

Buendía-Lozada, E.R.P; Cruz-Gómez, M.A.; Flores-Chico, B; Aguilar-Enríquez, R.I.; Villagrán-Arroyo, E.I.; Sánchez-Flores, O. y López-de-la-Rosa, L.E. (2017). Ecuaciones de predicción de pliegues cutáneos en escolares / Prediction Equations of Skinfold in Children of Primary School. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 17 (65) pp. 27-41. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista65/artecuaciones787.htm>
DOI: <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2017.65.002>

ORIGINAL

ECUACIONES DE PREDICCIÓN DE PLIEGUES CUTÁNEOS EN ESCOLARES

PREDICTION EQUATIONS OF SKINFOLD IN CHILDREN OF PRIMARY SCHOOL

Buendía-Lozada, E.R.P.¹; Cruz-Gómez, M.A.²; Flores-Chico, B.³; Aguilar-Enríquez, R.I.⁴; Villagrán-Arroyo, E.I.⁵; Sánchez-Flores, O.⁶; López-de-la-Rosa, L.E.⁷

¹ Facultad de Cultura Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (México), buendiaenr@gmail.com

² Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (México), marco.cruz@correo.buap.mx

³ Facultad de Cultura Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (México), benoni01@gmail.com

⁴ Facultad de Cultura Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (México), Aguilar.enriquez@hotmail.com

⁵ Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (México), iram.villagran@correo.buap.mx

⁶ Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (México), oscar.sanchezflores@correo.buap.mx

⁷ Facultad de Cultura Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (México), dlrosa.luise@gmail.com

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha contado con la financiación de PROMEP de la Secretaría de Educación Pública de México, en su convocatoria de Fortalecimiento de Cuerpos Académicos.

Código UNESCO / UNESCO code: 5899 Otras especialidades (Educación Física y Deporte) / Other specialties (Physical Education and Sports)

Clasificación del Consejo de Europa / Council of Europe classification: 3. Biomecánica del deporte / Biomechanics of sport

Recibido 9 de mayo de 2014 **Received** May 9, 2014

Aceptado 26 de mayo de 2015 **Accepted** may 26, 2015

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es crear ecuaciones que estimen las medidas de los pliegues cutáneos para escolares de 6 a 13 años de edad. Como resultado se obtuvieron catorce ecuaciones que estiman algunos pliegues cutáneos. Las ecuaciones se validaron con muestras aleatorias de 479 niñas y 541 niños del estado de Puebla y otras 2 muestras aleatorias del estado de Veracruz con 155 niñas y 146 niños respectivamente; las mediciones directas se realizaron con la metodología y unidades ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry).

PALABRAS CLAVE: Antropometría, Biomecánica deportiva, Tecnología Digital, Pliegues cutáneos.

ABSTRACT

The aim of this paper is to create equations that predict the skinfold measures for school children 6 to 13 years old. Fourteen resulting equations were derived to estimate some measures of skinfold. The equations were validated with random samples of 479 girls and 541 boys in the state of Puebla and 2 other random samples of the state of Veracruz with 155 girls and 146 boys respectively; direct measurements were performed with the methodology and units ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry).

KEYWORDS: anthropometry, biomechanics sports, digital technology, skinfold thickness.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la niñez puede ayudarnos a conocer las particularidades de los seres humanos en sus diferentes actividades, género, edad y a corto, mediano y largo plazo, así como qué características tienen las generaciones desde diferentes perspectivas (koutedakis, 2009) (Ureña Bonilla, Blanco Romero, & Salas Cabrera, 2015). De esta manera se pueden generar indicaciones para el cuidado de la salud si se comparan con un valor de referencia, estableciendo puntos de corte apropiados (Flores H., 2006).

Tomando en cuenta que, los datos antropométricos se pueden clasificar en dos tipos: distancia lineal y la circunferencia; que la parte lineal se define como la

distancia entre dos puntos de referencia anatómicos (landmarks), y que la parte circunferencia se define como la longitud que se puede cerrar alrededor de la parte (segmento corporal) en el lugar predefinido (Sheng-Fuu, Shih-Che, & Kuo-Yu, 2010), y que, realizar dichas mediciones antropométricas, toma mucho tiempo y dinero al usar metodologías estándares (Bastos Moreira, 2008) (Wang, Wu, Lin, Yang, & Lu, 2007), es deseable que existieran alternativas de medición que estén validadas.

Bajo esta perspectiva, se tiene como objetivo crear un grupo de ecuaciones que puedan estimar el tamaño de los pliegues cutáneos Tríceps (PTRI), Subscapular (PSUB), Bíceps (PBI), Cresta Iliaca (PCE), Supra espinal (PSE), Muslo Frontal (PMF), Pierna Media (PPM) para niñas y niños escolares de 6 a 13 años de edad.

MATERIALES Y MÉTODOS

PARTICIPANTES

El estudio fue realizado en el municipio de Puebla de la ciudad de Puebla en México, tomado una muestra aleatoria de escuelas primarias urbanas públicas y privadas de (eduPortal.com.mx, 2011), se tomaron muestras aleatorias de 705 niñas (tabla 1) y 629 niños (tabla 2) para crear las ecuaciones de regresión múltiple, y se validaron estas ecuaciones con 479 niñas (tabla 3) y 541 niños (tabla 4) de las mismas muestras correspondientes, las mediciones directas se realizaron en junio de 2012 en sus escuelas; así mismo, se seleccionaron al azar de 13 escuelas primarias urbanas, públicas y privadas del estado de Veracruz, del municipio de Veracruz, 146 niños (tabla 5) y 155 niñas (tabla 6) para validar las ecuaciones con muestras diferentes, estas mediciones directas se realizaron el 22 de mayo de 2013 en sus escuelas.

A todas las niñas y niños se les midió Peso (PESO), Estatura (EST) con tracción, los pliegues: Tríceps (PTRI), Subscapular (PSUB), Bíceps (PBI), Cresta iliaca (PCE), Supra espinal (PSE), Abdominal, Muslo frontal (PMF), Pantorrilla Media (PPM); las circunferencias: Circunferencia cintura mínima, Circunferencia glútea, Circunferencia brazo relajado (CBRAZOREL), Perímetro cintura mínimo (CCINTURAMIN), Circunferencia brazo flexionado y tenso, Perímetro Pantorrilla Máximo (CPIERNAMAX); los diámetros: humero (DHUMER), fémur (DFEMUR); de acuerdo a ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry) para tener un método estándar en las mediciones, y se pidió su fecha de nacimiento (EDAD) requerida para calcular la edad cronológica.

Tabla 1. Características de las niñas de estudio para construir las ecuaciones, n=705

Variable	Media (Desviación estándar)	Mediana	Mínimo – máximo
Peso (Kg)	34,08156 (11,79409)	32,5	11,5-81,5
Estatura (cm)	135,2804 (13,02719)	135,6	104,6-177
Pliegue Tríceps (mm)	12,38525 (4,411232)	11,75	2,3-30,1
Pliegue Subescapular (mm)	10,52156 (5,236291)	8,75	3,5-37
Pliegue Bíceps (mm)	8,356028 (3,884591)	7,5	2,5-26,05
Pliegue Cresta Iliaca (mm)	15,01695 (7,196236)	13,75	3-39
Pliegue Supra espinal (mm)	11,87035 (6,673433)	10	0,5-38
Pliegue Muslo Frontal (mm)	17,02993 (6,794842)	15,75	5,25-61
Pliegue Pantorrilla Media (mm)	12,45 (5,802209)	11	3,25-41,5
Perímetro Brazo Relajado (cm)	21,45938 (3,566636)	21,2	7-35,25
Perímetro Cintura Mínimo (cm)	61,77688 (9,596387)	60,8	18-97,55
Perímetro Pantorrilla Máximo (cm)	27,69652 (5,253093)	27,25	2,5-93-15
Diámetro Húmero (cm)	5,376397 (1,247697)	5,3	3,7-34,25
Diámetro Fémur (cm)	8,023362 (3,12044)	7,9	4,55-88

Tabla 2. Características de los niños de estudio para construir las ecuaciones, n=629

Variable	Media (Desviación estándar)	Mediana	Mínimo – máximo
Peso (Kg)	40,47751 (11,05549)	39	15-81
Estatura (cm)	136,3177 (12,84677)	136	107,95-175-4
Pliegue Tríceps (mm)	11,87179 (4,998682)	11	4-32,5
Pliegue Subescapular (mm)	9,704928 (5,744996)	7,25	1-36,5
Pliegue Bíceps (mm)	7,640223 (3,960186)	6,5	2-21,5
Pliegue Cresta Iliaca (mm)	14,24236 (8,438113)	11,75	2-37,75
Pliegue Supra espinal (mm)	11,34603 (7,707051)	8,5	2,5-46
Pliegue Muslo Frontal (mm)	15,01285 (6,431181)	13,75	3-35,5
Pliegue Pantorrilla Media (mm)	11,70715 (6,015475)	10	2,5-35,25
Perímetro Brazo Relajado (cm)	21,31717 (3,720032)	21	6,8-33,45
Perímetro Cintura Mínimo (cm)	63,64308 (10,87881)	62	5,7-94,35
Perímetro Pantorrilla Máximo (cm)	28,01514 (4,116762)	27,775	15-47,7
Diámetro Húmero (cm)	5,601308 (0,6493822)	5,55	3,7-9,5
Diámetro Fémur (cm)	8,416608 (0,8390165)	8,4	5,5-11,05

Las tablas 3 y 4 describen las características de las muestras del estado de Puebla, para validar las ecuaciones de estimación de pliegues cutáneos con las mismas personas de las muestras con que se crearon las ecuaciones.

Tabla 3. Características de las niñas donde las nuevas ecuaciones fueron validadas, n=479

Variable	Media (Desviación estándar)	Mediana	Mínimo – máximo
Peso (kg)	33,53184 (11,62495)	31,4	12,2-80,8
Estatura (cm)	134,9477 (13,05043)	134	106,7-174
Pliegue Tríceps (mm)	12,36897 (4,427739)	11,5	4-28,25
Pliegue Subescapular (mm)	10,29151 (5,0362)	9	3-30,05
Pliegue Bíceps (mm)	8,242034 (4,339225)	7,25	3-55
Pliegue Cresta Iliaca (mm)	14,65273 (7,000449)	14	3,5-38
Pliegue Supra espinal (mm)	11,40734 (6,436997)	10	2,5-35,5
Pliegue Muslo Frontal (mm)	16,26572 (6,175563)	15	6-42
Pliegue Pantorrilla Media (mm)	12,12275 (5,373995)	11	4-31-5
Perímetro Brazo Relajado (cm)	21,28753 (3,80201)	20,8	4-35
Perímetro Cintura Mínimo (cm)	61,40818 (9,540226)	60,5	5,5-94
Perímetro Pantorrilla Máximo (cm)	27,57715 (4,348333)	27,1	19,25-66-5
Diámetro Húmero (cm)	5,52804 (3,244278)	5,3	4,05-54
Diámetro Fémur (cm)	7,86043 (0,7691566)	7,85	4,8-10,1

Tabla 4. Características de los niños donde las nuevas ecuaciones fueron validadas n=541

Variable	Media (Desviación estándar)	Mediana	Mínimo – máximo
Peso (Kg)	33,52802 (11,24576)	30,75	14,9-81
Estatura (cm)	134,5654 (12,58272)	133,7	106,8-173,1
Pliegue Tríceps (mm)	11,2768 (4,861312)	10	3,5-31-5
Pliegue Subescapular (mm)	9,295833 (5,541476)	7	3-36,05
Pliegue Bíceps (mm)	7,560093 (4,117071)	6,5	2-26,1
Pliegue Cresta Iliaca (mm)	13,47056 (7,990739)	11	3-48
Pliegue Supra espinal (mm)	10,59787 (7,311645)	7,875	2-45,05
Pliegue Muslo Frontal (mm)	14,92657 (6,886113)	13	4-58
Pliegue Pantorrilla Media (mm)	11,27745 (5,877952)	10	3-41
Perímetro Brazo Relajado (cm)	20,89194 (3,611476)	20,175	6,7-35,45
Perímetro Cintura Mínimo (cm)	62,57157 (10,61484)	60,8	17,7-101,7
Perímetro Pantorrilla Máximo (cm)	27,62028 (4,948647)	26,8	15-69,4
Diámetro Húmero (cm)	5,650519 (3,504332)	5,425	4-85,7
Diámetro Fémur (cm)	8,362565 (1,280854)	8,3	5,6-31,1

La tabla 5 y 6 describen las características de las muestras del estado de Veracruz, para validar las ecuaciones de estimación de pliegues cutáneos con muestras diferentes de personas y localidad.

Tabla 5. Características de las niñas de Veracruz donde las nuevas ecuaciones fueron validadas
n=146

Variable	Media (Desviación estándar)	Mediana	Mínimo – máximo
Peso (kg)	36,83566434 (12,6723332)	34	13,1-92,5
Estatura (cm)	136,58 (12,6641149)	136	109-169
Pliegue Tríceps (mm)	12,199726 (4,82635572)	11	4-26
Pliegue Subescapular (mm)	10,1342466 (6,37072111)	7,75	3-36
Pliegue Bíceps (mm)	8,95068493 (4,87834531)	7,75	2,5-28,5
Pliegue Cresta Iliaca (mm)	13,0373288 (6,84314428)	13	4-36
Pliegue Supra espinal (mm)	10,8684932 (6,86078546)	9	3-38
Pliegue Muslo Frontal (mm)	15,9657534 (6,58420108)	14,5	5-42
Pliegue Pantorrilla Media (mm)	13,9657534 (5,85090119)	12,75	4-33
Perímetro Brazo Relajado (cm)	22,1407534 (4,49833304)	21,35	6,7-36,7
Perímetro Cintura Mínimo (cm)	64,5821918 (12,9618351)	63,5	8,6-102
Perímetro Pantorrilla Máximo (cm)	28,7541096 (4,98330606)	28,1	16-44,3
Diámetro Húmero (cm)	6,08275862 (4,62781836)	5,6	4-61
Diámetro Fémur (cm)	8,65551724 (0,85500791)	8,6	6,3-10,9

Tabla 6. Características de las niñas de Veracruz donde las nuevas ecuaciones fueron validadas
n=146

Variable	Media (Desviación estándar)	Mediana	Mínimo – máximo
Peso (kg)	35,59668874 (12,49581873)	32,9	15,8-73,8
Estatura (cm)	135,974342 (13,8005697)	134,85	110-195
Pliegue Tríceps (mm)	13,3599342 (4,75722449)	13	2-27
Pliegue Subescapular (mm)	10,8888158 (5,67513679)	9	4-34
Pliegue Bíceps (mm)	9,81973684 (3,90281679)	9	4-24
Pliegue Cresta Iliaca (mm)	14,2703947 (6,39973107)	14	4,5-39
Pliegue Supra espinal (mm)	11,7263158 (5,78934749)	10,25	3-29
Pliegue Muslo Frontal (mm)	17,55322895 (6,23110742)	16	7,7-41
Pliegue Pantorrilla Media (mm)	14,0335526 (5,37181906)	13	6-30
Perímetro Brazo Relajado (cm)	21,9677632 (3,85596943)	21,5	8,3-31,9
Perímetro Cintura Mínimo (cm)	62,6071053 (10,9749244)	62	6,58-95,4
Perímetro Pantorrilla Máximo (cm)	29,7447368 (5,85897635)	28,6	19-52
Diámetro Húmero (cm)	5,76032895 (3,74592734)	5,4	4,04-51
Diámetro Fémur (cm)	8,13440789 (0,86346969)	8,1	4,7-10,5

MATERIAL

El equipo de medición que se utilizó es el ISAK recomienda; Kit antropométrico Rosscraft con plicómetro Herpenden, báscula digital Microlife, cajón

antropométrico Nuevo León, cinta métrica de metal, antropómetro pequeño o calibrador, hojas de registro de mediciones, escuadra.

MÉTODOS

Se usó la metodología de medición y unidades de ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry) para las medidas directas.

La investigación se ajustó a la Declaración de Helsinki, motivo por el cual hubo niñas y niños que no quisieron participar; la edad de las niñas y niños fue entre 6 y 13 años y del primer a sexto grado de educación primaria.

La validación de las ecuaciones de estimación de pliegues cutáneos se realizó calculando la repetitividad (B. Mandeville, 2007) y el acuerdo con el coeficiente de correlación de Pearson, para el caso de comparar las estimaciones con las medidas directas ISAK de las mismas personas. Para la condición de verificar el acuerdo con muestra diferente de personas y las ecuaciones de regresión creadas se usó la gráfica Blant – Altman.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el caso de los números aleatorios de los muestreos y análisis de los datos se realizaron en el Lenguaje R (R Core Team, 2012) (R Core Team, 2013), el ajuste se verificó con la función plot (fit) para el caso de los residuales. Así para el caso de la repetitividad de las ecuaciones de estimación de pliegues cutáneos se empleó el coeficiente concordancia de Lawrence Lin (Lawrence & Lin, 1989), de la Librería Agreement (Yu & Lin, 2012); las ecuaciones de regresión múltiple se crearon con la función lm.

La base de datos se capturo en Excel (Microsoft, 2010)

Para el Cálculo de la precisión entre dos métodos se usó la formula

$$Precision = \sqrt{2} * \frac{(SD_T + SD_E)}{2} \quad (\text{Press \& Fisher, 2008})$$

RESULTADOS

Con la muestra de niñas descritas en la tabla 1, se construyeron las ecuaciones de regresión de la tabla 7.

Tabla 7. Ecuaciones de regresión para el pronóstico de pliegues cutáneos en niñas de 6 a 13 años de edad de educación primaria (con unidades de medición ISAK para los parámetros de las ecuaciones)

Ecuaciones para niñas	R cuadrada Ajustada
(1) PTRI= -5,03431-EST(0,05117) +CCINTURAMIN(0,08649) +CBRAZOREL(0,88531)	0,6206
(2) PSUB= -13,59314-EST(0,04737)+ CCINTURAMIN(0,18240) +CBRAZOREL(0,89730)	0,6937
(3) PBI= (-6,30905)+CBRAZOREL(0,79544)-EDAD(0,25009)	0,4507
(4) PCE= -21,96109+CCINTURAMIN(0,21299)+ CBRAZOREL(1,11002)	0,6349
(5) PSE= -22,97773 + CCINTURAMIN(0,23677) + CBRAZOREL(1,04481) – EDAD(0,22883)	0,6762
(6) PMF= - 12,03850+ CCINTURAMIN(0,11188) + CBRAZOREL(1,13412) – EDAD(0,61324)+ CPIERNAMAX(0,10331) + DFEMUR(0,10671)	0,5057
(7) PPM= - 14,34734 + CCINTURAMIN(0,12778) + CBRAZOREL(1,05928) – EDAD(0,39815)	0,5872

Con la muestra de niños descritos en la tabla 2, se construyeron las ecuaciones de la tabla 8.

Tabla 8. Ecuaciones de regresión para el pronóstico de pliegues cutáneos en niños de 6 a 13 años de edad de educación primaria (con unidades de medición ISAK para los parámetros de las ecuaciones).

Ecuaciones para niños	R cuadrada Ajustada
(1) PTRI= -1,85012 - EST(0,11442) +CCINTURAMIN(0,07186) +CBRAZOREL(1,16081)	0,6833
(2) PSUB= -7,90235 - EST(0,12206)+ CCINTURAMIN(0,13823) +CBRAZOREL(1,19386)	0,7056
(3) PBI= -3,85205 - EST(0,04788)+ CBRAZOREL(0,96191) – EDAD(0,25483)	0,581
(4) PCE= -17,04008 – EST(0,13540) + CCINTURAMIN (0,16752)+ CBRAZOREL(1,83990)	0,7087
(5) PSE= -20,60825- EST(0,07050)+CCINTURAMIN(0,16157)+CBRAZOREL(1,59227)- EDAD(0,27270)	0,7378
(6) PMF= - 5,45435 – EST(0,06822) + CCINTURAMIN(0,09429) + CBRAZOREL(1,42063)-EDAD(0,65323)	0,5844
(7) PPM= -10,55279 –EST(0,03679)+ CCINTURAMIN (0,05649) + CBRAZOREL(1,32566) – EDAD(0,46952)	0,6271

Al contrastar las mediciones directas de las personas de Puebla (tablas 3 y 4) contra las estimaciones de mediciones de pliegues obtenidos con las ecuaciones de pronóstico de la misma muestra, se obtienen las tablas 9 y 10, que verifican las reproductibilidad y confiabilidad de las ecuaciones de estimación de pliegues cutáneos.

Tabla 9. Residuales (Mediciones directas=y, Ecuación Pronostico=X), Coeficiente de Concordancia Lawrence-Lin (L.Lin) y el Coeficiente de Correlación de Pearson en Niñas.

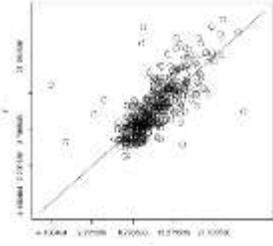
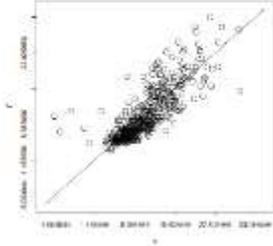
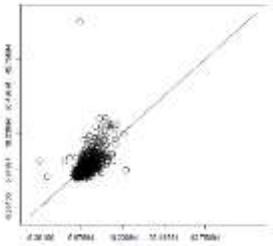
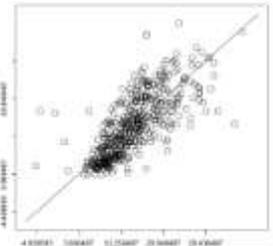
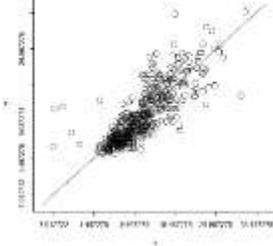
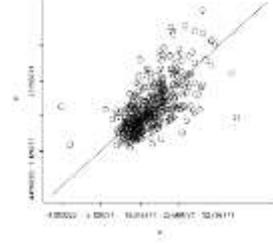
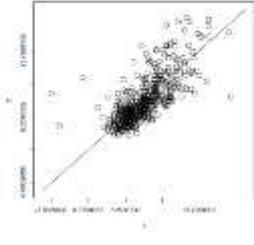
Pliegue Cutáneo		
L-Lin		
Pearson		
Residuales		
(1) PTRI	(2) PSUB	(3) PBI
L.Lin=0,7206 Pearson=0,7337836	L.Lin=0,7993 Pearson=0,8033591	L.Lin=0,4671 Pearson=0,5117825
		
(4) PCE	(5) PSE	(6) PMF
L.Lin=0,7292 Pearson=0,738086	L.Lin=0,7997 Pearson=0,8053601	L.Lin=0,6388 Pearson=0,6536768
		
(7) PPM		
L.Lin=0,7183 Pearson=0,7245369		
		

Tabla 10. Residuales (Mediciones directas=y, Ecuación Pronostico=X), Coeficiente de Concordancia Lawrence-Lin (L.Lin) y el Coeficiente de Correlación de Pearson en Niños.

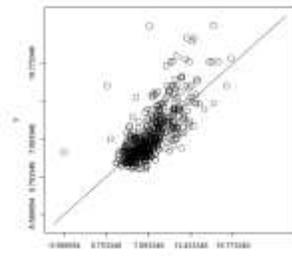
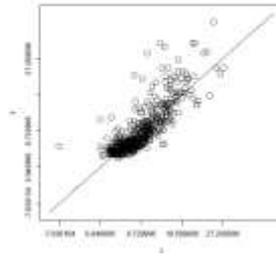
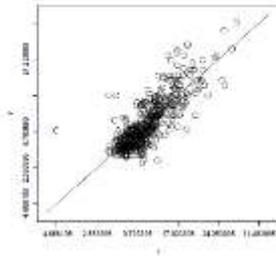
Pliegue Cutáneo

L-Lin

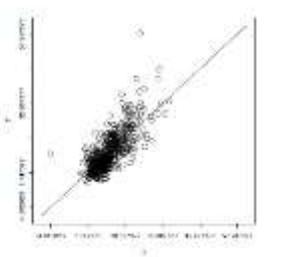
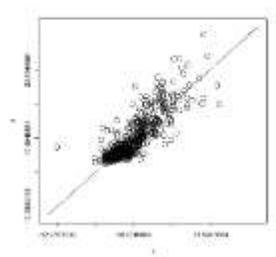
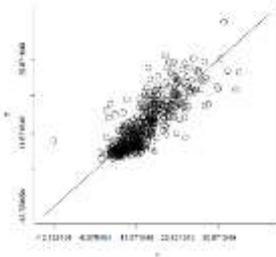
Pearson

Residuales

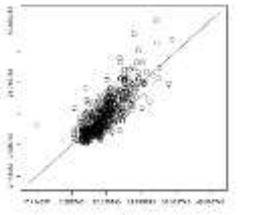
- | | | |
|---|--|--|
| (1) PTRI
L.Lin=0,7979
Pearson=0,8138393 | (2) PSUB
L.Lin=0,813
Pearson=0,8252104 | (3) PBI
L.Lin=0,6933
Pearson=0,7330324 |
|---|--|--|



- | | | |
|--|--|--|
| (4) PCE
L.Lin=0,8087
Pearson=0,8146914 | (5) PSE
L.Lin=0,8331
Pearson=0,8404457 | (6) PMF
L.Lin=0,7246
Pearson=0,7614115 |
|--|--|--|



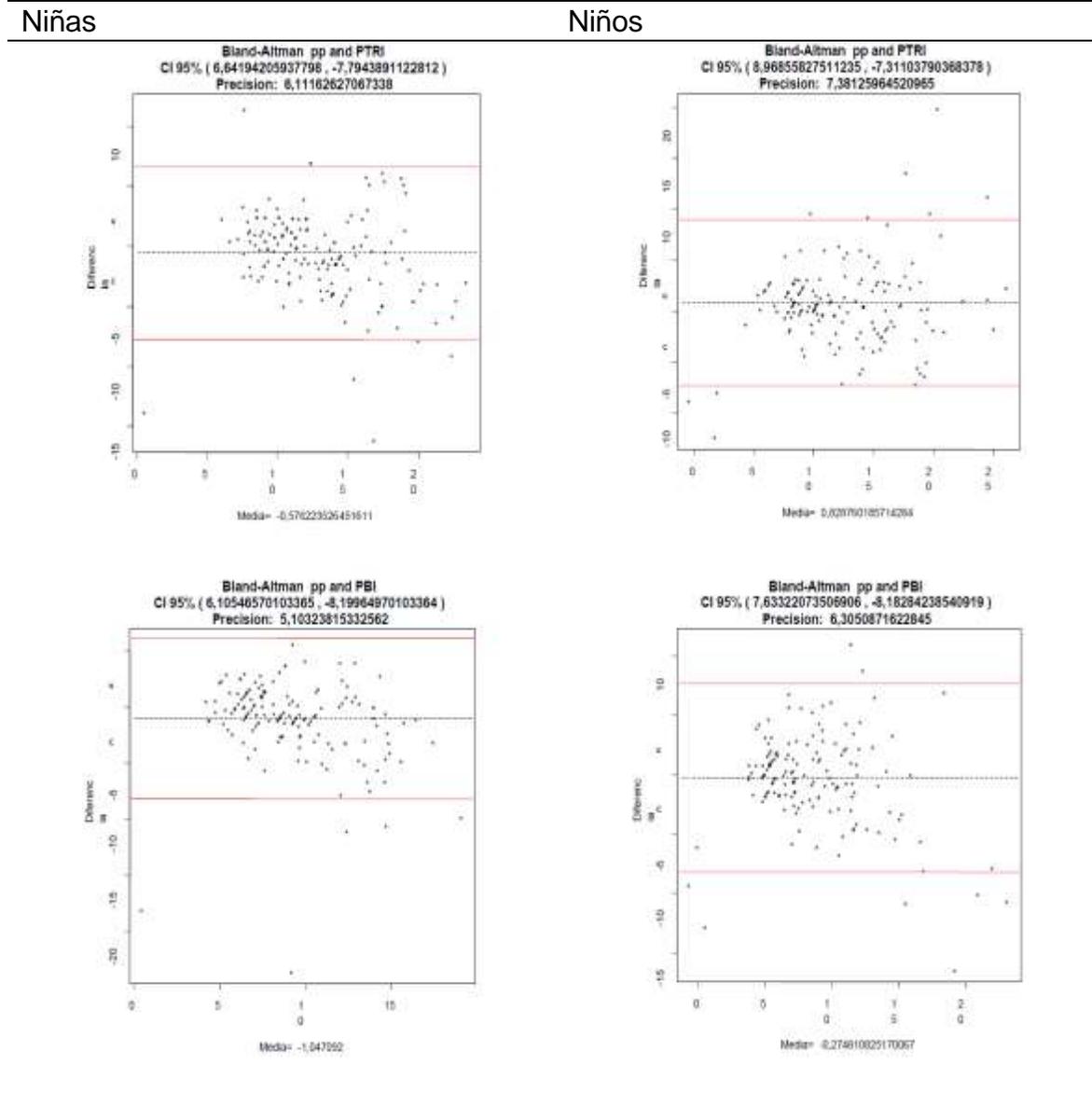
- | |
|--|
| (7) PPM
L.Lin=0,7804
Pearson=0,8024939 |
|--|

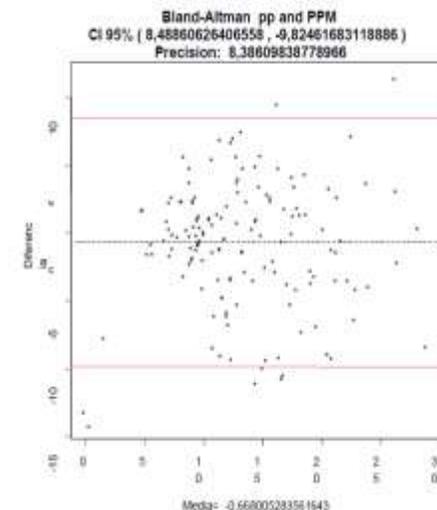
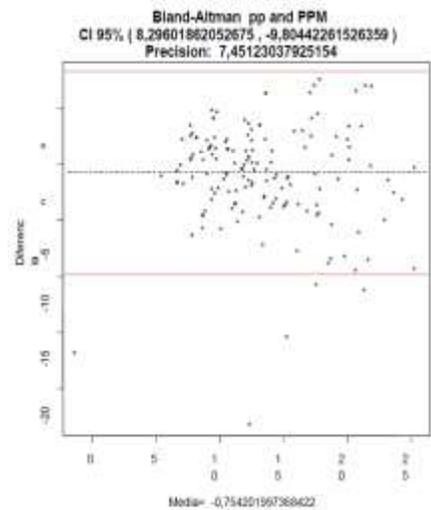
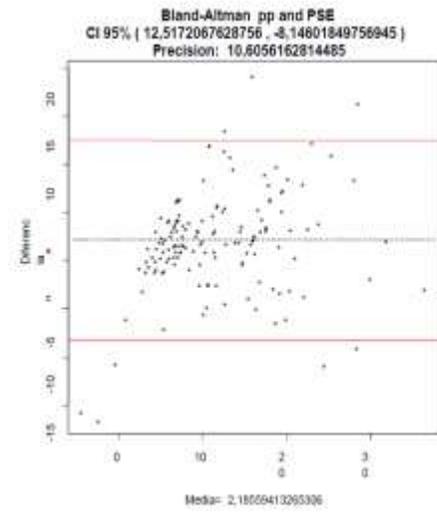
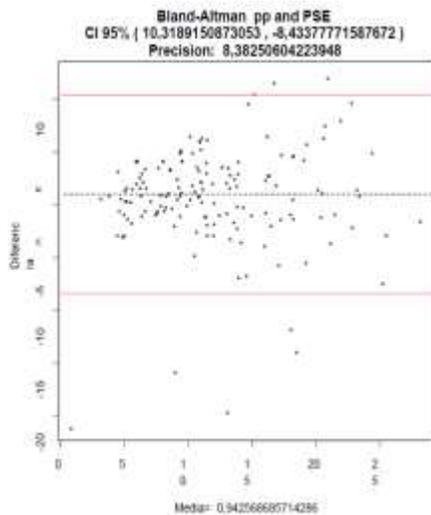
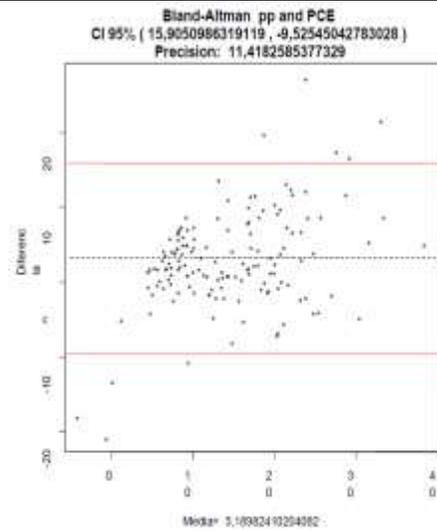
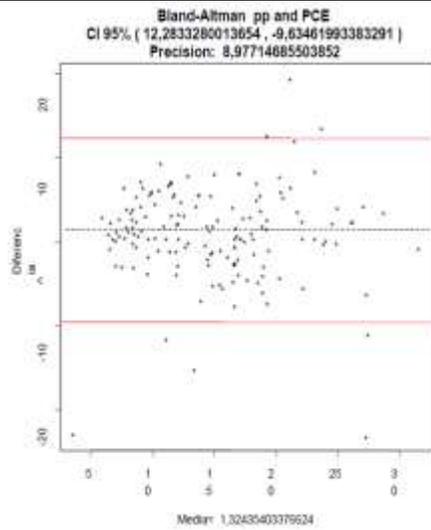


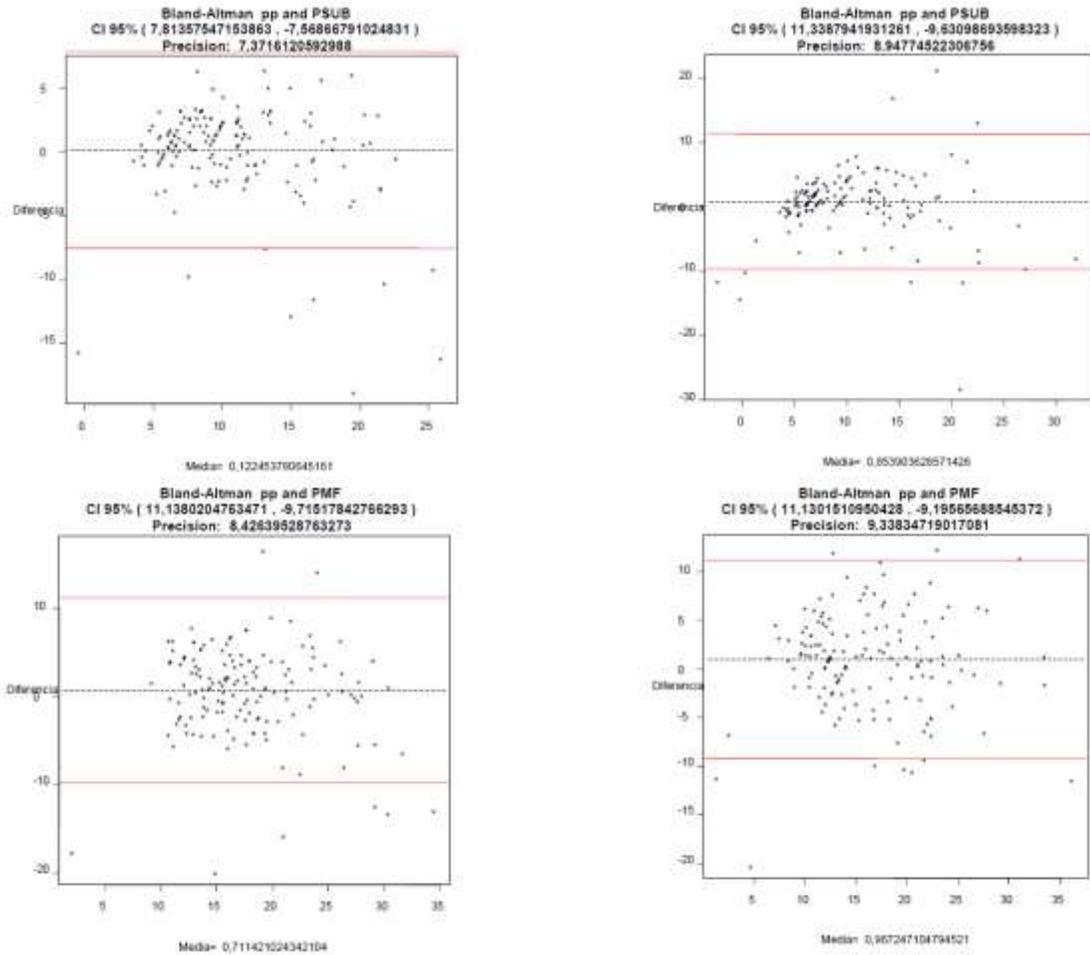
Las bases de datos global de Puebla y Veracruz sin ajuste que se usó en este trabajo están en (Buendía Lozada E.R., 2014).

Las gráficas Blant – Altman de la tabla 11 describen las diferencias y la precisión que se obtuvieron al usar los datos de las muestras de la tabla 5 y 6 con las estimaciones de las ecuaciones correspondientes en niñas y niños de Veracruz.

Tabla 11. Blant – Altman en niñas lado izquierdo y niños del lado derecho (Mediciones directas=Pliegue corporal correspondiente, Ecuación de estimación de pliegues cutáneos=pp).







DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las ecuaciones de la tabla 7 y 8 están validadas para poder estimar medidas de los pliegues cutáneos: Tríceps (PTRI), Subscapular (PSUB), Bíceps (PBI) con el más bajo nivel de confianza, Creta Iliaca (PCE), Supra espinal (PSE), Muslo Frontal (PMF), Pierna Media (PPM); para niñas y niños escolares de 6 a 13 años de edad en los municipios de Puebla y Veracruz, dan la posibilidad de ampliar su uso en la Educación Física, ampliando de esta forma las alternativas de medición, tal como lo sugieren (Bastos Moreira, 2008) (Wang, Wu, Lin, Yang, & Lu, 2007).

Para aumentar portabilidad de los instrumentos de medición de acuerdo a (kohlschütter & Herout, 2012), se creó una aplicación de cómputo que usa fotografías perpendiculares a los segmentos corporales para capturar o aproximar los parámetros de las ecuaciones de estimación de pliegues cutáneos de las tablas 7 y 8; para calibrar las mediciones, se debe usar un objeto de referencia de dimensión conocida, que el software ajusta de la medida en fotografía a una medida

real por regla de tres; calcula la distancia lineal Euclídea para los diámetros y longitudes, y las circunferencias con un modelo elíptico perimetral (MathsIsFun.com, 2013). Para el caso de los niños necesita los datos, circunferencia cintura mínima, circunferencia brazo relajado, y para las niñas: circunferencia cintura mínima, circunferencia brazo relajado, circunferencia pierna máxima y diámetro de fémur; que se puede calcular marcando con el apuntador del ratón en los puntos que definen los extremos a medir de los segmentos corporales en la parte medial correspondiente y para niños y niñas se necesita capturar su edad, estatura y peso; evitando con este software ser invasivos con las personas como lo describe (Herianto, Probandari, & Darmawan, 2010). La aplicación de cómputo AD descrita anteriormente se encuentra disponible en (Buendía Lozada E. R., 2014), el cual tiene los mismos problemas potenciales referidos por (kohlschütter & Herout, 2012) y que requiere de más investigación para mejorarlo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- B. Mandeville. P. (2007). El coeficiente de correlación de concordancia de Lin. *Ciencia UANL*, 91-94
- Bastos Moreira, S. (2008). The Validity of the photoshop 8 program usage to obtain anthropometric measurements. *Fitness & performance EISSN 1676-5133*, 158-161. <https://doi.org/10.3900/fpj.7.3.158.e>
- Buendía Lozada, E. R. (28 de Abril de 2014). SourceForge.net. Recuperado el 28 de Abril de 2014, de Biomechanics, DataBase dbAnthropometryChildM_xico.xlsx: <http://sourceforge.net/projects/biomechanics/files/DataBase/>
- eduPortal.com.mx. (13 de junio de 2011). Primarias en Puebla, Puebla, México. Recuperado el 13 de junio de 2011, de Municipio de Puebla, escuelas públicas y privadas. <http://eduportal.com.mx/escuelas/primarias/en/puebla/puebla?pagina=3>
- Flores H., S. (2006). Antropometría, estado nutricional y salud de los niños. Importancia de las mediciones comparables. *Medigraphic Artemisa*, 76-75.
- Herianto, Probandari, S., & Darmawan, A. (2010). Development of digital anthropometric circumferential measurement system based on two dimensional images. The 11th Asia Pacific Industrial engineering and management systems conference, 1-6.
- Kohlschütter, T., & Herout, P. (2012). Automatic Human Body Parts Detection in a 2D Anthropometric System. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 536-544. https://doi.org/10.1007/978-3-642-33191-6_53
- Koutedakis, Y. (2009). Biomechanics in dance. En E. R. Buendía L., *Bio-Mecánica deportiva* (pág. 11). Puebla, México.; Fomento editorial BUAP.
- Lawrence, I., & Lin, K. (1989). A Concordance Correlation Coefficient to Evaluate Reproducibility. *Biometrics*, Vol.45, No. 1, 255-268. <https://doi.org/10.2307/2532051>.

- MathsIsFun.com. (2013). Perimeter of an Ellipse. Recuperado el 1 de julio de 2013, de Perimeter of an Ellipse: <http://www.mathsisfun.com/geometry/ellipse-perimeter.html>
- Microsoft. (2010). Excel. United States.
- Preiss, D., & Fisher, J. (2008). A measure of confidence in Bland-Altman analysis for the interchangeability of methods of measurement. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 257-259. <https://doi.org/10.1007/s10877-008-9127-y>.
- R Core Team. (29 de Febrero de 2012). R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- R Core Team. (25 de Septiembre de 2013). R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- Sheng-Fuu, L., Shih-Che, C., & Kuo-yu, C. (2010). The 2D Image-Based Anthropologic Measurement by using Chinese Medical Acupuncture and Human Body Slice Model. *(IJCSIS) International Journal of Computer Science and Information Security*, 20-29.
- Ureña Bonilla, P., Blanco Romero, L., & Salas Cabrera, J. (2015). Calidad de vida, indicadores antropométricos y satisfacción corporal en un grupo de jóvenes colegiales. *Retos*, 62-66.
- Wang, M.-J. J., Wu, W.-Y., Lin, K.-C., Yang, S., & Lu, J.-M. (2007). Automated anthropometric data collection from three-dimensional digital human models. *The international Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 109-115. <https://doi.org/10.1007/s00170-005-0307-3>.
- Yu, Y., & Lin, L. (29 de Octubre de 2012). Package 'Agreement'. Obtenido de The Comprehensive R Archive network, Contributed Packages: <http://cran.r-project.org/web/packages/Agreement/Agreement.pdf>

Referencias totales / Total references: (100%)

Referencias propias de la revista / Journal's own references: 0 (0%)