

## Aplicabilidad de la superficie corporal e índices antropométricos para valorar el tamaño corporal en adolescentes que viven a gran altitud

### Applicability of body surface area and anthropometric indices to assess body size in adolescents living at high altitude

José FUENTES LÓPEZ<sup>1</sup>, Zaida CALLATA GALLEGOS<sup>1</sup>, Ofelia MAMANI LUQUE<sup>1</sup>, Vladimiro IBAÑEZ QUISPE<sup>1</sup>, Bernabé CANQUI FLORES<sup>1</sup>, Charles Ignacio MENDOZA MOLLOCONDO<sup>1</sup>, Claudia VILLEGAS ABRILL<sup>1</sup>, Dony MAMANI VELÁSQUEZ<sup>1</sup>, Estanislao PACOMPÍA CARI<sup>1</sup>, Mary LIMACHI FLORES<sup>1</sup>, Jorge APAZA CRUZ<sup>1</sup>, Wily RIVERA PACCO<sup>1</sup>, Marco COSSIO BOLAÑOS<sup>2</sup>, Rossana GOMEZ CAMPOS<sup>3</sup>

1 Instituto de Investigación en Ciencias de la Educación, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

2 Departamento de Ciencias de la Actividad Física, Universidad Católica del Maule, Talca, Chile.

3 Departamento de Diversidad e Inclusividad Educativa, Universidad Católica del Maule, Talca, Chile.

Recibido: 21/abril/2022. Aceptado: 28/mayo/2022.

#### RESUMEN

**Introducción:** Los índices antropométricos se utilizan para evaluar el estado de salud general, la adecuación nutricional y el patrón de crecimiento físico.

**Objetivo:** Verificar la capacidad de estimar adecuadamente el tamaño corporal por medio de la superficie corporal (SC), Índice de masa corporal (IMC) e índice tri-ponderal (ITP) por edad cronológica (EC) y estado de madurez (EM) en adolescentes que viven a gran altitud del Perú.

**Métodos:** Se efectuó un estudio descriptivo (correlacional) en adolescentes de 10 a 14 años. Fueron reclutados 3.088 escolares. Se evaluó el peso, estatura, se calculó la SC por la fórmula de Doboys y Dubois, el IMC y el ITP.

**Resultados:** En ambos sexos el poder de determinación entre SC con EC, EM, peso y estatura fueron altos (hombres:  $r^2= 0,31$  a  $0,89\%$  y mujeres:  $r^2= 0,36$  a  $0,94\%$ ). En los hombres, las relaciones entre IMC con EC, EM, y estatura fueron nulas ( $r^2= 0.01$  a  $0.05\%$ ), excepto con el peso ( $r^2= 0.70\%$ ),

mientras que, en las mujeres, las relaciones fueron bajas con la EC, EM y estatura ( $r^2= 0,11$  a  $0,24\%$ ), excepto en el peso ( $r^2=0,805$ ). Con el ITP, las relaciones con la EC, EM y estatura fueron nulas en ambos sexos (hombres:  $r^2= 0,02$  a  $0,03\%$  y mujeres:  $r^2= 0,00$  a  $0,07\%$ ), excepto con el peso, donde explica  $r^2= 0,33\%$  en hombres y  $0,48\%$  en mujeres. No hubo diferencias cuando se comparó entre hombres y mujeres por EC (11, 12 y 13 años), excepto a los 10 y 14 años.

**Conclusión:** Se verificó que la SC se correlacionó significativamente con la EC, EM, peso y estatura en relación al IMC e IP. Estos resultados sugieren que la SC podría ser un mejor indicador para evaluar y monitorizar el tamaño corporal en adolescentes que viven a elevada altitud.

#### PALABRAS CLAVE

Superficie corporal, índices antropométricos, adolescentes, altitud.

#### ABSTRACT

**Introduction:** Anthropometric indices are used to assess general health status, nutritional adequacy and physical growth pattern.

**Objective:** To verify the ability to adequately estimate body size by body surface area (BS), body mass index (BMI)

**Correspondencia:**  
Marco Cossio Bolaños  
mcossio1972@hotmail.com

and tri-ponderal index (TPI) by chronological age (CE) and maturity status (MS) in adolescents living at high altitude in Peru.

**Methods:** A descriptive (correlational) study was carried out in adolescents aged 10 to 14 years. A total of 3,088 schoolchildren were recruited. Weight, height, BF, BMI and ITP were evaluated and calculated by the Dobois and Dubois formula.

**Results:** In both sexes the power of determination between CS with CE, MS, weight and height were high (males:  $r^2=0.31$  to  $0.89\%$  and females:  $r^2=0.36$  to  $0.94\%$ ). In men, the relationships between BMI with CD, MS, and height were null ( $r^2=0.01$  to  $0.05\%$ ), except with weight ( $r^2=0.70\%$ ), whereas, in women, the relationships were low with CD, MS, and height ( $r^2=0.11$  to  $0.24\%$ ), except for weight ( $r^2=0.805$ ). With ITP, the relationships with CD, MS and height were null in both sexes (men:  $r^2=0.02$  to  $0.03\%$  and women:  $r^2=0.00$  to  $0.07\%$ ), except with weight, where it explains  $r^2=0.33\%$  in men and  $0.48\%$  in women. There were no differences when comparing males and females by CE (11, 12 and 13 years), except at 10 and 14 years.

**Conclusion:** It was verified that CS was significantly correlated with CD, MS, weight and height in relation to BMI and PI. These results suggest that CS could be a better indicator to assess and monitor body size in adolescents living at high altitude.

## KEY WORDS

Body surface area, anthropometric indices, adolescents, altitude.

## INTRODUCCIÓN

La antropometría proporciona importantes indicadores del estado nutricional en niños y adultos<sup>1</sup>. Estos indicadores son el peso, la estatura, la circunferencia del brazo, cintura, cadera entre otros. La combinación de los mismos entre sí o con otra información sirve para calcular índices antropométricos. Estos índices se pueden utilizar en poblaciones pediátricas para evaluar el estado de salud general, la adecuación nutricional y el patrón de crecimiento y desarrollo del niño y adolescente<sup>2</sup>.

En ese sentido, estudiar el tamaño corporal a partir de la superficie corporal (SC) y los índices antropométricos en adolescentes es relevante, por ejemplo, el área de superficie corporal (ASC) se ha propuesto para estimar el tamaño corporal y estandarizar parámetros fisiológicos desde principios del siglo XX<sup>3</sup>, mientras que el índice de masa corporal (IMC) y el índice tri ponderal (TPI) son indicadores antropométricos clásicos que valoran la calidad de la nutrición y la salubridad del entorno de vida durante la niñez, adolescencia y la adultez

En los últimos años gran parte de la investigación y las políticas mundiales sobre salud y nutrición se han centrado en

el IMC<sup>4</sup>, seguidamente se ha brindado información sobre el ITP<sup>5,6</sup> sin embargo, hasta donde se conoce, el ASC no se ha utilizado como un indicador antropométrico para estudiar el tamaño corporal y el exceso de peso de niños y adolescentes en diversas regiones del mundo.

De hecho, el ASC es considerada como una medida importante en muchas aplicaciones fisiológicas y farmacológicas, incluso se destaca como un mejor indicador de masa metabólica que el peso, la altura, el IMC, y la masa grasa<sup>7,8</sup> e incluso podría usarse de manera más apropiada para estimar la masa libre de grasa<sup>8</sup>.

En consecuencia, basados en que el patrón de crecimiento físico de los niños y adolescentes (en cuanto a su estatura y peso corporal) varían entre etnias<sup>9</sup> y entre regiones geográficas de moderada<sup>10,11</sup> y elevada altitud<sup>12,13</sup> este estudio se fundamenta en que el ASC propuesta por Dubois, Dubois (1916)<sup>3</sup> podría ser un mejor indicador antropométrico para estimar el tamaño corporal gracias a su capacidad de normalizar el peso y estatura debido a los cálculos geométricos aplicados.

Por lo tanto, el objetivo del estudio fue verificar la capacidad de estimar adecuadamente el tamaño corporal por medio del ASC, IMC e IP por edad cronológica y estado de madurez en adolescentes que viven a gran altitud del Perú.

## MÉTODOS

### Tipo de estudio y muestra

Se efectuó un estudio descriptivo (correlacional) en adolescentes de 10 a 14 años de una región de gran altitud de Puno (Perú). Esta región está localizada a 3821 metros sobre el nivel del mar.

La muestra fue de tipo no-probabilística, siendo reclutados 3.088 escolares (1556 hombres y 1532 mujeres) que asistían a colegios públicos de la zona urbana de la provincia de Puno. Estos escolares pertenecen a la clase media baja emergente, donde el ingreso familiar diario oscilaba entre 8,0 y 19,0 dólares estadounidenses<sup>14</sup>. Todos los padres y apoderados fueron informados para participar del estudio mediante una carta de invitación. Los escolares y padres recibieron información sobre los objetivos del proyecto en una reunión (exposición de dos de los investigadores). Los padres que aceptaron participar del estudio firmaron el consentimiento y los niños el asentimiento informado.

Se incluyeron a los escolares que habían nacido en la región y a los que asistieron el día de la evaluación. Se excluyeron a los escolares que presentaron algún tipo de lesión física que impedía evaluar las medidas antropométricas y a los que no completaron los consentimientos y asentimientos informados.

Los protocolos utilizados para medir la antropometría se realizaron de acuerdo a las sugerencias descritas por el comité

de ética local y la Declaración de Helsinki (Asociación Médica Mundial)<sup>15</sup> para seres humanos.

### Procedimientos

Para recabar información de cada alumno, se solicitó a cada uno de los colegios la ficha de matrícula. Luego, se recabó información de las fichas como edad, sexo, lugar de nacimiento.

Las evaluaciones antropométricas se efectuaron en las instalaciones de cada colegio en horario escolar de 8:30 a 12:30 13:30 a 18:00 horas de lunes a viernes durante los meses de abril a noviembre del 2016.

La antropometría se evaluó de acuerdo a lo descrito por Ross, Marfell-Jones<sup>16</sup>. El peso corporal (kg) se midió sin zapatos, con camiseta y short, utilizando una balanza electrónica (Tanita, Reino Unido, Ltd.) con un rango de 0-150 Kg y una precisión de 100 g. La estatura de pie se midió sin zapatos, según el plano de Frankfurt utilizando un estadiómetro portátil (Seca GmbH & Co. KG, Hamburgo, Alemania) con una precisión de 0,1 mm.

Se calculó el Índice de masa corporal (IMC) utilizando la fórmula:  $IMC = \text{peso (kg)} / \text{estatura}^2 \text{ (m)}$ , el índice Tri ponderal (ITP) =  $\text{peso (kg)} / \text{estatura}^3 \text{ (m)}$  y la superficie corporal (SC) utilizando la ecuación de DuBois y DuBois (1916)<sup>3</sup>:  $ASC = 0.007184 * W^{0,425} * H^{0,725}$ .

El estado de madurez (EM) se calculó por medio de una técnica antropométrica no-invasiva propuesta por Mirwald et al (2002)<sup>17</sup>. Este método incluye la estatura de pie, la estatura sentada, la longitud de las piernas (estatura de pie – estatura sentada) y sus interacciones. Las ecuaciones entregan información relacionada a los años de pico de velocidad de crecimiento (APVC) según niveles, por ejemplo: -6, -5, -4, -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3, +4, +5APVC. Cero (0) significa el momento del PVC, los valores negativos significan los años que faltan para alcanzar el PVC y los positivos, son los años que pasaron del PVC.

### Estadística

Se aplicó el test de normalidad de Kolmogórov-Smirnov (K-S). Luego se efectuó cálculos de estadística descriptiva (promedio, desviación estándar, rango). Las diferencias entre ambos sexos se efectuaron por medio del test t para muestras independientes. Las relaciones entre indicadores antropométricos se efectuaron por medio de Pearson. Se calculó el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y error estándar de estimación EEE. En todos los casos se consideró  $p < 0,05$  como significativo. Los cálculos se efectuaron en planillas de Excel y SPSS 18.0.

### RESULTADOS

La tabla 1 muestra las características antropométricas de los adolescentes estudiados. Las mujeres presentaron mayor peso

**Tabla 1.** Características antropométricas de los adolescentes estudiados por edad y sexo

EC (años)	n	Peso (kg)		Estatura (cm)		SC(m <sup>2</sup> )		SC(m <sup>2</sup> )		IMC (kg/m <sup>2</sup> )		ITP (kg/m <sup>3</sup> )	
		X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
Hombres (n=1556)													
10	258	36,7	8,1	137,5	5,9	71,5	3,1	1,20	0,10*	19,3	3,4	14,0	2,3
11	342	39,7	9,0	142,1	6,6	73,4	3,7	1,24	0,15	19,5	3,5	13,8	2,3
12	400	42,6	8,8	146,3	6,9	75,4	4,0	1,31	0,14*	19,8	3,3	13,5	2,2
13	411	47,4	9,1	152,2	12,6	78,5	4,5	1,42	0,17	21,6	15,1	16,0	2,3
14	145	49,9	8,5	156,3	7,3	81,1*	4,3	1,47	0,14	20,4	2,9	13,1	2,0
Mujeres (n=1532)													
10	163	35,1	6,8	137,5	6,5	72,5	3,6	1,15	0,12	18,5	2,6	13,5	1,8
11	253	39,9	7,8	143,0	7,3	74,3	4,0	1,25	0,14	19,4	2,8	13,6	1,9
12	402	45,8	8,9*	147,9	6,2	77,3	3,9	1,34	0,14	20,9	3,3	14,1	2,2
13	501	49,5	8,4*	151,5	5,4	79,3	4,0	1,43	0,13	21,5	3,1	14,5	2,0
14	213	51,1	7,6*	151,3	5,3	79,6	3,8	1,45	0,11	22,3	3,0*	14,8	2,1

X: promedio, DE: Desviación estándar, ED: edad cronológica, SC: superficie corporal, IMC: Índice de masa corporal, ITP: Índice tri-ponderal, EM: Estado de madurez.

corporal que los hombres desde los 12 hasta los 14 años ( $p < 0.05$ ), sin embargo, desde los 10 hasta los 11 años no hubo diferencias significativas entre ambos sexos ( $p > 0.05$ ). En la estatura de pie y sentada, las mujeres presentaron valores medios más altos a los 14 años en relación a los hombres ( $p < 0.05$ ). En las demás edades, no hubo diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). En cuanto a la ASC, los hombres presentaron valores medios más altos que las mujeres a los 10 y 12 años. En las demás edades no hubo diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). En el IMC a los 14 años, las mujeres presentaron valores medios más altos que los hombres ( $p < 0.05$ ). No se observó diferencias significativas entre ambos sexos en el ITP en todas las edades ( $p > 0.05$ ).

El análisis de regresión lineal simple mostró que la SC refleja mejores correlaciones con la edad cronológica (EC), EM, peso y estatura en relación al IMC e ITP. En todos los casos las correlaciones fueron significativas oscilando el poder de explicación desde 31 a 89% en hombres y 36 a 94% en mujeres ( $p < 0.05$ ), sin embargo, las correlaciones con el IMC e ITP fueron bajas, excepto en el ITP para el peso corporal, donde el coeficiente de determinación reflejó 33% de explicación en hombre y 48% en mujeres.

En la figura 1 se evidencia los valores de la SC alineados por EC y EM en ambos sexos. En la EC no hubo diferencias significativas entre ambos sexos a los 11, 13 y 14 años, sin embargo, a los 10 y 12 años si hubo diferencias significativas

entre ambos sexos ( $p < 0.05$ ). En cuanto al EM, los hombres mostraron mayores valores medios de SC que las mujeres ( $p < 0.05$ ) en todos los niveles de APVC.

## DISCUSIÓN

Los resultados del estudio han demostrado que la SC es un mejor indicador que el IMC e ITP para evaluar el tamaño corporal de adolescentes que viven a elevada altitud del Perú.

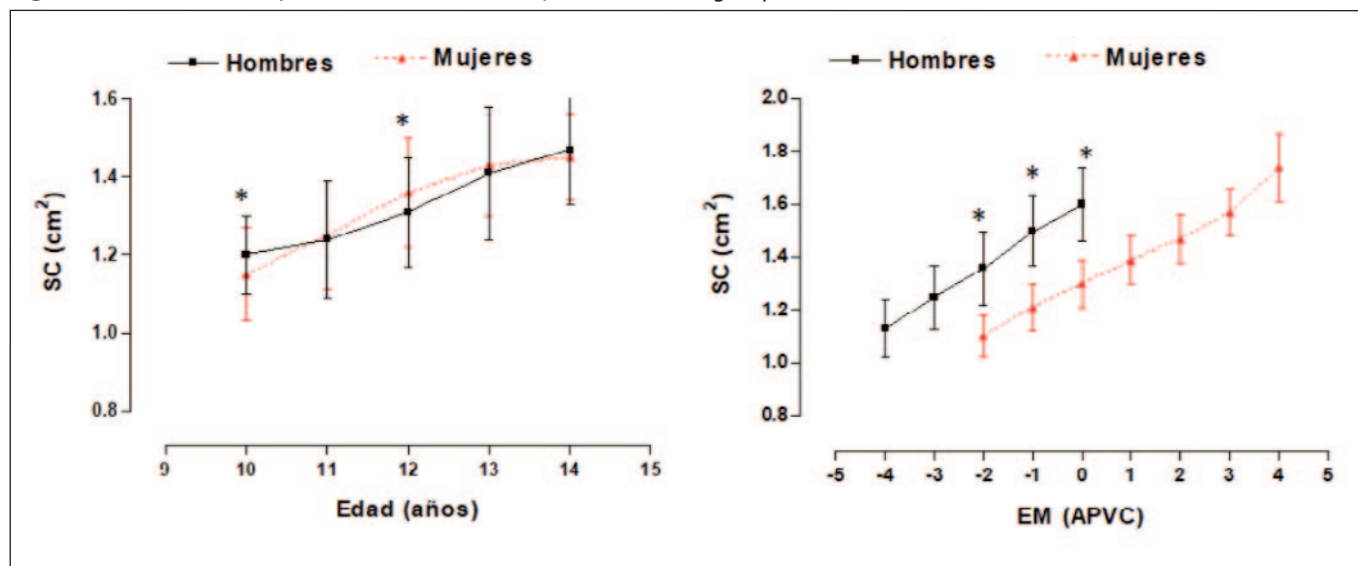
Los hallazgos han demostrado que el peso, estatura, la edad cronológica y el estado de madurez se asocian más fuertemente con la SC, que con el IMC e ITP. De hecho, la SC ha sido ampliamente utilizado en la medicina como la unidad biométrica clásica para normalizar parámetros fisiológicos (gasto cardíaco, masa ventricular izquierda, depuración renal) y para la determinación de las dosis apropiadas de fármacos en la quimioterapia del cáncer en individuos de diferente tamaño corporal<sup>18-21</sup>, así como para dosificar la hormona de crecimiento (GH) en niñas con síndrome de Turner<sup>22</sup>.

De hecho, el tamaño corporal de los niños, en cuanto a su peso y estatura están claramente asociados con la SC debido a los ajustes alométricos realizados en la ecuación de Dubois y Dubis<sup>3</sup>, además, estudios recientes han demostrado que el cálculo de la SC en adultos es fundamental en la estimación de la Masa grasa<sup>23</sup> y masa libre de grasa<sup>8</sup>, lo que respalda el

**Tabla 2.** Coeficiente de determinación y error estándar de estimación (SEE) entre la edad, EM, peso y estatura con indicadores antropométricos por sexo

V. dependiente	V. Independientes	Hombres				Mujeres			
		R	R <sup>2</sup>	EEE	p	R	R <sup>2</sup>	EEE	p
SC	Edad	0,55	0,31	0,15	0,001	0,60	0,36	0,13	0,001
	E.M	0,73	0,53	0,12	0,001	0,75	0,57	0,11	0,001
	Peso	0,95	0,89	0,06	0,001	0,97	0,94	0,04	0,001
	Estatura	0,84	0,71	0,10	0,001	0,85	0,72	0,09	0,001
IMC	Edad	0,08	0,01	8,27	0,001	0,37	0,14	3,03	0,001
	E.M	0,13	0,02	8,25	0,001	0,49	0,24	2,85	0,001
	Peso	0,84	0,70	1,77	0,001	0,89	0,80	1,46	0,001
	Estatura	0,22	0,05	3,17	0,001	0,32	0,11	3,09	0,001
ITP	Edad	0,02	0,00	17,10	0,001	0,19	0,04	2,06	0,001
	E.M	0,03	0,00	17,13	0,001	0,27	0,07	2,02	0,001
	Peso	0,57	0,33	1,80	0,001	0,70	0,48	1,50	0,001
	Estatura	0,16	0,03	2,16	0,001	0,00	0,00	2,10	0,001

SC: superficie corporal, IMC: Índice de masa corporal, ITP: Índice tri-ponderal, EM: Estado de madurez, EEE: Error estándar de estimación.

**Figura 1.** Valores medios y  $\pm$ DE de la SC alineados por edad cronológica y EM en adolescentes de ambos sexos

uso de la ecuación, no solo en adultos, sino también en adolescentes de este estudio.

También se ha verificado, que las relaciones con la edad cronológica y el estado de madurez son determinantes con la SC, especialmente con esta última (EM), lo que demuestra que la SC no solo puede ser considerado como un indicador del tamaño corporal, sino también es determinante en el EM de los adolescentes estudiados.

Por lo tanto, la SC calculada por Dubois y Dubois<sup>3</sup> puede ser considerada como una ecuación y una herramienta eficaz para normalizar los parámetros antropométricos (peso y estatura), ya que permite ajustar los efectos de los diferentes tamaños corporales entre los adolescentes estudiados, aunque recientemente, según Amit et al<sup>9</sup> destacan que es necesario realizar la validación de la SC para una etnia y una población específica, como es el caso de los adolescentes que viven a elevada altitud.

En ese sentido, se necesitan más estudios para confirmar estos hallazgos, dado que es necesario utilizar un método criterio para validar no solo en adolescentes, sino también en niños y adultos. Pues para el caso el uso de la absorciometría dual de rayos X (DXA) podría ser un método útil para validar el uso de la SC por medio de escaneo del cuerpo entero en 3D.

También se sugiere que futuros estudios prueben otras ecuaciones de cálculo de la SC, pues la mayoría de las mediciones fisiológicas se pueden relacionar con el peso corporal mediante una función de potencia independientemente de la estatura del cuerpo<sup>24</sup>, incluso en los últimos años se ha observado una necesidad creciente de herramientas adecuadas en la atención pediátrica para evaluar la composición corporal, tanto en entornos clínicos como de investigación<sup>25</sup>, lo que amerita profundizar los predictores de la SC en niños y adolescentes que viven a moderadas y grandes altitudes.

En general, el estudio presenta algunas debilidades, dado que el tipo de estudio (transversal) impide determinar relaciones causales, además, no fue posible usar un método criterio para validar la SC, por lo que futuros estudios deben analizar con precaución los resultados obtenidos. Por el contrario, el estudio presenta un gran tamaño muestral y es uno de los primeros estudios que sugiere el uso de la SC como una forma convencional de escalar y normalizar los parámetros antropométricos del peso y estatura, respectivamente.

## CONCLUSIÓN

En conclusión, este estudio verificó que la SC se correlacionó significativamente con la edad cronológica, EM, peso y estatura en relación al IMC e ITP. Estos resultados sugieren que la SC podría ser un mejor indicador para evaluar y monitorizar el tamaño corporal en adolescentes que viven a elevada altitud del Perú.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano de Puno. Al Vicerrectorado de Investigación de la UNA – Puno. A la Dirección de Institutos de de la UNA - Puno.

Centro de Investigación CINEMAROS- SAC, Arequipa, Perú

A las Instituciones Educativas de la ciudad de Puno:

I.E.S. Glorioso San Carlos; I.E.S. Gran Unidad Escolar San Carlos; I.E.S. Santa Rosa; I.E.S. Maria Auxiliadora; I.E.S. Divino Maestro; I.E.S. Comercial 45 Emilio Romero Padilla; I.E.S. San Juan Bosco; I.E.P. 70029 María Auxiliadora; I.E.P. 70010 Gran Unidad Escolar San Carlos; I.E.P. 71001 Almirante Miguel Grau; I.E.P. 70081 Salcedo; I.E.P. 70808 Aplicación Pedagógico; I.E.P. 70623 Santa Rosa; I.E.P. 70024 Laykakota

## BIBLIOGRAFÍA

1. Fryar CD, Gu Q, Ogden CL, Flegal KM. Anthropometric Reference Data for Children and Adults: United States, 2011-2014. *Vital Health Stat 3*. 2016; (39):1-46.
2. Casadei K, Kiel J. Anthropometric Measurement. [Updated 2021 Oct 1]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537315/>
3. Du Bois D, Du Bois EF. Clinical calorimetry: tenth paper a formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Archives of internal medicine*. 1916;17(6-2):863-71.
4. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Weight and body-mass index trajectories of school-aged children and adolescents from 1985 to 2019 in 200 countries and territories: a pooled analysis of 2181 population-based studies with 65 million participants. *The Lancet*. 2020; 396 (0261): 1511-1524
5. Peterson CM, Su H, Thomas DM, Heo M, Golnabi AH, Pietrobelli A, Heymsfield SB. Tri-ponderal mass index vs body mass index in estimating body fat during adolescence. *JAMA pediatrics*. 2017; 171(7):629-36.
6. De Lorenzo A, Romano L, Di Renzo L, Gualtieri P, Salimei C, Carrano E, Rampello T, de Miranda RC. Triponderal mass index rather than body mass index: an indicator of high adiposity in Italian children and adolescents. *Nutrition*. 2019; 60:41-7.
7. Villa C, Primeau C, Hesse U, Hougen HP, Lynnerup N, Hesse B. Body surface area determined by whole-body CT scanning: need for new formulae?. *Clinical physiology and functional imaging*. 2017; 37(2):183-93.
8. Zanforlini BM, Alessi A, Pontarin A, De Rui M, Zoccarato F, Seccia DM, Trevisan C, Brunello A, Basso U, Manzato E, Sergi G. Association of body surface area with fat mass, free fat mass and total weight in healthy individuals, and implications for the dosage of cytotoxic drugs. *Clinical Nutrition ESPEN*. 2021; 43:471-7.
9. Amit LM, Song YW. Formulae evaluation for estimating body surface area of Korean children. *Journal of UOEH*. 2018 40(1):19-32.
10. Cossio-Bolaños M, Campos RG, Andruske CL, Flores AV, Luarte-Rocha C, Olivares PR, Garcia-Rubio J, De Arruda M. Physical growth, biological age, and nutritional transitions of adolescents living at moderate altitudes in Peru. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2015; 12(10): 12082-94.
11. Díaz Bonilla E, Torres Galvis CL, Gómez-Campos R, De Arruda M, Pacheco-Carrillo J, Cossio-Bolaños MA. Weight, height and body mass index of children and adolescents living at moderate altitude in Colombia. *Arch Argent Pediatr*. 2018;116(2): e241-e250.
12. Cossio-Bolaños MA, Gómez Campos R, Hespagnol JE, Cossio-Bolaños W, De Arruda M, Castillo Retamal M, Lancho Alonso JL. Estudio del crecimiento físico de escolares a moderada altitud usando el área muscular del brazo por estatura y edad. *Revista andaluza de medicina del deporte*. 2013;6(2):66-72.
13. Cossio-Bolaños MA, Sanchez-Macedo L, Lee Andruske C, Fuentes-López J, Limachi-Flores M, Apaza-Cruz J, Mamani-Velásquez D, Mamani-Luque O, Sulla-Torres J, Gomez-Campos R. Physical growth and body adiposity patterns in children and adolescents at high altitudes in Peru: Proposed percentiles for assessment. *American Journal of Human Biology*. 2020; 32(5):e23398.
14. López-Calva L.F, Ortiz-Juarez E. A vulnerability approach to the definition of the middle class. In *Policy research working paper 5902*. World Bank, Washington, DC. 2011.
15. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*. 2013;310(20):2191-4.
16. Ross W.D, Marfell-Jones M.J. Kinanthropometry. In: J. D. MacDougall, H. A. Wenger, & H. J. Geeny (Eds.), *Physiological testing of elite athlete*. London: Human Kinetics, 1991;223, 308-314.
17. Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2002; 34:689-694.
18. Cosolo WC, Morgan DJ, Seeman E, Zimet AS, McKendrick JJ, Zalberg JR. Lean body mass, body surface area and epirubicin kinetics. *Anti-cancer drugs*. 1994; 5(3):293-7.
19. Daniels SR, Kimball TR, Morrison JA, Khoury P, Meyer RA. Indexing left ventricular mass to account for differences in body size in children and adolescents without cardiovascular disease. *The American journal of cardiology*. 1995; 76(10):699-701.
20. Hallynck TH, Soep HH, Thomis JA, Boelaert J, Daneels R, Dettli L. Should clearance be normalised to body surface or to lean body mass?. *British journal of clinical pharmacology*. 1981;11(5):523.
21. Verbraecken J, Van de Heyning P, De Backer W, Van Gaal L. Body surface area in normal-weight, overweight, and obese adults. A comparison study. *Metabolism*. 2006; 55(4):515-24.
22. Schrier L, De Kam ML, McKinnon R, Bakri AC, Oostdijk W, Sas TC, Menke LA, Otten BJ, de Muinck Keizer-Schrama SM, Kristrom B, Ankarberg-Lindgren C. Comparison of body surface area versus weight-based growth hormone dosing for girls with Turner syndrome. *Hormone research in paediatrics*. 2014;81(5):319-30.
23. Sardinha LB, Silva AM, Minderico CS, Teixeira PJ. Effect of body surface area calculations on body fat estimates in non-obese and obese subjects. *Physiological measurement*. 2006;;27(11):1197.
24. West GB, Brown JH, Enquist BJ. A general model for the origin of allometric scaling laws in biology. *Science*. 1997;;276(5309):122-6.
25. Orsso CE, Silva MI, Gonzalez MC, Rubin DA, Heymsfield SB, Prado CM, Haqq AM. Assessment of body composition in pediatric overweight and obesity: A systematic review of the reliability and validity of common techniques. *Obesity Reviews*. 2020; 21(8):e13041.