

Análisis de la curva ROC en la evaluación de indicadores antropométricos

Analysis of the ROC curve in the evaluation of anthropometric indicators

Bauce, Gerardo; Moya-Sifontes, Mary



 Gerardo Bauce

gbauce@hotmail.com

Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Medicina. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela

 Mary Moya-Sifontes

zulaymoyadesifontes@gmail.com

Dirección del Postgrado de Planificación Alimentaria y Nutricional. Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Medicina. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela

Revista Digital de Postgrado

Universidad Central de Venezuela, Venezuela

ISSN-e: 2244-761X

Periodicidad: Semestral

vol. 11, núm. 1, e333, 2022

revistadpmeducv@gmail.com

Recepción: 22 Abril 2021

Aprobación: 19 Julio 2021

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/101/1012349005/index.html>

DOI: <https://doi.org/10.37910/RDP.2022.11.1.e333>

©Los autores, 2022



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 3.0 Internacional.

Cómo citar: Bauce G, Moya-Sifontes M. Análisis de la curva ROC en la evaluación de indicadores antropométricos. Rev Digit Postgrado. 2022; 11(1): e333. doi: 10.37910/RDP.2022.11.1.e333

Resumen: Evaluación del Índice Peso-Circunferencia de Cintura (IPCC) mediante Regresión Logística. Estudio descriptivo, prospectivo y transversal, muestra 1095 adultos y adultos mayores, edad entre 20 y 96 años. Métodos: variables: edad, peso, talla, Circunferencia de Cintura (CC), IMC, Índice Cintura-Talla (ICT). Resultados: IMC similar en los dos sexos; promedios de CC e ICT mayor en grupo ≥ 65 años; IPCC mayor en grupo 20-59 años; porcentaje de riesgo del IPCC (54,1%) mayor en CC (44,7%) menor en ICT (78,2%). IPCC significativamente asociado al IMC, CC e ICT ($p < 0,000$); valor predictivo positivo 0,92 y valor predictivo negativo 0,70, indican capacidad discriminativa; Riesgo Relativo, 1,92; el estadístico de prueba Wald indica significancia estadística para los coeficientes de ecuaciones de probabilidad de riesgo; área bajo la curva ROC es 0,803 y 0,903 ($P < 0,000$), alta sensibilidad y especificidad. Conclusión: el IPCC puede considerarse para evaluar sobrepeso y obesidad en adultos, dada su alta capacidad discriminativa.

Palabras clave: Índice Peso-Circunferencia de Cintura, Adultos, Riesgo Relativo, Capacidad discriminativa, Sensibilidad, Especificidad, Curva ROC.

Abstract: Evaluation of the Waist Weight-Circumference Index (WWCI) using Logistic Regression. Descriptive, prospective and cross-sectional study shows 1095 adults and older adults, aged between 20 and 96 years. Methods: variables: age, weight, size, Waist Circumference (WC), BMI, Waist-Size Index (WSI). Results: Similar BMI in both sexes; higher WC and WSI averages in a \geq age of 65; major WWCI in group 20-59 years; WWCI risk rate (54.1%) higher in WC (44.7%) WSI (78.2%). WWCI significantly associated with BMI, WC and WSI ($p < 0.000$); positive predictive value 0.92 and negative predictive value 0.70, indicate discriminatory capacity; Relative Risk, 1.92; Wald test statistic indicates statistical significance for the coefficients of risk probability equations; area under the ROC curve is 0.803 and 0.903 ($P < 0.000$), high sensitivity and specificity. Conclusion: WWCI can be considered to evaluate overweight and obesity in adults, given its high discriminatory capacity.

Keywords: Weight-Circumference Waist Index, Adults, Relative Risk, Discriminatory capacity, Sensibility, Specificity.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con cifras publicadas por la Organización Mundial de la Salud, para el año 2016 más de 1900 millones de adultos mayores de 18 años presentaban sobrepeso, que incluyen más de 650 millones de obesos; además un 39% de ellos corresponden al sexo masculino y 40% corresponden al sexo femenino. En términos generales para ese mismo año, aproximadamente un 13% de la población mundial eran obesos, y de ellos 11% son hombres y 15% mujeres⁽¹⁾. Además tanto el sobrepeso como la obesidad están asociados con enfermedades crónicas no transmisibles, las cuales pueden afectar en mayor medida a este grupo poblacional, considerado vulnerable.

Para diagnosticar y clasificar la obesidad, la Organización Mundial de la Salud (OMS)⁽¹⁾, la International Obesity Task Force (IOTF)⁽²⁾ y las sociedades científicas, aconsejan el empleo de datos antropométricos, tales como peso, edad, talla y circunferencia corporal, y mencionan que el indicador más utilizado en la población para la valoración de adiposidad es la relación entre el peso en kilogramos y la talla en metros al cuadrado, conocido como Índice de Masa Corporal (IMC) o índice de Quetelet (Henufood)⁽³⁾. Cifras referidas por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), Venezuela, reportan que el sobrepeso afecta a más de la mitad de la población de todos los países de la región; mientras que la obesidad afecta a 140 millones de personas, el 23% de la población regional y las mayores prevalencias se pueden observar todas en países del Caribe, afectando en un 10% más a las mujeres OPS⁽⁴⁾. Al analizar la situación nutricional de la población venezolana evaluada de 7 a 40 años se obtuvo que un 38,06% presentó malnutrición por exceso, en donde el 21,31% estuvo representado por sobrepeso y 16,76% por obesidad, respectivamente, siendo el grupo de edad de 35-40 años el más afectado y en donde el género masculino presentó mayores porcentajes INN⁽⁵⁾. Una investigación realizada por el Centro Integral de tratamiento para la Obesidad (CitoGroupVe)⁽⁶⁾, revela que entre 2010 y 2017 se ha reducido la tasa de sobrepeso y obesidad, pasando el sobrepeso de 30% a 25% y la obesidad de 24% a 11% y obesidad mórbida de 1,74% a 0,6% . En este trabajo, se considera el Índice Peso-Circunferencia de Cintura (IPCC), el cual se obtiene como una relación entre el peso y la circunferencia de cintura, como un nuevo indicador para evaluar sobrepeso y obesidad en adultos, es posible que este pueda ser de utilidad al ser considerado como un complemento del Índice de Masa Corporal (IMC), en la evaluación de exceso de peso; por tal motivo resulta de utilidad evaluar este indicador en cuanto a su discriminación al identificar aquellas personas adultas que tengan sobrepeso u obesidad, y así contribuir a realizar una evaluación más completa de dichas personas. El Índice Peso-Circunferencia de Cintura, se utilizó en una muestra que la integraron 137 pacientes, con diagnóstico de hígado graso no alcohólico (Meneses)⁽⁷⁾ e incluidos en un artículo publicado por Bauce et al⁽⁸⁾ y luego en otra muestra conformada por 559 adultos mayores⁽⁹⁾; el mismo consiste en dividir el peso entre la circunferencia de cintura, y se asume el peso como una medida de volumen y la circunferencia de cintura como una medida indirecta de grasa abdominal.

Por esta razón, parece viable hacer un análisis, mediante el uso de la curva Receiver Operating Characteristic (ROC), la cual permite establecer la sensibilidad y la especificidad, además del área bajo la curva; la validez del modelo en cuanto a la ecuación para calcular la probabilidad de riesgo, y se complementa con la obtención del valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo, para establecer el poder discriminante de este estimador.

Ahora bien para el análisis de esta curva, previamente es necesario aclarar lo concerniente al modelo de regresión logística binaria, el cual es muy útil para abordar este tipo de cuestiones, como lo es el riesgo de sobrepeso u obesidad, bajo la condición de que se haya tenido en cuenta al realizar el estudio todas las variables importantes para explicar la variable respuesta, y que se seleccione una muestra suficientemente numerosa y bien distribuida (Barón-López)⁽¹⁰⁾.

MÉTODOS

Para el análisis de la curva ROC del Índice Peso-Circunferencia de Cintura (IPCC), se utilizó una muestra conformada por 1095 adultos y adultos mayores, divididos en dos grupos, 463 adultos de 20–59 años y 632 adultos mayores ≥ 60 años; 418 (38,2%) del sexo masculino y 677 (61,8%) del sexo femenino.

El Índice Peso-Circunferencia de Cintura (IPCC), utilizado por Bauce, y se calculó mediante la fórmula siguiente^(8,11,12):

Se asume el IPCC como la prueba para evaluar el riesgo, en las personas que tienen sobrepeso u obesidad, cuando han sido diagnosticadas mediante el IMC, según se consideren con sobrepeso u obesidad; de allí que es necesaria la evaluación de este indicador, mediante la Regresión Logística.

Para la obtención del Índice de Masa Corporal (IMC), se utilizó la fórmula de Quetelet⁽¹³⁾:

Para el Porcentaje de Grasa Corporal, se aplicó la fórmula de Deurenberg (1991) para adultos⁽¹⁴⁾:

Fórmula de Deurenberg: $\%GC = 1,2 \times IMC + 0,23 \times Edad - 10,8 \times Sexo - 5,4$

Para el sexo se tiene: Masculino = 1 y Femenino = 0

Se tiene en cuenta que el modelo de Regresión Logística de variable dependiente cualitativa, trata de explicar y predecir una característica cualitativa a partir de los datos de otras variables conocidas, sean estas cuantitativas o cualitativas, las cuales actúan como variables explicativas⁽¹⁵⁾.

Primero se deben calcular los Odds Ratio, los cuales se interpretan en términos de razón⁽¹⁶⁾, y representan la probabilidad de que ocurra un evento dividido por la probabilidad de que no suceda⁽¹⁷⁾, y el Riesgo Relativo (RR), el cual se obtiene como el cociente entre los dos Odds Ratio, e indica cuanto más probable es la ocurrencia de un suceso con respecto al otro⁽¹⁸⁾.

Otro aspecto que permite la evaluación del modelo de Regresión Logística, lo constituye la Sensibilidad y la Especificidad, las cuales expresan la exactitud diagnóstica de una prueba, dado que la primera representa la probabilidad de clasificar correctamente a un individuo cuyo estado real sea el definido como positivo respecto a la condición que estudia la prueba, en vista de lo cual se denomina también como fracción de verdaderos positivos (FVP); mientras que la especificidad representa la probabilidad de clasificar correctamente a un individuo cuyo estado real sea definido como negativo respecto a la condición que estudia la prueba, y se denomina fracción de verdaderos negativos (FVN)⁽¹⁹⁾.

Para una primera curva ROC, se consideró como variable independiente numérica el peso, variable independiente categórica el IMC; y para una segunda curva ROC, variable independiente numérica la talla y variable independiente categórica IMC.

Se incluyen las variables edad, peso, índice de masa corporal, circunferencia de cintura (CC), el índice cintura-talla (ICT), Porcentaje de Grasa Corporal (PGC); y se determinaron medidas descriptivas, de correlación y se calcularon las curvas ROC combinando IPCC Peso e IMC, IPCC Peso y CC; IPCC con Peso e ICT; IPCC con Edad e IMC; IPCC con Edad y CC; IPCC con Edad e ICT; IPCC con Talla e IMC; IPCC con Talla y CC; IPCC con Talla y ICT, con las pruebas de hipótesis mediante los estadísticos Wald y R. Se determinaron medidas como los Odds Ratio, Riesgo Relativo (RR), Sensibilidad y Especificidad. Como se incluyen los indicadores CC, ICT, IPCC y PGC se asumió como criterios para su clasificación los siguientes:

Para la CC hombres un valor de la $CC \leq 102$ cm (No Riesgo); $CC > 102$ cm (Riesgo). Para mujeres, un valor de la $CC \leq 88$ cm (No Riesgo); $CC > 88$ (Riesgo)⁽²⁰⁾. Para el ICT un valor del $ICT < 0,53$ (No Riesgo) e $ICT \geq 0,53$ (Riesgo) en los hombres, y un valor del $ICT < 0,48$ (No Riesgo) e $ICT \geq 0,49$ (Riesgo) en las mujeres⁽²¹⁾. El criterio para clasificar con Riesgo y No riesgo, según el IPCC, teniendo en cuenta que la media, mediana y modo son 0,76, 0,75 y 0,75 respectivamente, se eligió el promedio de estas tres medidas, el cual es de 0,75, de tal manera que para un $IPCC < 0,75$ corresponde a No riesgo y un $IPCC \geq 0,75$ corresponde a Riesgo.

Para la obtención de los Odds, los Odds Ratio (OR), Riesgo Relativo, Sensibilidad y Especificidad, se organizan los datos en una tabla de contingencia⁽²²⁾, en la cual se asume como referencia el IMC y como

prueba aplicada el IPCC, ambos con dos categorías Riesgo y No riesgo. Para ello se combinan los dos indicadores en una tabla de contingencia 2x2, representando en las columnas el IMC, por ser el que se utiliza como referencia para la clasificación en Peso normal y Exceso, y en las filas el IPCC, el cual es el indicador que se quiere comprobar si se comporta de acuerdo a lo que se desea averiguar en cuanto a clasificar con riesgo o no riesgo a los adultos y adultos mayores, identificándose como Prueba positiva (Riesgo) y Prueba negativa (No riesgo). Se tiene que la sensibilidad y especificidad, se obtienen a partir de la siguiente relación:

$$\text{Sensibilidad} = \text{VP}/(\text{VP}+\text{FN}) = \text{FEP (Fracción de Verdaderos Positivos)}$$

$$= \text{VN}/(\text{VN}+\text{FP}) = \text{FVN (Fracción de Verdaderos Negativos)}$$

$$\text{Especificidad} = 1 - \text{FFP (Fracción de Falsos Positivos)}$$

Los Odds corresponde a la razón entre la probabilidad de que un evento ocurra y la probabilidad de que no ocurra; y los Odds Ratio (OR) es la división entre dos Odds⁽²³⁾; el Riesgo Relativo (RR) es la razón entre dos proporciones o tasas, si es igual a 1 la tasa o riesgo relativo en los dos grupos que se comparan es exactamente igual⁽²⁴⁾. La sensibilidad se refiere al porcentaje de personas con la patología (o el evento) que tiene resultados positivos en la prueba; la especificidad se refiere al porcentaje de personas sin la patología (o el evento) que tiene resultados negativos en la prueba. Este procedimiento, conlleva a determinar medidas de precisión como estimadores (media y desviación), las cuales permiten elaborar intervalos de confianza para los verdaderos valores de sensibilidad y especificidad. Se aplican pruebas de diferencias de medias, Chi cuadrado y se obtienen correlaciones.

Se utilizó el software Epidat.2 el cual contiene un módulo que permite calcular la Regresión logística, y a partir de los resultados aportados por dicho módulo, se procedió al análisis de los mismos.

RESULTADOS

En la tabla 1, se puede visualizar los promedios y desviación de cada una de las variables, y se observa que el IMC es similar en los dos grupos etáreos, llama la atención que el promedio de la CC y el promedio del ICT resultan mayores en el grupo de 60 o más años; en tanto que IPCC es mayor en el grupo etáreo de 20-59 años, con un rango de 0,48, el cual es menor al rango del grupo etáreo de 60 o más años que es de 0,71.

TABLA 1
Estadísticas descriptivas de las variables e índices antropométricos.
Adultos y adultos mayores, por grupo de edad y sexo

Variable	20-59 años		≥ 60 años		20-59 años		≥ 60 años	
	Media ± DE		Media ± DE		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Edad	36,64±13,17		71,33±8,01		20,00	60,00	59,00	96,00
Peso	71,78±16,78		67,45±13,70		38,80	33,50	132,60	132,00
Talla	161,82± 8,62		157,62± 9,13		146,00	137,00	190,00	198,00
IMC	27,49± 6,64		27,10±4,75		16,79	14,50	56,64	45,31
CC	87,34±16,56		93,86±11,95		58,30	52,00	138,40	153,00
ICT	0,54±0,11		0,60±0,08		0,36	0,35	0,88	0,87
IPCC	0,82±0,09		0,72±0,10		0,59	0,44	1,07	1,15
PGC	30,19±9,73		40,04±7,76		11,81	21,08	70,39	63,24
Promedios y desviación, por sexo, de los indicadores antropométricos								
Sexo	Peso	Talla	IMC	CC	ICT	PGC	IPCC	
M (n=418)	74,3±15,3	163,3±15,3	27,9±9,4	94,1±5,7	0,58±0,1	29,7±7,7	0,79±0,1	
F (n=677)	66,2±14,3	157,0±8,1	26,9±5,5	89,3±14,9	0,57±0,1	39,7±9,2	0,74±0,1	
T (n=1095)	69,3±15,2	159,4±9,1	27,3±5,6	91,1±14,4	0,57±0,1	35,9±9,9	0,76±0,1	

Se comparan los promedios del IPCC por sexo, grupo de edad, según la clasificación de los indicadores IMC, CC e ICT en riesgo y no riesgo, todas las diferencias resultaron estadísticamente significativas ($P < 0,000$) (Tabla 1).

Con respecto a las correlaciones, se tiene que la edad correlaciona moderadamente con el ICT (0,44) y el PGC (0,57); el peso correlaciona moderadamente con el ICT (0,59) y con el IPCC (0,65), y correlaciona altamente con la CC (0,77) y el IMC (0,85); la talla correlaciona moderadamente con el IPCC (0,60); el IMC correlaciona altamente con la CC (0,81) y el ICT (0,81); la CC muy alta con el ICT (0,94) y moderadamente con el PGC (0,62); el ICT altamente con el PGC (0,75); y el IPCC moderadamente con el peso (0,65) y la talla (0,60).

Se clasifica cada uno de los indicadores CC, ICT e IPCC, en riesgo y no riesgo, y se comparan con el IMC, según las categorías de este, de acuerdo con su valor, y se tiene que difieren en cuanto al porcentaje de adultos con Riesgo, clasificados con Peso normal, ya que resulta más bajo el porcentaje en la CC con 8,6%, y más alto en el IPCC que en el ICT (29,7% vs. 23,5%); con sobrepeso los porcentajes de adultos con Riesgo, del ICT e IPCC son similares (41,1% y 43,4%) y es menor el porcentaje del IPCC (34,7%); con obesidad los porcentajes de adultos con Riesgo del ICT e IPCC son similares (21,8% y 21,9%) y mayor en la CC (32,3%) y obesidad mórbida similares el porcentaje es más bajo en el ICT (3,82%), seguido del porcentaje en el IPCC (5,52%) y menor en la CC (3,82%) (Tabla 2).

TABLA 2
 Clasificación en No riesgo y Riesgo de los indicadores CC, ICT e IPCC, según clasificación del IMC

IMC (kg/m ²)		Riesgo relativo a partir del CC				Significancia
Categoría	Valor	Hombres		Mujeres		
		CC < 102 cm	CC < 88 cm	Hombres CC ≥ 102cm	Mujeres CC > 88cm	
		n	%	n	%	P valor
Peso normal	18,5 - 24,9	348	58,7	41	8,6	0,000
	25,0 - 29,9	210	35,4	197	41,1	
Sobrepeso	30,0 - 34,9	28	4,7	155	32,3	0,000
	35,0 - 39,9	7	1,2	54	11,3	
Obesidad mórbida	≥ 40,0	0	0	32	6,7	0,000
Total		593	55,32	479	44,68	
IMC (kg/m ²)		Riesgo relativo a partir del ICT				Significancia
Categoría	Valor	Hombres		Mujeres		
		ICT < 0,53	ICT < 48	Hombres ICT ≥ 0,53	Mujeres ICT > 48	
		n	%	n	%	P valor
Peso normal	18,5 - 24,9	192	82,05	197	23,51	0,000
	25,0 - 29,9	42	17,95	365	43,56	
Sobrepeso	30,0 - 34,9	0	0	183	21,84	0,000
	35,0 - 39,9	0	0	61	7,28	
Obesidad mórbida	≥ 40,0	0	0	32	3,82	0,000
Total		234	21,83	838	78,17	
IMC (kg/m ²)		Riesgo relativo a partir del IPCC				Significancia
Categoría	Valor	No riesgo		Riesgo		
		n	%	n	%	
Peso normal	18,5 - 24,9	217	44,11	172	29,66	0,000
	25,0 - 29,9	206	41,87	201	34,66	
Sobrepeso	30,0 - 34,9	56	11,38	127	21,90	0,000
	35,0 - 39,9	13	2,64	48	8,28	
Obesidad mórbida	≥ 40,0	0	0	32	5,52	0,000
Total		492	45,90	580	54,10	

Hay 23 adultos clasificados con Déficit o Bajo peso

Por otra parte, se puede observar que difieren en cuanto a la clasificación de los adultos en no riesgo y riesgo, ya que en no riesgo los porcentajes son 55,3%; 21,8% y 45,9% para la CC, ICT e IPCC, respectivamente; y para la clasificación en riesgo los porcentajes son 44,7%; 78,2% y 54,1% para la CC, ICT e IPCC, respectivamente (Tabla 2). Ello podría explicarse por el hecho que el IPCC correlaciona muy bajo con dichas medidas.

En principio se tiene la comparación del IPCC con la clasificación del IMC en riesgo y no riesgo, mediante un diagrama de cajas, el cual evidencia una posible diferencia entre estos dos grupos (Figura 1).

Figura 1-A. Comparación del IMC con el IPCC, por grupo etáreo, según riesgo. Sexo masculino

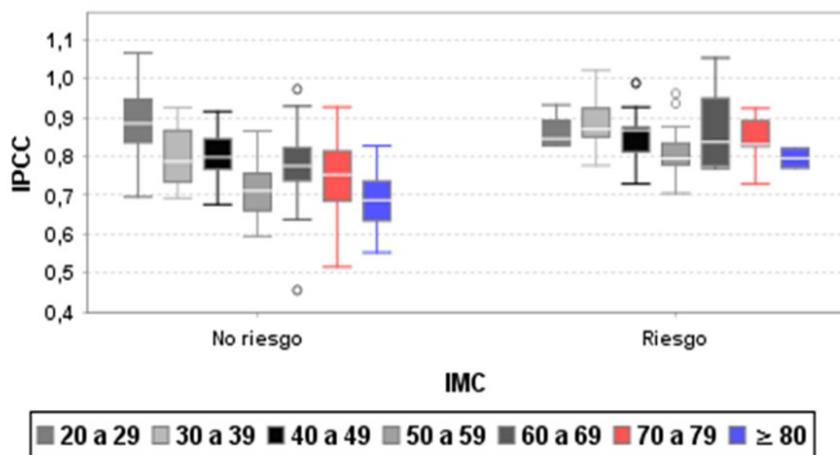


Figura 1-B. Comparación del IMC con el IPCC, por grupo etáreo, según riesgo. Sexo Femenino

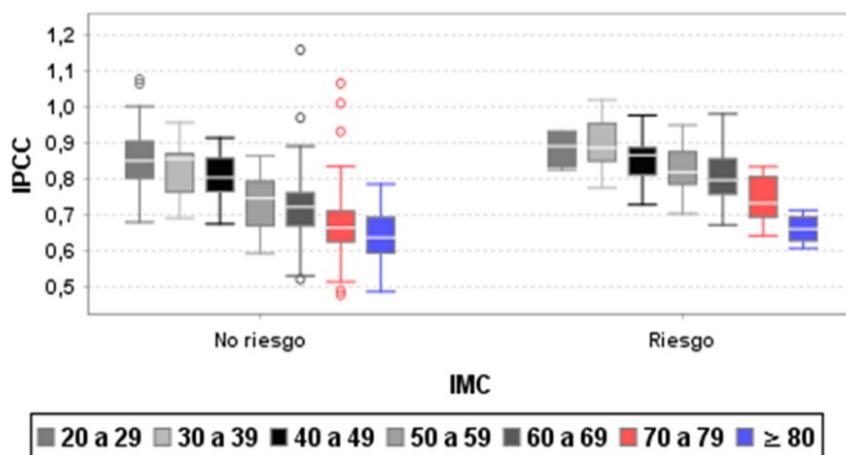


FIGURA 1

Diagrama de caja que muestra la comparación del IPCC, según clasificación en riesgo y no riesgo del IMC, por grupo de edad y sexo. Adultos y adultos mayores

Como se evalúa el IPCC, se relacionó este con el IMC, considerado como patrón de referencia y se tiene la Figura 1, donde se evidencia que la clasificación de los adultos en no riesgo y riesgo, según el IMC, pareciera ser diferenciada en relación a los valores del IPCC; luego se comparan los promedios del IPCC, según los grupos Riesgo y no riesgo, mediante una prueba de diferencia de medias independientes, según el IMC, y la diferencia resulta ser estadísticamente significativa ($p < 0,000$) y un intervalo del 95% igual a (-0,088; -0,058).

Para la evaluación del Índice Peso-Circunferencia de Cintura (IPCC), inicialmente se procedió a clasificarlo y relacionarlo con la clasificación del IMC, y se determinaron los Odds ratio, el riesgo relativo (RR), la sensibilidad y la especificidad, con el fin de verificar la exactitud del IPCC como prueba diagnóstica para riesgo (sobrepeso u obesidad) en los adultos (Tabla 3).

TABLA 3
Clasificación del Índice Peso-Circunferencia de Cintura (IPCC), según clasificación del IMC

IPCC	Masculino		Femenino				Total					
	Riesgo		No riesgo		Riesgo		No riesgo		Riesgo		No riesgo	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Riesgo	26	34,7	54	15,7	22	24,2	69	17,8	48	28,9	123	13,2
No riesgo	49	65,3	289	84,3	69	75,8	517	88,2	118	71,1	806	86,8
Total	75	17,9	343	82,1	91	13,4	586	86,6	166	15,2	929	84,8
Medida de asociación del IPCC												
Indicadores			c2		p		Sensibilidad		Especificidad			
IPCC con ...)	(Asociado	IMC	402,65		0,0000		92,11		70,46			
		CC	6,57		0,02		62,50		48,22			
		ICT	10,88		0,01		46,25		92,93			

Previamente se calculó la Chi cuadrado para verificar si el IPCC es independiente del IMC, y se obtuvo que $\chi^2 = 402,6$, el cual indica que el IPCC no es independiente del IMC ($p < 0,000$); es decir, que el IPCC está asociado significativamente con el IMC; se procedió de igual forma para la CC y el ICT, con resultado estadísticamente significativo; además se obtuvo la sensibilidad y la especificidad (Tabla 3).

El valor Predictivo positivo es $VP+ = 0,921$ y el valor predictivo negativo es $VP- = 0,704$ estos valores representan que 92,1% de los adultos clasificados con riesgo por el IPCC, realmente tienen riesgo, según el IMC; y 70,4% de los adultos clasificados con no riesgo por el IPCC, realmente son clasificados con no riesgo por el IMC. El riesgo relativo es igual a

$$RR = \frac{385/585}{200/585} = 1,92 \quad [1]$$

Este valor significa que aproximadamente 2 adultos tendrían riesgo, según el IPCC, por cada uno que no tenga riesgo. El cociente de verosimilitudes, mediante el estadístico R, resulta ser estadísticamente significativo ($p < 0,000$).

Los coeficientes de cada variable son los siguientes: para el peso 0,107; para el IMC -1,383 y el término constante es -9,427. Según los resultados obtenidos, el estadístico de prueba Wald, para cada uno de los términos de la ecuación del modelo, indica que estos son estadísticamente diferentes de cero, ya que el p-valor es 0,000 en cada uno de estos coeficientes. Por lo tanto, ambas variables son importantes para explicar el modelo, mediante el cálculo de la probabilidad de riesgo a partir de la siguiente ecuación.

$$P(X = 1 = \text{Riesgo}) = \frac{1}{1 + \text{Exp}(9,427 - 0,107\text{Peso} + 1,383\text{IMC})} \quad [2]$$

Los Odds Ratio (OR) de cada una de las variables, con sus respectivos intervalos del 95% de confianza son los siguientes: para el peso el OR es 1,113 y para el IMC es 0,251. Se puede observar que para el peso el

OR significa que mide el cambio al aumentar una unidad de peso, suponiendo estables o constantes las otras variables; en otras palabras hay un adulto más en riesgo si se utiliza el IPCC para clasificar o evaluar a estos pacientes, que adultos en no riesgo.

En tanto que el OR del IMC es 0,25, el cual significa que mide el cambio al aumentar una unidad del IMC, suponiendo estables o constantes las otras variables; esto es que hay igual número de adultos en riesgo y no riesgo, al utilizar el IPCC para clasificar o evaluar e estos adultos.

Se tiene la figura 2-A, correspondiente a la curva Receiver Operating Characteristic Curve (ROC) para el indicador Índice Peso-Circunferencia de Cintura (IPCC), considerando como variable independiente numérica el Peso y variable independiente categórica el IMC. En el mismo se puede observar que la curva se distancia de la diagonal, y conlleva a un área bajo la curva igual a 0,803, y un intervalo del 95% igual a (0,761; 0,844), el cual permite afirmar que hay una alta capacidad discriminativa del IPCC.

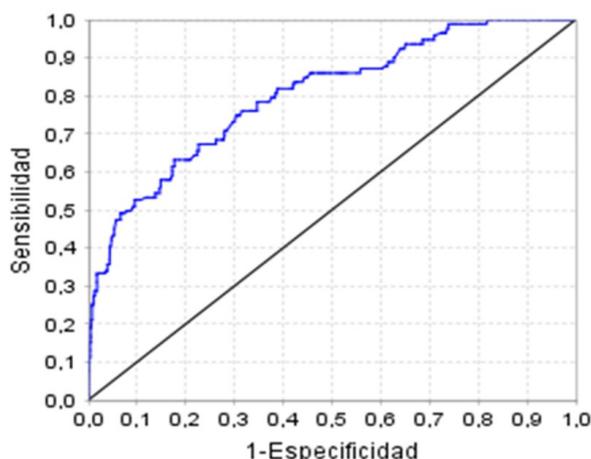


Figura 2-A. Receiver operating characteristic curve (ROC) del IPCC, Considerando variable independiente numérica el Peso y variable independiente nominal el IMC. Adultos y adultos mayores.

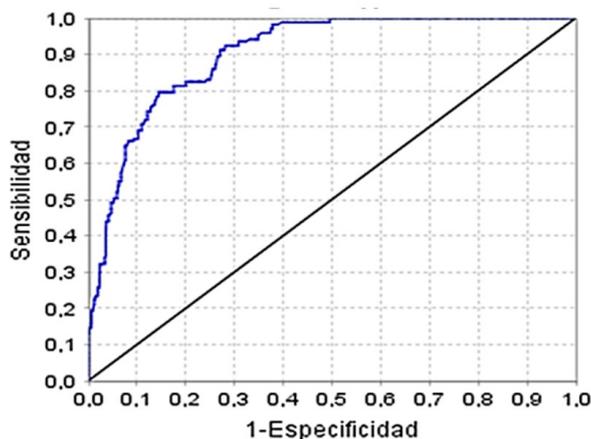


Figura 2-B. Receiver operating characteristic curve (ROC) del IPCC, considerando variable independiente numérica el Peso, y variable independiente nominal el ICT. Adultos y adultos mayores.

FIGURA 2
Curva Operativa Característica (ROC) del IPCC

Se aplicó la RL considerando el Peso y el ICT como variable categórica y se obtuvo que el cociente de verosimilitudes indica un R estadísticamente significativo ($p < 0,000$).

Los coeficientes de cada variable, son para el peso 0,155, para el ICT -3,441 y el término constante -11,624; de acuerdo con el resultado del estadístico Wald, para la ecuación del modelo, estos son estadísticamente

diferentes de cero ($p < 0,000$), esto es, ambas variables son importantes para explicar el modelo, y se calcula la probabilidad de riesgo a partir de la ecuación:

$$P(X = 1 = \text{Riesgo}) = \frac{1}{1 + \text{Exp}(11,624 - 0,155\text{Peso} + 3,44\text{ICT})} \quad [3]$$

Los Odds Ratio (OR) de cada una de las variables, con sus respectivos intervalos del 95% de confianza son los siguientes: para el peso el OR es 1,168 y para el ICT es 0,032. Se puede observar que para el peso el OR significa que mide el cambio al aumentar una unidad de peso, suponiendo estables o constantes las otras variables; en otras palabras hay un adulto más en riesgo si se utiliza el IPCC para clasificar o evaluar a estos pacientes, que adultos en no riesgo; en tanto que el OR del ICT es 0,032, el cual significa que mide el cambio al aumentar una unidad del ICT, suponiendo estables o constantes las otras variables; esto es que hay igual número de adultos en riesgo y no riesgo, al utilizar el IPCC para clasificar o evaluar a estos adultos.

Así mismo, se tiene la figura 2-B correspondiente a la curva Receiver Operating Characteristic Curve (ROC) para el indicador Índice Peso-Circunferencia de Cintura (IPCC), considerando como variable independiente numérica el Peso y variable independiente categórica el ICT. En el mismo se puede observar que la curva se distancia de la diagonal, y conlleva a un área bajo la curva igual a 0,903, y un intervalo del 95% igual a (0,872; 0,934), el cual permite afirmar que hay una alta capacidad discriminativa del IPCC.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidencian que el Índice Peso-Circunferencia de Cintura, puede ser considerado un buen estimador para clasificar a los adultos con sobrepeso/obesidad, por cuanto al clasificar en riesgo y no riesgo, se tiene un 53,4% de adultos en riesgo, ligeramente menor al reportado⁽²²⁾ el cual es de 57,6%; además esta significativamente asociado con el IMC ($p < 0,000$), con el ICT ($P < 0,01$) y con la CC ($p < 0,02$). Por otra parte se tienen las correlaciones entre el IPCC y otros indicadores, las cuales son moderadas con el peso y la talla (0,65 y 0,60) las mismas son significativas ($p < 0,001$); discrepan de las obtenidas por Bauce⁽²²⁾, quien obtuvo correlación entre Peso-IPCC de 0,82. Se tiene además, que la Sensibilidad y Especificidad del IMC son de 0,69 y 0,94, respectivamente, valores que resultan ser ligeramente menores a los reportados por Méndez-Pérez et al.⁽²⁵⁾ para grupos de diferentes edades, pero similares a los reportados por Oleas Galeas et al.⁽²⁶⁾, con valores de 90% y 75%, respectivamente. Con relación al IMC, el IPCC tiene una Sensibilidad de 92,11% y una Especificidad de 70,56%.

Cerda y Cifuentes citan el uso de la curva ROC en investigación clínica, y evalúan la capacidad de discriminación de un test diagnóstico que distingue pacientes sanos versus pacientes enfermos, mediante la sensibilidad y especificidad, estimados mediante el área bajo la curva⁽²⁷⁾. Lo cual coincide con lo obtenido en este estudio con relación a la capacidad discriminativa.

Vale señalar que en indicadores como el IMC, la CC y el ICT, los promedios para el grupo etáreo ≥ 60 años, ($27,1 \pm 4,8$; $93,9 \pm 11,10$ y $0,60 \pm 0,1$, respectivamente) son similares a los reportados por Bauce et al.⁽⁸⁾, así como el promedio del IPCC ($0,72 \pm 0,1$) resulta ser similar al reportado en el mismo estudio. Por otra parte, estos promedios del IMC, por grupo etáreo 20-29 años y ≥ 60 años ($24,5 \pm 6,6$ y $27,1 \pm 4,8$, respectivamente) son mayores a los obtenidos por Oleas-Galeas et al.⁽²⁴⁾, ($23,8 \pm 1,7$ y $22,8 \pm 2,7$). De igual forma, el IMC promedio es mayor al obtenido por Bauce⁽⁸⁾, en un grupo de adultos ($27,5 \pm 6,6$ y $20,6 \pm 5,2$); el promedio de la CC es mucho mayor ($87,3 \pm 16,6$ y $69,9 \pm 13,3$), y el promedio del ICT resulta ser ligeramente menor ($0,54 \pm 0,11$ y $0,58 \pm 0,09$)

Con relación al IPCC, se tiene que el promedio es $0,76 \pm 0,11$; el mismo es similar al obtenido por Bauce et al.⁽⁸⁾, $0,79 \pm 0,08$, y ligeramente mayor al reportado por Bauce⁽¹²⁾ en otro estudio, el cual es $0,71 \pm 0,10$.

La comparación de los promedios del IPCC, por sexo, grupo de edad, clasificación de los indicadores IMC, CC e ICT en riesgo y no riesgo, es estadísticamente significativa ($p < 0,000$).

La valoración del Índice Peso-Circunferencia de Cintura (IPCC) mediante la Regresión Logística, evidencia que es un índice que resulta ser confiable, ya que en las dos ecuaciones que se obtienen para estimar el riesgo, el cociente de verosimilitud revela que el estadístico R, resultó ser estadísticamente significativo; así mismo los coeficientes de las variables en cada ecuación, mediante el estadístico Wald también son estadísticamente significativos ($p < 0,000$). Por otra parte, para la Curva ROC, se obtuvo, en ambos casos, que el área bajo la curva es elevada, 0,803 y 0,903; es decir, está cercana a 1, lo que evidencia una alta Sensibilidad y una alta Especificidad del indicador IPCC, lo que conlleva a una alta capacidad discriminativa.

La prevalencia de sobrepeso y obesidad (riesgo) de acuerdo con el IPCC, se ubica en 53,4%, correspondiendo al sexo masculino 66,0% y al sexo femenino 45,6%, valores mayores a los referidos por la IOTF⁽²⁾, con tendencia al aumento en toda Europa y prevalencia entre 10% y 27% en hombres y 38% en mujeres; y en Estados Unidos valores de 28% en hombre y 34% en mujeres.

CONCLUSIÓN

Se puede concluir, que la aplicación de la Regresión Logística al IPCC y la curva ROC revelan que es un indicador con una alta capacidad discriminativa, además de tener una alta sensibilidad (1,00) y una especificidad aceptable (0,61), que garantizan su aplicación confiable para evaluar riesgo en adultos y adultos mayores, y servir de referencia, para estudios futuros.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Carmen Cecilia Jiménez Palacios, por habernos permitido utilizar la Base de Datos, de su Tesis Doctoral, en cuanto a la información general de los niños y adolescentes, la cual completamos con los datos antropométricos necesarios para esta investigación

REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud. Centro de Prensa. Obesidad y Sobrepeso. Datos y cifras. Abril de 2020. (Internet) (citado 2020 Nov 19) Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
2. International Obesity Task Force. EU Platform Briefing Paper. March 15 2005. Brussels. (Internet) (citado 2021 Mar 16) Disponible en: https://ec.europa.eu/health/ph_determinants/life_style/nutrition/documents/iotf_en.pdf
3. Henufood. Salud desde la alimentación. Obesidad en la edad adulta. (Internet) (citado 2020 Nov 19) Disponible en: [http://www.henufood.com/nutricion-salud/mejora-tu-salud/obesidad-en-la-edad-adulta/index.html#:~:text=En%20cuanto%20a%20la%20poblaci3n,hombres%20\(0%2C3%25\)](http://www.henufood.com/nutricion-salud/mejora-tu-salud/obesidad-en-la-edad-adulta/index.html#:~:text=En%20cuanto%20a%20la%20poblaci3n,hombres%20(0%2C3%25)).
4. Organización Panamericana de la Salud, Venezuela. Sobrepeso afecta a casi la mitad de la población de todos los países de América Latina y el Caribe salvo por Haití. Santiago de Chile (FAO/OPS) 19 de enero 2017. (Internet) (citado 2020 Nov 26) Disponible en: https://www.paho.org/venezuela/index.php?option=com_content&view=article&id=284:sobrepeso-afecta-a-casi-la-mitad-de-la-poblacion-de-todos-los-paises-de-america-latina-y-el-caribe-salvo-por-haiti&Itemid=215

5. Instituto Nacional de Nutrición. Sobrepeso y Obesidad en Venezuela (Prevalencia y Factores Condicionantes). Colección Lecciones Institucionales. Fondo Editorial Gente de Maíz, 2012.
6. Centro Integral de Tratamiento para la Obesidad (CitoGroupVe). Tasa de obesidad en Venezuela se redujo a un tercio en la última década. 1 de noviembre, 2019. (Internet) (citado 2020 Nov 26) Disponible en: <https://www.elinformadorvenezuela.com/vida/en-venezuela-tasa-de-obesidad-se-redujo-a-un-tercio-en-la-ultima-decada/>
7. Meneses D, Negrín E. Esteatosis hepática no alcohólica: relación con la circunferencia de cintura. Trabajo Especial de Grado para optar al título de Especialista en Nutrición Clínica. Facultad de Medicina, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 2015
8. Bauce G, Moya-Sifontes M. Relación entre el porcentaje de grasa corporal y otros indicadores antropométricos de obesidad en adultos con hígado graso. *Rev Digit Postgrado*. 2019; 9(1):e155
9. Bauce G, Moya-Sifontes M. Índice Peso Circunferencia de Cintura como indicador complementario de sobrepeso y obesidad en diferentes grupos de sujetos. *Rev Digit Postgrado*. 2020; 9(1): e195. doi: 10.37910/RDP.2020.9.1.e195
10. Barón-López F. Apuntes de Estadística. Capítulo 8 Regresión Logística Binaria. UMA. (Internet) (citado 2020 Nov 13) Disponible en: <https://www.bioestadistica.uma.es/apuntesMaster/regresion-logistica-binaria.html>
11. Bauce G. Three indicators for overweight and obesity: BMI, CC and P/CC-index in children and adolescents: Pilot stud. *MOJ Biol Med*. 2018;3(3):120-125.
12. Bauce G. Evaluación antropométrica de un grupo de pacientes adultos mayores. *Rev Digit Postgrado*. 2020; 9(2): e225. doi: 10.37910/RDP.2020.9.2.e225.
13. Iafstore. Cálculo del IMC, morfología y grasa corporal. El nacimiento del Índice de Masa Corporal. 2016. (Internet) (citado 2018 Jul 13). Disponible en: <https://blog.iafstore.com/es/calculo-del-imc-morfologia-y-grasa-corporal-a279>
14. Gottau G. Índice de masa corporal y porcentaje de grasa en el cuerpo. *Vitónica* 2009. (citado 2020 Mar 06). Disponible en: <https://www.vitonica.com/anatomia/indice-de-masa-corporal-y-porcentaje-de-grasa-en-elcuerpo>
15. Fiuza Pérez M^a D, Rodríguez Pérez JC. La regresión logística: una herramienta versátil. *Rev Nefro* 2000;20(6):477-565. (Internet) (citado 2020 Nov 13) Disponible en: <https://www.revistanefrologia.com/es-la-regresion-logistica-una-herramienta-articulo-X0211699500035664>
16. Camarero Rioja L, Almazán Llorente A, Mañas Ramírez B. Análisis Multivariante. Regresión Logística: Fundamentos y aplicación a la investigación sociológica. (Internet) (citado 2020 Nov 13). Disponible en: https://www2.uned.es/socioestadistica/Multivariante/Odd_Ratio_LogitV2.pdf
17. Cárdenas J. Investigación Cuantitativa. 2015. (Internet) (citado 2020 Nov 15) Disponible en: <http://networkianos.com/odd-ratio-que-es-como-se-interpreta/>
18. Molinero LM. Riesgo Relativo y Odds ratio. Asociación de la Sociedad Española de Hipertensión. Liga Española para la lucha contra la hipertensión arterial. Mayo 2001. (Internet) (citado 2020 Nov 15) Disponible en: <https://www.alceingenieria.net/bioestadistica/oddsratio.pdf>
19. López GI, Píta S. Curvas ROC. Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña (España). *CAD ATEN PRIMARIA* 1998; 5 (4): 229-235. 25/09/2001. Elsevier. (Internet) (citado 2020 Nov 16) . Disponible en: https://www.fisterra.com/mbe/investiga/curvas_roc/curvas_roc.asp#sye
20. Don Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive Summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA*. 2001; 285(19):2486-97. (Internet) (citado 2020 Ene 16) Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11368702>
21. Salas-Salvadó J, Rubio M, Barbany M, Moreno B. Grupo Colaborativo de la SEEDO. Consenso SEEDO 2007 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Medicina*

- Clínica. Elsevier 128 (5):184-196 Febrero 2007. (Internet) (citado 2020 Nov 23) Disponible en: <https://www.elsevier.es/en-revista-medicina-clinica-2-articulo-consenso-seedo-2007-evaluacion-del-13098399>
22. Aedo M, Pavlov D, Clavero C. Riesgo relativo y Odds ratio ¿Qué son y cómo se interpretan? Nota Estadística. Rev. Obstet. Ginecol-Hosp. Santiago Oriente Dr. Luis Tisne Brousse. 2010; 5 (1): 51-54. (Internet) (citado 2020 Nov 27) Disponible en: <https://prevencion.umh.es/files/2015/03/riesgo-relativo-y-odds-ratio.pdf>
23. Dagnino S J. Riesgo Relativo y (Razón de ventajas). Rev. Chil. Anest. 43 (4): 317-321[doi: PDF|ePub|RIS. (Internet) (citado 2020 Nov 27) Disponible en: <https://revistachilenadeanestesia.cl/riesgo-relativo-y-razon-de-ventajas/>
24. Servizo Galego de Saude. Xunta de Galicia. Epidat 4.0 (citado 2020 Nov 27) Recuperado de: <http://www.sergas.es/Saude-publica/EPIDAT>
25. Méndez-Pérez B, Landaeta-Jiménez M, Amador J, Vásquez M, Marrodán D. Sensibilidad y especificidad de indicadores antropométricos de adiposidad y distribución de grasa en niños y adolescentes Venezolanos. INCI 2009;34(2): 84-90 (citado 2020 Nov 25) Recuperado de: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000200004&lng=es
26. Oleas M, Barahona A, Salazar Lugo R. Índice de masa corporal y porcentaje de grasa en adultos indígenas ecuatorianos Awá. ALAN 2017; 67(1): 42-48. (Internet). (citado 2020 Nov 25) Recuperado de: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222017000100006&lng=es.
27. Cerda J, Cifuentes L. Uso de curvas ROC en investigación clínica: Aspectos teórico-prácticos. Rev. Chil. Infectol. 2012; 29(2):138-141 (Internet) (citado 2020 Nov 13) Recuperado de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182012000200003&lng=es.