a defectos en el trabajo respiratorio y a alteraciones de las funciones pulmonares. La duración del TAV está altamente influenciada por la capacidad vital pulmonar²⁸. La disminución de la distensibilidad (compliance) pulmonar y el incremento de la resistencia a la distensión pulmonar son características distintivas de la mecánica pulmonar en sujetos con sobrepeso y obesidad²⁹.

Aunque no hubo un análisis sobre posibles cambios o desajustes respiratorios en nuestra muestra de estudio, la evidencia sugiere que la causa de la disminución del tiempo de apnea en sujetos con un IMC correspondiente a sobrepeso/obesidad y un porcentaje de masa grasa elevado puede deberse a que un mayor volumen abdominal impide un adecuado descenso del diafragma durante la inspiración, y la acumulación de grasa intratorácica reduce el espacio para una correcta expansión pulmonar³⁰. Las alteraciones pulmonares relativas a la obesidad suelen estar presentes ante sutiles

cambios de adiposidad corporal³¹. Los efectos deletéreos del sobrepeso y la obesidad sobre la función pulmonar suelen determinarse por medio de parámetros espirométricos, a su vez relacionados con el TAV¹⁵. Aquellos individuos que conservan su peso corporal o bien logran disminuirlo durante la etapa adulta, conservan mejor la capacidad vital forzada y el volumen espiratorio forzado al primer segundo (FVC y FEV1, respectivamente). Lo anterior, sugiere que los cambios en la función pulmonar correspondientes a la edad y obesidad podrían ser reversibles con la pérdida de peso³².

Por otro lado, la concentración sanguínea de oxígeno y dióxido de carbono tiene un efecto sobre el tiempo de apnea voluntaria. Algunas personas obesas presentan hipoventilación alveolar, que a su vez determinaría una mayor cantidad de dióxido de carbono en la sangre, una activación más rápida del impulso ventilatorio y consecuentemente un menor TAV. La condición de hipoventilación alveolar no fue evidenciada en el presente estudio, pero podría ayudar a explicar en parte, la menor duración del TAV en personas obesas²⁶.

Adicionalmente, la medición del TAV en sujetos normopeso y obesos, simultáneamente con el registro del consumo de oxígeno y de los cambios de la presión parcial de este gas en sangre arterial, ha revelado que, al cabo de 15 segundos de apnea, la presión parcial de oxígeno decrece hasta los 70 mm Hg en sujetos obesos, mientras que el mismo descenso en la presión parcial de oxígeno ocurre hasta los 30 segundos de apnea en sujetos no obesos³³.

No resultaría inapropiado considerar que el tiempo de apnea voluntaria en nuestra muestra de estudio, pueda explicarse por modificaciones en la función y/o capacidad pulmonar, que, aunque sutiles, puedan revelar limitaciones en la expansión pulmonar de individuos jóvenes con un porcentaje de masa grasa mayor al de su edad y sexo^{23,30,34}.

Finalmente, la medición del TAV en sujetos normopeso y con sobrepeso/obesidad aparentemente sanos podría ser considerado como un primer paso de exploración de la capacidad ventilatoria en el primer nivel de atención médica¹⁵. La evaluación y conocimiento de la duración del TAV podría motivar el inicio de la mejora del rendimiento físico de aquellos sujetos con factores de riesgo, con la finalidad de conseguir un mejor estado de salud general.

Los hallazgos del presente estudio presentan limitaciones derivados del tamaño de la muestra, así como del tipo de muestreo realizado y no es posible generalizar nuestras observaciones a la población de estudio. No se estudiaron parámetros espirométricos tampoco. Son escasos los antecedentes sobre el TAV en universitarios. Es posible la existencia de variabilidad en la medición del TAV, puesto que los observadores de este parámetro fueron los mismos.

No obstante, consideramos que nuestro trabajo representa un estudio que destaca un tema de interés en salud pública, tanto para la comunidad médica como universitaria de nuestro país.

Conclusiones

El TAV tiene una duración similar entre hombres y mujeres. Son necesarios más estudios para caracterizar mejor el TAV en universitarios. Sería interesante conocer si el TAV está relacionado con el nivel de actividad física y ejercicio, el hábito tabáquico o el sedentarismo. El presente estudio sugiere que un exceso de masa grasa corporal en sujetos jóvenes disminuye la capacidad de contención del aire sin algún trastorno pulmonar aparente. La medición del TAV es un método sencillo, de bajo costo y accesible para evaluar la función pulmonar, que debe estandarizarse para su mejor adquisición. Conocer la duración de la contención de la respiración podría contribuir para que el alumnado tenga motivación para cambios en su estilo de vida y conseguir una mejor capacidad cardiorrespiratoria.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses en relación con este trabajo.

Consideraciones éticas

El estudio se apejó a los principios éticos establecidos por la Ley General de Salud en materia de investigación en ciencias de la salud y fue evaluado y aprobado por el Comité de Ética e Investigación de la Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado de la Unidad Académica en la que se realizó el estudio (No. de registro 679). Aunque el presente estudio se clasifica como “sin riesgo”, tras la explicación de los objetivos y alcances del estudio los alumnos aceptaron su participación mediante consentimiento informado. Ningún estudiante recibió compensación por su participación.

Contribución de los autores

Conceptualización: C.E.C.R.; Curación de datos: C.E.C.R., L.A.L.A., B.S.D.; Análisis formal: C.E.C.R.; Adquisición de Financiamiento: C.E.C.R.; Investigación: L.A.L.A., B.S.D.; Metodología: C.E.C.R., L.A.L.A., B.S.D.; Administración de proyecto: C.E.C.R., L.A.L.A., B.S.D.; Recursos: C.E.C.R.; Software: C.E.C.R.; Supervisión: C.E.C.R., L.A.L.A., B.S.D.; Validación: C.E.C.R.; Visualización: C.E.C.R., L.A.L.A., B.S.D.; Redacción – Borrador original: C.E.C.R.; Redacción: revisión y edición: C.E.C.R., L.A.L.A., B.S.D.

Uso de inteligencia artificial (IA)

Los autores declaran que no han utilizado ninguna aplicación,

software, páginas web de inteligencia artificial generativa en la redacción del manuscrito, en el diseño de tablas y figuras, ni en el análisis e interpretación de los datos.

Financiamiento

Los autores del presente trabajo de tesis agradecen a la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por el apoyo económico brindado para la realización del presente estudio, a través del proyecto: 100496599-VIEP2018.

Referencias

1. Campos-Nonato I, Galván-Valencia Ó, Hernández-Barra L, Oviedo-Solís C, Barquera S. Prevalencia de obesidad y factores de riesgo asociados en adultos mexicanos: resultados de la Ensanut 2022. *Salud Publica Mex.* 2023 Jun 14;65:s238-s247. DOI: <https://doi.org/10.21149/14809>
2. Ryan, D., Barquera, S., Barata Cavalcanti, O., Ralston, J. The Global Pandemic of Overweight and Obesity. In: Kickbusch, I., Ganten, D., Moeti, M. (eds) *Handbook of Global Health*. Springer, Cham. 2021;739–773. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-45009-0_39
3. Mo CY, Pu JL, Zheng YF, Li YL. The relationship between cardiometabolic index and pulmonary function among U.S. adults: insights from the National Health and Nutrition Examination Survey (2007–2012). *Lipids Health Dis.* 2024;23(1):246. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12944-024-02235-5>
4. del Moral-Trinidad LE, Romo-González T, Carmona Figueroa YP, Barranca Enríquez A, Palmeros Exsome C, Campos-Uscanga Y. Potencial del índice de masa corporal como indicador de grasa corporal en jóvenes. *Enferm Clínica.* 2021;31(2):99-106. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enfcli.2020.06.080>
5. Vazquez-Marroquin G, Elguezabal-Rodelo RG, Porchia LM, Torres-Rasgado E, Pérez-Fuentes R, Gonzalez-Mejia ME. Dietary intake and anthropometric indices in Mexican medical students, stratified by family history of Type 2 Diabetes. *Rev Esp Nutr Hum Diet.* 2020;24(4):374-388. DOI: <https://doi.org/10.14306/renhyd.24.4.1090>
6. Ortiz Hernández A, Hernández-Sierra J, Pérez Aldrett F. Asociación entre la deficiencia de sueño y sobrepeso y obesidad en estudiantes de medicina de nueva generación de México: un cambio de paradigma. *Rev Espanola Nutr Comunitaria.* 2020;25(4):152-156. DOI: <https://doi.org/10.14642/RENC.2019.25.4.5298>



7. Trujillo-Rojas MA, Moreno-Ortiz JM, Arellano-Sánchez JAR de, Lora-Fierro EH, Valdez-Flores MA, Ramírez-Ramírez R. Sobrepeso y obesidad en población joven de la región Ciénega del estado de Michoacán. *Rev Médica Univ Autónoma Sinaloa REVMEUAS*. 2023;12(4):317-323. DOI: <http://dx.doi.org/10.28960/revmeduas.2007-8013.v12.n4.006>
8. Doménech-Asensi G, Martín-Pozuelo G, Ros-Berrueto G. Evaluación cuantitativa y cualitativa del desayuno en estudiantes universitarios y su relación con parámetros antropométricos. *Rev Esp Nutr Comunitaria* 2021;27(2):111-116. DOI: 10.14642/RENC.2021.27.2.5363
9. Estrada Nava EY, Veytia López M, Guadarrama Guadarrama R, Gaona Valle LS. Porcentaje de grasa corporal asociado a calidad de la dieta y consumo de alcohol en estudiantes de medicina de una universidad pública de México. *Rev Esp Nutr Comunitaria Span J Community Nutr*. 2021;27(2):120-126. DOI: <https://doi:10.14642/RENC.2021.27.2.5364>
10. Gomez Rutti YY, León David R, Yllesca Ramos AG, Rosas Choo CB, Antón Huiman JC, Vidal Humán FG. Salud mental e indicadores antropométricos en universitarios de ciencias de la salud, Lima-Perú. *Nutr Clínica Dietética Hosp*. 2023;43(4):189-196. DOI: <https://doi.org/10.12873/434gomez>
11. Aparicio-Martínez S, Veytia-López M, Pérez-Gallardo L, Guadarrama-Guadarrama R, Gaona-Valle LS. Marcadores de obesidad y perfil calórico de la dieta en estudiantes de medicina de una universidad pública de México: diferencias por sexo. *Rev Biomed*. 2021;32(1):23-34. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?I-DARTICULO=98125>
12. Quiliche Castañeda RB, Turpo-Chaparro J, Torres JH, Saintila J, Ruiz Mamani PG. Overweight and Obesity, Body Fat, Waist Circumference, and Anemia in Peruvian University Students: A Cross-Sectional Study. *J Nutr Metab*. 2021;5049037: 9. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/5049037>
13. Svartengren M, Cai GH, Malinovsky A, Theorell-Haglöw J, Janson C, Elmståhl S, et al. The impact of body mass index, central obesity and physical activity on lung function: results of the EpiHealth study. *ERJ Open Res*. 2020;6: 00214-2020. DOI: <https://doi.org/10.1183/23120541.00214-2020>
14. Salvi D, Moradia D. Effect of obesity on lung function test among adults. *Int J Adv Med*. 2020;7(12):1795-1799. DOI: <https://doi.org/10.18203/2349-3933.ijam20204965>
15. Nevarez-Najera A, Hernández-Campos S, Rodríguez-Morán M, Guerrero-Romero F. Estimación del volumen espiratorio forzado en un segundo a partir del tiempo de apnea voluntaria en sujetos sanos. *Arch Bronconeumol*. 2000; 36(4):197-200. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0300-2896\(15\)30181-2](https://doi.org/10.1016/S0300-2896(15)30181-2)
16. Carrillo Rodríguez JG, Mejía Ávila M, Suárez Landa T, Robledo Pascual CJ, Sánchez Guzmán M, Estrada Garrido A. Comparación del tiempo de apnea voluntaria con el índice de Fischl para evaluar severidad y evolución clínica de la crisis de asma. *Rev Inst Nac Enf Respir Mex*. 2003;16(1):11-16. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/iner/in-2003/in031c.pdf>
17. Carrillo Rodríguez JG, Sansores Martínez R, Salas Hernández J, Ramírez Venegas A, Chapela Mendoza R, Villalba Caloca J. Medición del tiempo en apnea voluntaria en una población de sujetos sanos mexicanos. *Rev Inst Nac Enfermedades Respir*. 1994;7(4): 290-294. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-147743>
18. Agustí A, Celli BR, Criner GJ, Halpin D, Anzueto A, Barnes P, et al. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease 2023 Report: GOLD Executive Summary. *Am J Respir Crit Care Med*. 2023; 207(7):819-837. DOI: <https://doi.org/10.1164/rccm.202301-0106PP>
19. Organización Mundial de la Salud. OMS: Obesidad y sobrepeso [Internet]. 2024 [Consultado 15 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
20. Martínez-Ureña LA, Galván M, Ramírez-Ramírez C, López-Rodríguez G, Hernández-Cabrera J, Bezares-Sarmiento VDR. Valor diagnóstico del índice de masa corporal en comparación con impedancia bioeléctrica para identificar sobrepeso u obesidad en jóvenes adultos mexicanos. *Nutr Clínica Dietética Hosp*. 2024; 44(2):13-21. DOI: <https://doi.org/10.12873/442galvan>
21. Sadiqa A, Khalid A, Islam A. Physiological association of the breakpoint with the duration of hyperventilation. *Saudi Med J*. 2023 ;44(10):995-999. DOI: <https://doi.org/10.15537/smj.2023.44.10.20230358>
22. Gomes S, Maghade S, Katke S, Prabhakar R. Immediate effect of diaphragmatic strengthening in breath holding test on obese class I students. *Int J Yoga Physiother Phys Educ*. 2021;6(4):25-28. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/353307445_Immediate_effect_of_diaphragmatic_strengthening_in_breath_holding_test_on_obese_class_I_students
23. Dattatray S, Bansode V. A comparative study of influence of body mass index on breath holding time in young adults. *GJRA*. 2016;V(12):71-72. Disponible en: <https://www>

worldwidejournals.com/global-journal-for-research-analysis-GJRA/recent_issues_pdf/2016/December/December_2016_1481358049_25.pdf

24. Cherouveim ED, Botonis PG, Koskolou MD, Geladas ND. Effect of gender on maximal breath-hold time. *Eur J Appl Physiol.* 2013;113(5): 1321-30. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2552-0>

25. Bagavad GM, Roopa S, Subhashini AS, Sulthan K. Effect of physical training on breath holding time in Indian subjects. *Indian J Physiol Pharmacol.* 2014;58:108-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25464688/>

26. Trembach NV, Zabolotskikh IB. Voluntary breath-holding duration in healthy subjects with obesity: Role of peripheral chemosensitivity to carbon dioxide. *Respir Physiol Neurobiol.* 2018;249: 7-10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resp.2017.12.006>

27. Wu Y, Li D, Vermund SH. Advantages and Limitations of the Body Mass Index (BMI) to Assess Adult Obesity. *Int J Environ Res Public Health.* 2024;21(6): 757. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph21060757>

28. Alqarni AA, Aldhahir AM, Alqahtani JS, Siraj RA, Aldhahri JH, Madkhli SA, et al. Spirometry profiles of overweight and obese individuals with unexplained dyspnea in Saudi Arabia. *Heliyon.* 2024;10(3): e24935. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24935>

29. Shah NM, Kaltsakas G. Respiratory complications of obesity: from early changes to respiratory failure. *Breathe.* 2023;19(1): 220263. DOI: <https://doi.org/10.1183/20734735.0263-2022>

30. Lo Mauro A, Tringali G, Codecasa F, Abbruzzese L, Sartorio A, Aliverti A. Pulmonary and chest wall function in obese adults. *Sci Rep.* 2023;13(1): 17753. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-44222-3>

31. Hsu YE, Chen SC, Geng JH, Wu DW, Wu PY, Huang JC. Obesity-Related Indices Are Associated with Longitudinal Changes in Lung Function: A Large Taiwanese Population Follow-Up Study. *Nutrients.* 2021;13(11):4055. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu13114055>

32. Peralta GP, Marcon A, Carsin AE, Abramson MJ, Accordini S, Amaral AF, et al. Body mass index and weight change are associated with adult lung function trajectories: the prospective ECRHS study. *Thorax.* 2020;75(4):313-320. DOI: <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2019-213880>

33. Hurewitz AN, Sampson MG. Voluntary breath holding in the obese. *J Appl Physiol.* 1987 ;62(6):2371-2376. DOI:

<https://doi.org/10.1152/jappl.1987.62.6.2371>

34. Rouatbi S, Ghannouchi I, Kammoun R, Ben Saad H. The Ventilatory and Diffusion Dysfunctions in Obese Patients with and without Obstructive Sleep Apnea-Hypopnea Syndrome. *J Obes.* 2020; 8075482: 6. DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/8075482>

