

COMPARACIÓN Y UTILIDAD DE NUEVA FÓRMULA PARA CALCULAR LA SUPERFICIE CORPORAL.

Radi Macruz, José Ramón Lanz, Maykyol Avaroma, Thiago Osório, Amanda Egydio, Jonas Garcia, Fabricio Cezar.

INTERCOR-Hospital Beneficência Portuguesa de São Paulo. Rua Cap. Mor Roque Barreto,65. Código postal: 01323-030-São Paulo – SP. Brasil.

Teléfono: 55-11-3146-0222. Correo electrónico: jrlanz@ig.com.br

Resumen

Objetivo: evaluar y comparar una nueva fórmula para calcular la superficie corporal en pacientes adultos. Metodología. Estudio transversal utilizando datos de 350 registros médicos de pacientes atendidos ambulatoriamente. El cálculo de la fórmula propuesta fue $SC = 2A - 1,6 + ((\text{Peso obtenido}) - (\text{Altura} - 100))$. Resultados: la media de la superficie corporal en la población por las diferentes fórmulas fue de 1,8-19, la fórmula preconizada mostró una buena correlación con la de Dubois y Dubois ($r=0,998$), siendo esta relación similar al evaluar las demás fórmulas (Haycok $r = 0,98$, Gehan e George $r=0,99$, Boyd $r= 0,983$), dando énfasis a la fórmula de Fujimoto con un $r =1$ en esta población. Al ser comparadas con peso, altura e índice de masa corpórea, las fórmulas de Dubois y Dubois, Fujimoto y la nueva fórmula, exhibieron la mayor similitud entre ellas. Conclusión: no se observaron diferencias significativas de todas las formulas estudiadas en contra posición a la fórmula de Dubois y Dubois. La nueva fórmula sugerida mostró la menor correlación con el índice de masa corporal, y la mayor relación entre el peso y la altura lo que puede ser benéfico en el estudio de proporcionalidades o de idiometrias. El cálculo de la nueva fórmula sugerida es de incomparable simplicidad garantizando su uso práctico en la rutina clínica.

Palabras clave: Nueva fórmula de cálculo superficie corporal, simplicidad de uso.

Abstract

Comparison and utility a new formula to calculate body surface.

Objective: To evaluate and compare a new formula to calculate the body surface in adults. Methodology: Cross-sectional study using data from medical records of 350 outpatients. The calculation of the proposed formula was $SC = 2A - 1.6 + ((\text{Weight obtained}) - (\text{Height} - 100))$. Results: The mean body surface in the population by the different methods was 1.8 to 1.9, the formula advocated showed good correlation with that of Dubois and Dubois ($r = 0.998$), this relationship being similar when evaluating other formulas (Haycok $r = 0.98$, Gehan and George $r = 0.99$, $r = 0.983$ Boyd), emphasizing the Fujimoto formula with $r = 1$ in this population. When compared with weight, height and body mass index, formulas Dubois and Dubois, Fujimoto and the new formula, exhibited the greatest similarity between them. Conclusion: No significant differences were observed in all studied formulas when compared to the Dubois and Dubois formula. The new formula suggested showed the lowest correlation with body mass index, and the highest ratio of weight to height that can be beneficial in the study of idialmetry proportionalities. The calculation of the new formula suggested is unmatched simplicity ensuring its practical use in clinical routine.

Key words: New formule to calculate body surface, simplicity of use.

INTRODUCCIÓN.

El concepto que tenemos de la superficie corporal (SC) nace el siglo pasado, los fisiólogos de la época lo identificaron como medida que podía reflejar la tasa metabólica del cuerpo humano, en aquel entonces no había instrumentos tecnológicos adecuados y existía en la comunidad científica la inquietud de buscar una expresión matemática que explicase la pérdida de calor para diferentes volúmenes de masa metabólicamente activa. El estudio marco puede ser atribuido al estudio en seres humanos publicado por los hermanos Dubois y Dubois (1915); vale la pena mencionar que el estudio inicial constaba con solo cinco pacientes, en los que se utilizaron siete segmentos del cuerpo, con

la deducción subsiguiente de la fórmula matemática que hoy conocemos. Posteriormente, varios otros autores trataron de proponer diferentes fórmulas, teniendo en cuenta las dificultades obtenidas en pacientes obesos o en los niños (*Livingston y Lee 2001, Boyd 1935, Gehan y George 1970, Haycock et al. 1978, Mosteller 1987*) sin demostrar ventajas prácticas sobre las formulaciones de Dubois y Dubois, con excepción de las fórmulas de Haycok et al. (1978) y de Mosteller (1987), útiles para pacientes con menos de diez kilogramos (*Shuter y Aslani 2000*) o la fórmula de Schlich que discrimina sexo (Schlich et al. 2010).

En cardiología, la superficie corpórea es útil para evaluar el índice cardíaco, siendo esta una medida

resultante de la división del gasto cardiaco por la superficie corporal, obteniéndose así, una noción del gasto cardiaco individual requerido. Recientemente, a utilidad de la SC se demostró también en el pronóstico a largo plazo después de cirugía de remplazo de válvula aortica, donde válvulas con menor índice en relación a la SC presentaron mayor número de eventos (Blackstone et al. 2003), tal vez mediado por el aumento secundario de remodelamiento cardíaco al que el paciente fuera sometido.

En anestesiología, la determinación de la SC se presta necesaria en la determinación de parámetros ventilatorios, administración de fluidos, circulación extra-corpórea y administración de drogas. Uno de los problemas actuales en calcular la SC, tal vez sea la complejidad de las fórmulas para realizarse por medio de cálculo mental y, por lo tanto, casi siempre se recurre al uso de calculadora de cuatro funciones, que permite realizar el cálculo bi-exponencial de las fórmulas; tal dificultad ha sido resuelta en esta época moderna con el uso de programas embutidos en los "smartphones". Nosotros proponemos el uso de una formula linear, de fácil cálculo mental y la comparamos con varias fórmulas descritas en la literatura sobre SC. Se procura, en este estudio evaluar una nueva fórmula para medida de la superficie corporal (SC) idealizada por el grupo (Macruz 2009), teniendo como sustento un peso base y la altura del paciente. Son innúmeras las fórmulas existentes para calcular la superficie corporal siendo que varias de ellas han sido previamente comparadas (Macruz et al. 2009, Rincón et al. 2004, Brion 1985, Fernández 2003). En este estudio procuramos evaluar de forma comparativa siete fórmulas descritas sobre SC, incluyendo una nueva fórmula, utilizando como referencia comparativa la fórmula de Dubois y Dubois.

METODOLOGIA.

Realizamos un estudio transversal analizando datos de 350 registros médicos de pacientes atendidos ambulatoriamente en el Instituto Interestadual de Cardiología (Intecor) anexo al Hospital Real e Benemérita Associação Portuguesa de Beneficência, que realizaron ecocardiogramas transtorácicos. El cálculo de la fórmula propuesta para pacientes dentro de su peso ideal: $SC = 2 \text{Altura} - 1.6$, donde se considera que el peso ideal sea obtenido por la fórmula: altura (cm) - 100.

Para pacientes con peso menor o mayor que el ideal, la fórmula es adaptada de la siguiente forma: $SC = 2A - 1,6 + ((\text{Peso obtenido}) - (\text{Altura} - 100))$ y comparada con la fórmula de Dubois y Dubois. Adicionalmente se compararon varias fórmulas descritas en la literatura (tabla 1).

Análisis estadístico: Utilizamos, en el cálculo de la muestra, el programa G power® versión 3.1.5, considerando un poder estadístico de 90%, para una muestra mínima de 338 pacientes y un valor F critico = 1.85. Los análisis de los datos se realizaron usando el programa SPSS® versión 20. Los datos descriptivos se ofrecen en términos de media y desviación estándar (DS) con intervalo de confianza de 95% (IC 95). Para evaluar la relación entre dos variables, se utilizó el método de regresión linear simples, siendo la fórmula de Dubois y Dubois el parámetro de referencia. La variabilidad entre los valores de superficie corporal estimada por los diferentes métodos fue estimada por análisis de varianza (ANOVA) para medidas repetidas y análisis *pos hoc* de Bonferoni.

Tabla 1. Fórmulas descritas para el cálculo de la superficie corporal.

| |
|--|
| Mosteller |
| $SC (m^2) = ([\text{Altura}(\text{cm}) \times \text{Peso}(\text{kg})] / 3600)^{1/2}$ Eg $= \sqrt{((\text{cm} * \text{kg}) / 3600)}$ |
| DuBois and DuBois |
| $SC (m^2) = 0.007184 \times \text{Altura} (m)^{0.725} \times \text{Peso} (kg)^{0.425}$ |
| Haycock |
| $SC (m^2) = 0.024265 \times \text{Altura} (cm)^{0.3964} \times \text{Peso} (kg)^{0.5378}$ |
| Gehan and George |
| $SC (m^2) = 0.0235 \times \text{Altura} (cm)^{0.42246} \times \text{Peso} (kg)^{0.51456}$ |
| Boyd |
| $SC (m^2) = 0.0003207 \times \text{Altura} (cm)^{0.3} \times \text{Peso}(\text{gramos})^{(0.7285 - (0,0188 \times \text{LOG}(\text{gramos}))}$ |
| Fujimoto |
| $SC (m^2) = (\text{peso}^{0.444} \text{altura}^{0.663}) / 112.5746$ |

RESULTADOS.

Inicialmente se seleccionaron 350 pacientes para el análisis, posteriormente se descartaron pacientes por poseer IMC extremo, un paciente con $IMC < 18.5 \text{ kg/m}^2$ y 5 pacientes con $IMC > 40 \text{ kg/m}^2$. Los restantes 344 pacientes tuvieron una edad media \pm DS de 59.4 ± 16 años (15-96), altura media de $1.69 \pm 0.1 \text{ m}$ (1.48-1.92), peso de $75.3 \pm 14 \text{ kg}$ y un IMC medio de $26.4 \pm 3.8 \text{ m}^2$, siendo 210 de sexo masculinos (61%).

Análisis de varianza (ANOVA) para medidas repetidas, $p < 0.001$ en la comparación de todas las fórmulas.

Los valores obtenidos de superficie corporal estimada por las diferentes ecuaciones muestran que

las poblaciones tienen una significativa variabilidad (tabla 2).

Tabla 2. Valores da superficie corporal (m²) obtenidas por las siete ecuaciones.

| Método | Media | DS | Intervalo de confianza 95% | |
|-------------------|-------|-------|----------------------------|--------|
| | | | mínimo | máximo |
| DuBois and DuBois | 1.851 | 0.011 | 1.830 | 1.872 |
| Macruz | 1.839 | 0.011 | 1.817 | 1.861 |
| Mosteller | 1.872 | 0.011 | 1.850 | 1.894 |
| Haycock | 1.886 | 0.012 | 1.863 | 1.909 |
| Gehan and George | 1.888 | 0.011 | 1.866 | 1.911 |
| Boyd | 1.897 | 0.012 | 1.874 | 1.920 |
| Fujimoto | 1.807 | 0.011 | 1.787 | 1.828 |

Análisis de varianza (ANOVA) para medidas repetidas, $p < 0.001$ en la comparación de todas las fórmulas.

Los valores obtenidos de superficie corporal estimada por las diferentes ecuaciones muestran que las poblaciones tienen una significativa variabilidad (tabla 2).

Tabla 3. Coeficientes de correlación linear entre la superficie corporal estimada por las diferentes ecuaciones y la masa muscular.

| Fórmula | Peso | altura | IMC |
|-------------------|-------|--------|-------|
| DuBois and DuBois | 0.954 | 0.822 | 0.597 |
| Macruz | 0.937 | 0.852 | 0.553 |
| Mosteller | 0.979 | 0.762 | 0.673 |
| Haycock | 0.987 | 0.733 | 0.705 |
| Gehan and George | 0.984 | 0.743 | 0.695 |
| Boyd | 0.991 | 0.710 | 0.729 |
| Fujimoto | 0.962 | 0.807 | 0.619 |

Correlación linear de Pearson para las diferentes fórmulas en relación con el peso, altura e IMC: índice de masa corpórea.

Comparamos por regresión linear las diferentes fórmulas y su relación con el peso, altura y IMC (tabla 3), encontramos las fórmulas de Dubois y Dubois y la nueva fórmula fueron las más parecidas entre sí, en relación al peso y altura de la población estudiada, siendo también estas a la que menor influencia mostró en relación al IMC.

Comparación del IMC: índice de masa corpórea en m² entre la nueva fórmula (Macruz_C) y la descrita por los hermanos Dubois y Dubois por regresión linear, $p = 0.989$.

Tomando en consideración a la fórmula de Dubois y Dubois como variable independiente se obtuvieron las rectas de regresión linear, en la procura de

relación con las otras fórmulas. La nueva fórmula preconizada presentó una buena correlación con $r = 0.989$ (Gráfico 1), siendo esta relación similar al evaluar las demás fórmulas (Haycok $r = 0.98$, Gehan e George $r = 0.99$, Boyd $r = 0.983$), dando énfasis a la fórmula de Fujimoto con un $r = 1$ en esta población.

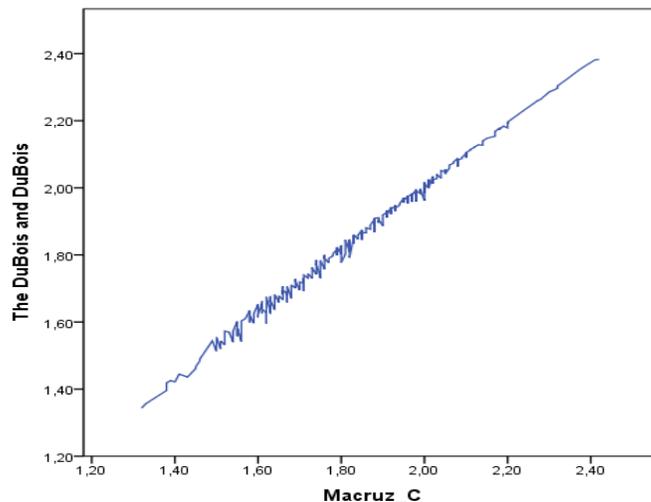


Gráfico 1. Relación entre la fórmula de Dubois y Dubois en relación con la nueva fórmula.

Comparación del IMC: índice de masa corpórea en m² entre la nueva fórmula (Macruz_C) y la descrita por los hermanos Dubois y Dubois por regresión linear, $p = 0.989$.

Tomando en consideración a la fórmula de Dubois y Dubois como variable independiente se obtuvieron las rectas de regresión linear, en la procura de relación con las otras fórmulas. La nueva fórmula preconizada presentó una buena correlación con $r = 0.989$ (Gráfico 1), siendo esta relación similar al evaluar las demás fórmulas (Haycok $r = 0.98$, Gehan e George $r = 0.99$, Boyd $r = 0.983$), dando énfasis a la fórmula de Fujimoto con un $r = 1$ en esta población.

Como se ha descrito que existe una utilidad particular en la fórmula de Haycok en el cálculo de la SC en niños y adolescentes, comparamos esta y la fórmula preconizada, obteniéndose una buena correlación entre ambas ($r = 0.98$). Visto que la media poblacional exhibe sobrepeso ($IMC > 25$ m²), optamos pela estimativa de proporcionalidad de las fórmulas, donde o peso ideal se describe como altura-100, así, en modelo matemático para alturas de 1.4 hasta 2 metros y comparando las dos curvas, Dubois y Dubois vs la nueva fórmula, resultando en una $r = 1$.

DISCUSIÓN.

Varias fórmulas se presentaron años después de la propuesta inicial de Dubois y Dubois, algunas con

cierta relevancia (Boyd 1935, Gehan y George 1970, Mosteller 1987, Fujimoto et al. 1968), mas permanecen todavía de difícil utilización al lado del paciente en emergencias. Otra dificultad técnica encontrada es que las dosis calculadas con base en el peso corporal no siempre son adecuadas para obesos o desnutridos, pues los obesos tendrían concentraciones séricas excesivamente altas y los desnutridos mostrarían lo contrario. Sabemos que el cálculo de la SC posee varios propósitos clínicos, siendo esta un buen indicador del gasto metabólico en relación con el peso corporal debido a la poca influencia de este por la masa adiposa. Sus criticas principales pueden ser válidas en casos de cálculos de dosis medicamentosas con un estricto índice terapéutico, como observado en las drogas usadas en la quimioterapia, donde las dosis de drogas son tradicionalmente basadas en la SC. Recientes estudios muestran que es la tasa de filtración glomerular el factor limitante y así cuestionando la dosis basada en la SC (Baker et al. 2002). Fórmulas que puedan ser influenciados por el IMC o por aumento de contenido adiposo pueden afectar el cálculo adecuado de estas dosis, siendo de importancia relevante en los tiempos actuales en los que se observa una elevada prevalencia de sobrepeso y obesidad mundial con sus concomitantes múltiples riesgos (Repetto et al. 2003). En este estudio las fórmulas de Dubois y Dubois, Fujimoto y la nueva fórmula (Du Bois y Du Bois 1915, Blackstone et al. 2003, Fujimoto 1968) fueron las que se mostraron con mayor equilibrio entre altura y peso, siendo que la de Dubois y Dubois y la fórmula de Mosteller ya se estudiaron en relación con el IMC (Fernández 2003). Debemos por otro lado resaltar que la obesidad no es más que existe una falta de proporcionalidad entre el peso y la altura. La fórmula sugerida fue válida para adultos de diferentes edades y IMC, produce una alta correlación con la fórmula de Dubois y se comportó semejante a las otras fórmulas, su simplicidad compite con la descrita por la fórmula de Mosteller (1987). La precisión de esta fórmula es tan adecuada que justifica su uso en situaciones de emergencia cuando una calculadora no esté disponible, siendo que los resultados comparativos fueron muy pequeños, variando en media 0.3% (0.2-0.4%), en una franja de peso desde 44 hasta 126 kg. Adicionalmente, debido a la poca influencia del IMC se sugiere su investigación en correlación a los medios modernos de cálculo de SC, como la tomografía axial computadorizada, así como su empleo en estudios de implante de prótesis cardíacas, apoyando así posteriores estudios en el área.

CONCLUSIÓN.

La obtención de la superficie corporal por la fórmula de Dubois y Dubois y la de Fujimoto junto con la nueva fórmula sugerida mostraron la menor correlación con el índice de masa corporal y la mayor relación entre el peso y la altura lo que puede ser benéfico en el estudio de proporcionalidades o de idiometrias. Por otro lado; su uso podría estar comprometido en la vigencia de aumento del tejido adiposo, o de alteraciones en el clearance de creatinina, factores sin explicación linear por la superficie corporal y de reconocida importancia al administrar drogas. Finalmente, el cálculo de la nueva fórmula sugerida es de incomparable simplicidad garantizando su uso práctico de rutina.

REFERENCIAS.

- Du Bois D, Du Bois E. 1915. The measurement of the surface area of man. Arch Intern Med. 16: 868–881.
- Livingston EH, Lee S. 2001. Body surface area prediction in normal-weight and obese patients. Am J Physiol. 281: E586–E591.
- Boyd E. 1935. The Growth of the Surface of the Human Body. University of Minnesota Press. Minneapolis
- Gehan EA, George SL. 1970. Estimation of human body surface area from height and weight. Cancer Chemother Rep. 54: 225–235.
- Haycock GB, Schwartz GJ, Wisotsky DH. 1978. Geometric method for measuring body surface area: a height–weight formula validated in infants, children, and adults. J Pediatr. 93: 62–66.
- Mosteller RD. 1987. Simplified calculation of body-surface area. N Engl J Med 317: 1098.
- Shuter B, Aslani A. 2000. Body surface area: Du Bois and Du Bois revisited. Eur J Appl Physiol. 82: 250–254.
- Schlich E, Schumm M, Schlich M. 2010. "3-D-Body-Scan als anthropometrisches Verfahren zur Bestimmung der spezifischen Körperoberfläche". Ernährungs Umschau 57:178-183.
- Blackstone EH, Cosgrove DM, Jamieson WR et al. 2003. Prosthesis size and long-term survival after aortic valve replacement. J Thorac Cardiovasc Surg. Sep;126: 783-796.
- Radi Macruz. 2009. Matemática da arquitetura humana: $V = k \cdot$. ET. Idiometria Humana. Novos rumos da normalidade. Editora Roca.
- Rincón et al. 2004. Evaluación de seis fórmulas usadas para el cálculo de la superficie corporal. Rev. Fac. Med. (Bogotá); 52:115-120.

Macruz et al. 2014. Comparación y utilidad de nueva fórmula para calcular superficie corporal. MedULA 23:25-29.

Brion L, Fleischman AR, Schwartz GJ. 1985. Evaluation of four length-weight formulas for estimating body surface area in newborn infants. *J Pediatr* 107:801-803.

Fernández Vieitez JA. 2003. Superficie corporal como indicador de masa muscular en el adulto del sexo masculino. *Rev Cubana Salud Pública* 29: 124-27.

Baker SD, Verweij J, Rowinsky EK et al. 2002. Role of body surface area in dosing of

investigational anticancer agents in adults, 1991-2001. *J Natl Cancer Inst.* 94: 1883-1888.

Repetto G, Rizzolli J, Bonatto C. 2003. Prevalência, riscos e soluções na obesidade e sobrepeso: Here, there, and everywhere. *Arq Bras Endocrinol Metab, São Paulo.* 47:

Fujimoto S, Watanabe T, Sakamoto A et al. 1968. Studies on the physical surface area of Japanese. 18. Calculation formulae in three stages over all ages. *Nippon Eiseigaku Zasshi* 5:443-450.

Recibido: 2 abril 2013

Aceptado: 15 julio 2013