PubliCE, (PubliCE) 1992

Revision of Literature

Predicción sobre tejido adiposo corporal, mediante técnica de calibre para pliegues cutáneos: suposiciones y evidencia cadavérica

Alan D Martin[1], William D Ross[1], D. T Drinkwater[1] y J. P Clarys[2]

[1]*Department of Kinesiology, Simon Fraser University, Burnaby, BC, Canada.*
[2]*Department of Anatomy, Vrije Universiteit, Brussel, Belgium.*

RESUMEN

Una serie de suposiciones requeridas para el uso de calibres de pliegues cutáneos, para la estimación de la composición corporal humana, son examinadas en términos de evidencia directa, a partir de la medición y disección de seis cadáveres masculinos y siete femeninos. La compresibilidad del tejido cutáneo mostró significativas diferencias entre sujetos y localizaciones, con los más altos valores (64.7 % y 63.8 %) en sitios como los pliegues supraespinal y bíceps; y los más bajos (33.6 % y 34.4) en el muslo frontal y en la pantorrilla medial. El espesor de la piel (como porcentaje del espesor del pliegue cutáneo) fue mayor en el sitio subescapular (28.1 %). El patrón del tejido adiposo mostró gran variabilidad, indicando la importancia de hacer diversas lecturas del calibre para pliegues cutáneos en una variedad de diferentes lugares, incluyendo mediciones en los miembros superiores, los inferiores y el tronco. Otras fuentes de error incluyen la variabilidad en el contenido graso del tejido adiposo (estimado en 20% en nuestra muestra), y en la deposición de grasas interna y subcutánea. Se generan recomendaciones para el uso del calibre para pliegues cutáneos para valorar la adiposidad y monitorear sus cambios, a la luz de estos descubrimientos.

Palabras Clave: masa grasa, composición corporal, peso hidrostático, fraccionamiento de masas, antropometría

INTRODUCCION

De acuerdo con un reciente artículo de revisión publicado (16), más de 40 estudios diferentes, desde 1950, han producido mas de 100 ecuaciones para predecir la adiposidad corporal a partir de la medición de los pliegues cutáneos.

Esto refleja, por un lado, hasta qué grado todas las ecuaciones son específicas de las muestras, y por otro lado, la proliferación sin precedentes, del uso de los calibres de pliegues cutáneos. Las medidas de los pliegues cutáneos se toman con propósitos científicos, tanto como guías en las áreas de nutrición, salud, crecimiento, aptitud, malnutrición, deportes, obesidad y mejoramiento de la calidad de vida. Si alguna vez, los calibres fueron, relativamente, raros y caros instrumentos, los mismos son ahora producidos en serie y publicitados en revistas populares.

Dada la fácil accesibilidad al tejido adiposo subcutáneo, y el hecho de que éste contiene una gran fracción del total del contenido de grasas del cuerpo, la aplicación de los calibres de pliegues cutáneos aparece como el más razonable, no

invasivo, método indirecto. De cualquier modo, lo que realmente ha sido medido es el grosor de un doble pliegue de piel y tejido adiposo subcutáneo comprimido. Como consecuencia de ello, la determinación de la masa de grasa (ej. lípidos) en el cuerpo, requiere una serie de suposiciones cuya validez no ha sido nunca seriamente contradicha. Este artículo pondrá estas suposiciones bajo observación crítica, y se reveerá la evidencia reciente disponible para testear su validez.

PRESUNCIONES SUBYACENTES EN EL USO DE CALIBRES PARA MEDIR PLIEGUES CUTANEOS

La transformación de la lectura del calibre en un valor total del tejido adiposo del cuerpo se puede dividir en 5 escalones. El grosor de una doble capa de piel y el tejido adiposo subcutáneo comprimidos, deberían ser representativos de la doble capa de tejido adiposo no comprimido. Esto debería ser indicativo del total de la adiposidad subcutánea. La misma debe convertirse en grasa y, finalmente, tiene que ser considerada la proporción de grasa interna.

Estos niveles se exponen en la Figura 1, en la cual también se muestran las presunciones implícitas en cada nivel. La evidencia sobre cadáveres, usados en este estudio, pertenecen a la investigación de los cadáveres de Bruselas (4, 17), el cual comprende la medición antropométrica y la disección de 6 cadáveres masculinos y 7 femeninos, no embalsamados, entre 55 y 94 años de edad.

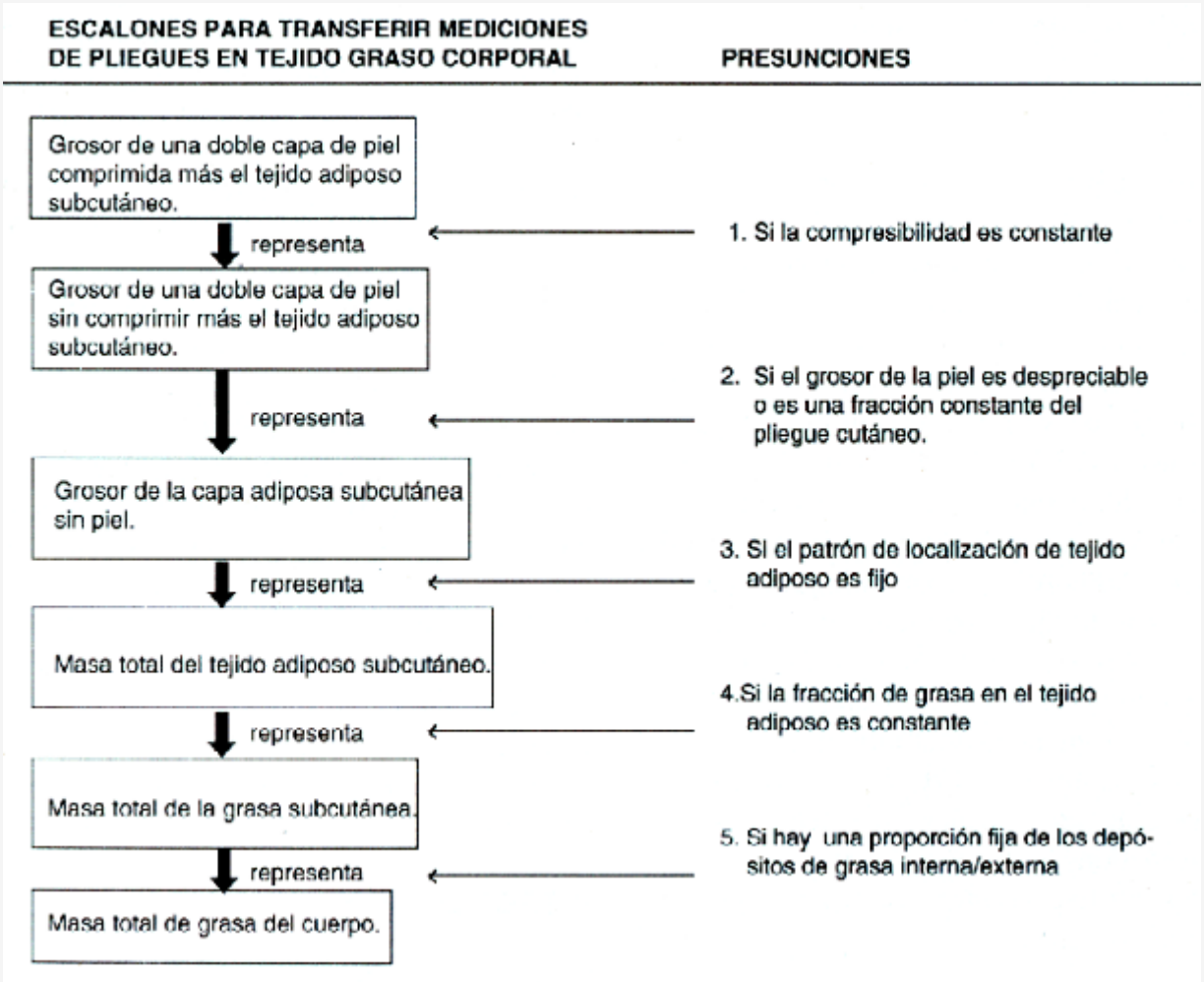


Figura 1. *Algunas de las suposiciones implícitas en el uso de calibres para pliegues cutáneos para predecir la grasa corporal.*

COMPRESIBILIDAD

Un fenómeno familiar para todos los usuarios de calibres para pliegues cutáneos, es la declinación de la lectura del calibre, luego de la compresión inicial de éste en el pliegue cutáneo. Este aspecto dinámico del uso del calibre ha sido reportado en la literatura sobre el tema, pero se le ha dado poca importancia (8,1,19). Brans y colaboradores (2), cuantificaron la compresibilidad dinámica del tejido adiposo subcutáneo en neonatos mostrando una declinación exponencial en la lectura del calibre durante el primer minuto. Ellos sugirieron que la causa más importante en la variación de esta declinación, fue la cambiante proporción de agua intersticial en el tejido adiposo, pero solamente aportaron evidencia indirecta. La mayoría de los investigadores adoptan alguna técnica para estandarizar la lectura, al margen de sus características dinámicas (21).

También hay una compresibilidad estática que se suma a la dinámica (Figura 2). Aun cuando el tiempo de la lectura del calibre ha sido estandarizado, tejidos adiposos de similar grosor tal vez tengan una lectura diferente en el calibre, debido a diferentes grados de compresibilidad del tejido.

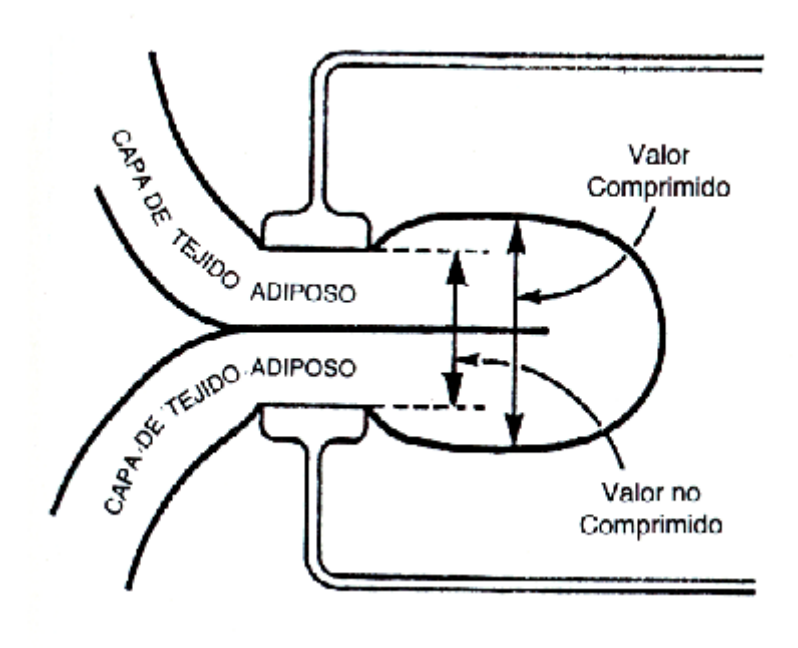


Figura 2. *Representación esquemática de la compresibilidad del pliegue cutáneo con la aplicación del calibre.*

Varios investigadores han estudiado el grado en el que los calibres de pliegues comprimen el tejido adiposo, en relación con algunos valores estandarizados no comprimidos, tales como los obtenidos por radiografías y ultrasonido (3,7,12,13,15,23). Las medias de compresibilidad para diferentes muestras van del 16 % al 51 %, explicándose la variación atribuible al sexo, edad, lugar (o localización) y nivel de hidratación del tejido. Una variabilidad significativa adicional podrá también ser introducida a causa del uso de diferentes métodos para obtener los valores de referencia.

Nuestro estudio sobre cadáveres incluye la medición con calibres y la medición directa, luego de la incisión, del grosor de la capa de tejido adiposo, permitiendo, por lo tanto, el cálculo de la compresibilidad del pliegue cutáneo en cada lugar. En acuerdo con investigadores anteriores, se puede definir la compresibilidad [C] como:

$$[C] = 100 \times \frac{\text{(Grosor por incisión - 1/2 lectura de calibre)}}{\text{Grosor por incisión}}$$

La compresibilidad media sobre 14 lugares del lado derecho de cada sujeto fue del 38.2 % al 69.3 %, con una media

combinada del 52.6 % (n = 13). Hubo diferencias significativas entre individuos, pero no diferencias debido al sexo.

Diferencias significativas se observaron en diferentes sitios, mostrando el muslo frontal y la pantorrilla medial las compresibilidades más bajas (33.6 y 34.4 %), y las más altas a nivel supraespinal y en bíceps (64.9 y 63.8 %), (Tabla 1). Es importante remarcar que estos lugares son comúnmente seleccionados para la predicción de grasa.

Localización (lado derecho)	Hombres y Mujeres (n = 13)	
	Media	(SD.)
Subescapular	58.3	(11.7)
Tríceps	48.7	(14.7)
Bíceps	63.8	(11.3)
Antebrazo	54.0	(11.6)
Pectoral	48.0	(15.1)
Tórax	63.4	(14.0)
Cintura	55.9	(16.0)
Supraespinal	64.9	(9.0)
Abdominal	61.3	(10.2)
Muslo frontal	33.6	(17.0)
Muslo medio	50.7	(13.0)
Muslo posterior	45.7	(17.2)
Rotuliano	53.9	(15.3)
Pantorrilla medial	34.4	(11.6)
Total, todos los sujetos, todos los sitios	52.6	16.2

Tabla 1. *Porcentajes de compresibilidad de los pliegues cutáneos para 6 cadáveres masculinos y 7 femeninos en 14 lugares del lado derecho.*

Hay algunas implicancias importantes en esto. Dos valores idénticos de pliegues cutáneos, aún sobre el mismo sujeto, pueden significar una gran diferencia en el grosor del tejido adiposo. Por ejemplo, usando los valores medios de la Tabla 1, una lectura de calibre de 20 mm del subescapular y del muslo frontal representan un grosor de tejido adiposo de 24.0 mm y 15.1 mm, respectivamente.

Alternativamente, grosores similares de tejido adiposo subcutáneo en diferentes lugares pueden dar lecturas de calibre muy disímiles.

Nuestro estudio de disección incluyo dos cadáveres masculinos los cuales, claramente demostraban esta última posibilidad. Los sujetos numero 20 y número 23 tenían casi idénticas adiposidades de 27.1 % y 27.8 % respectivamente (definido como 100 veces la masa de tejido adiposo total disecable dividida por la masa del cuerpo). Las lecturas de los pliegues cutáneos con calibre, en 7 lugares diferentes, muestran amplias diferencias (Figura 3). La suma de estos 7 pliegues cutáneos dan 116.3 mm para el sujeto Nro. 20 y 58.8 mm para el Nro. 23. La aparente contradicción es fácilmente resuelta al examinar las medidas directas de grosores del tejido adiposo y la compresibilidad. La Figura 4 nos muestra la misma información que la Figura 3, excepto que se usa la medida directa del grosor (por incisión). Las diferencias se han reducido marcadamente; la suma de los 7 grosores para el Nro. 20 es ahora solo el 19% mayor a la del Nro. 23, comparado con el 97% de diferencia cuando se usaron las lecturas del calibre.

Por lo tanto, el gran error que podría haber surgido en la predicción de grasa para estos dos sujetos, es un reflejo directo de las diferentes compresibilidades de los pliegues cutáneos, teniendo el sujeto Nro. 20 una compresibilidad media de 38.2 %, comparado con una compresibilidad del 69.3% del sujeto Nro. 23.

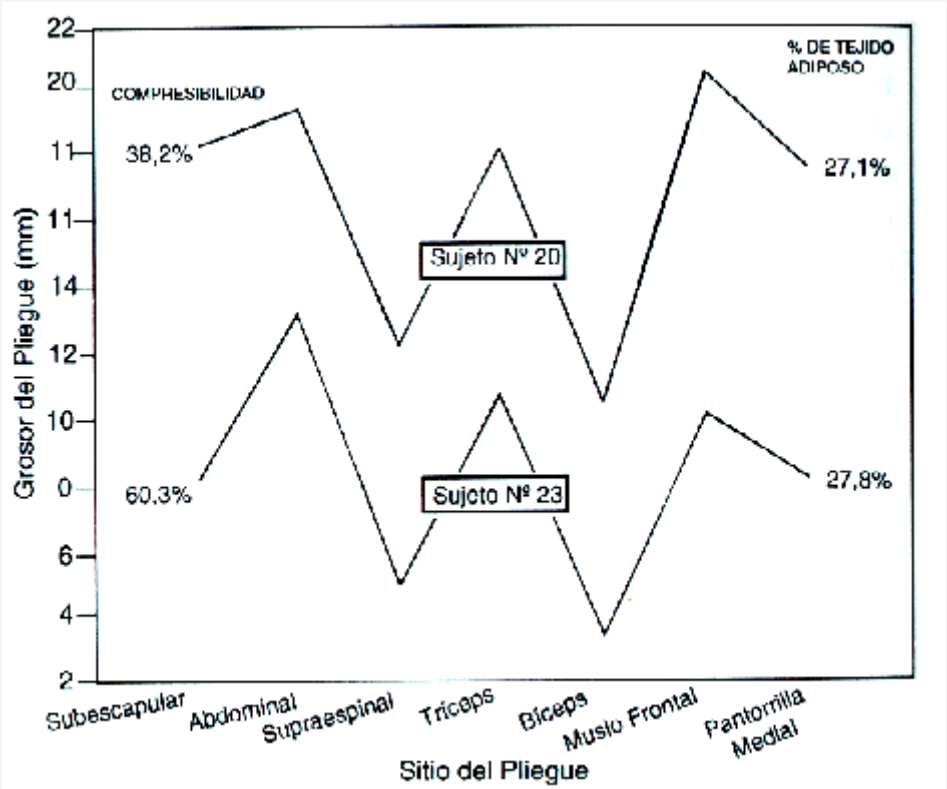


Figura 3. *Patrón del tejido adiposo de dos sujetos masculinos con adiposidad similar, medidos con calibre de pliegues cutáneos.*

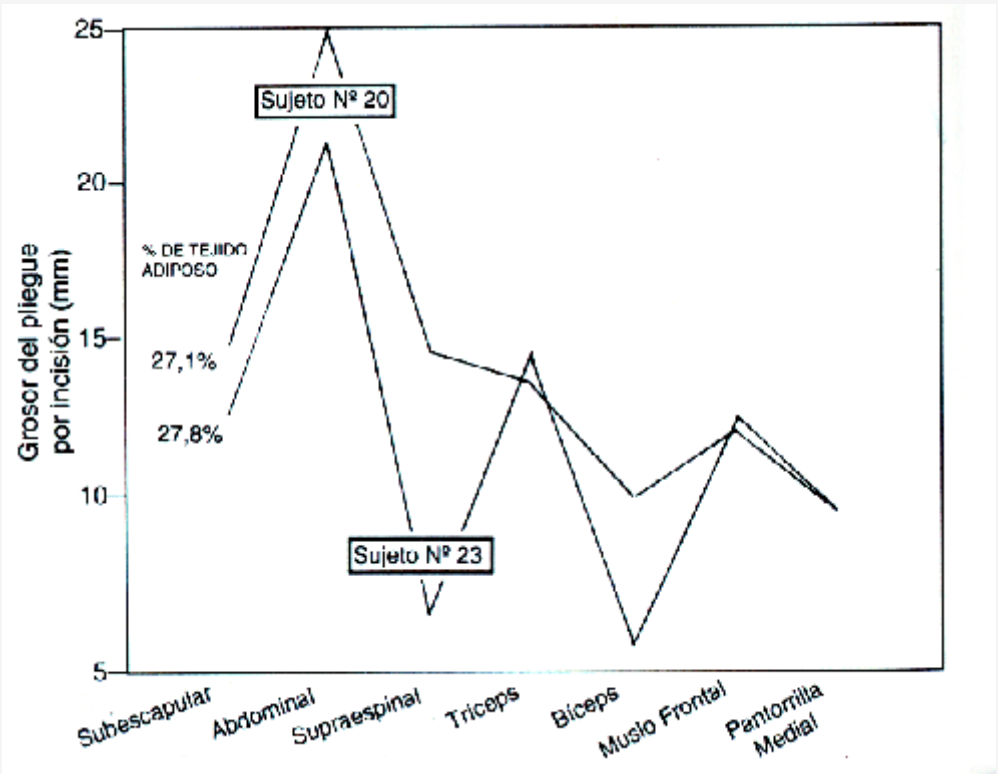


Figura 4. *Patrón del tejido adiposo de dos sujetos masculinos, con grosor de adiposidad similar, medida directamente por incisión del tejido.*

GROSOR DE LA PIEL

Todas las mediciones de pliegues incluyen una doble capa de piel cuyo grosor es desconocido. Por ello, el efecto de variabilidad en el grosor de la piel sobre los valores de pliegues cutáneos nunca ha sido seriamente valorada. Como el grosor doble de la piel es generalmente del orden de unos pocos mm, podría suponerse que el efecto de la piel podría ser mayormente marcado en aquellos lugares, y en aquellos sujetos, con pequeñas cantidades de tejido adiposo. El grosor duplicado de la piel fue expresado como un porcentaje de la lectura del calibre, para todos los cadáveres, en 14 sitios del lado derecho de los cuerpos.

Como era dable de esperar, el mas delgado de los cadáveres masculinos exhibió el % medio más alto (32.3 %) en todos los lugares, mientras que los más obesos cadáveres femeninos exhibieron los valores más bajos (7.1 %). El lugar donde el efecto del grosor de la piel fue más marcado, fue el subescapular, donde el grosor de la piel fue del 28.1 % de la lectura del calibre (34.0% para los masculinos, 23.9 % para los femeninos). En la Tabla 2 se muestran las medias por sitio, para masculinos y femeninos combinados (n= 13). Se puede ver que dos de los sitios más comúnmente usados para predecir la adiposidad corporal, el pliegue subescapular y el pliegue triccipital, tienen diferencias importantes de proporciones de piel, con una variancia sustancial.

Sitio	Grosor de la piel (en porcentaje de la lectura de calibre)	
	Media	(S.d.)
Subescapular	28.1	(8.8)
Cintura	21.0	(9.8)
Supraespinal	20.4	(12.3)
Rotuliano	18.3	(9.3)
Bíceps	17.9	(12.5)
Pectoral	17.9	(6.2)
Muslo posterior	17.9	(11.6)
Antebrazo	16.4	(7.5)
Tórax	15.6	(8.8)
Tríceps	13.2	(5.5)
Abdominal	12.9	(6.9)
Pantorrilla media)	12.7	(6.9)
Muslo frontal	11.5	(8.1)
Muslo medial	8.2	(4.8)
Total	16.5	(9.9)

Tabla 2. *Grosor de la piel en porcentaje de la lectura del calibre de pliegues cutáneos: medias totales de cada lugar, ranqueadas de mayor a menor.*

Aunque que la contribución de la piel en el grosor total de los pliegues cutáneos no es generalmente grande, esto puede llevar a un error significativo, especialmente en sujetos delgados. Considerando iguales a otros factores, los sitios donde la relación entre grosor del pliegue y grosor de la piel es pequeña, deberían resultar mejores predictores de adiposidad; por ello, el pliegue subescapular debe ser tomado como un pobre predictor, comparado con sitios en los brazos y en las piernas.

PATRON DE TEJIDO ADIPOSO

Si el grosor de la capa del tejido adiposo subcutáneo es constante en un individuo, entonces la medición de este grosor, en cualquier lugar, podría proveer una estimación acertada del volumen de este tejido. En la practica el patrón de tejido adiposo subcutáneo exhibe una elevada variación entre individuos (7,9,11,18). Esto puede ser confirmado, aún por una observación casual. Lo que nos concierne críticamente es: 1) cuántas lecturas de los pliegues cutáneos se requieren para ser representativas del patrón de tejido adiposo; y 2) ¿cuáles son los mejores sitios?

Una primera causa de incertidumbre en esta área, es que no hay un solo sujeto en el que se hayan determinado los pliegues cutáneos y la masa adiposa corporal. Por ello aunque no se han hecho análisis químicos de grasa, nuestro estudio provee información, tanto sobre los pliegues cutáneos y masas de tejido adiposo, como sobre el patrón de distribución del tejido adiposo.

La Figura 5 nos muestra el grosor de los pliegues cutáneos medidos por un calibre, en siete lugares elegidos comúnmente del lado derecho, en siete cadáveres femeninos. Se puede ver claramente amplias diferencias en la distribución.

Por ejemplo, el sujeto Nro. 19 mostró la más alta adiposidad abdominal y la más baja subescapular y en bíceps. En forma similar, el sujeto Nro. 18 exhibió el valor más alto en la pantorrilla medial y el más pequeño en tríceps. No obstante, puede observarse en el patrón global femenino una predominancia de tejido adiposo en la región del muslo.

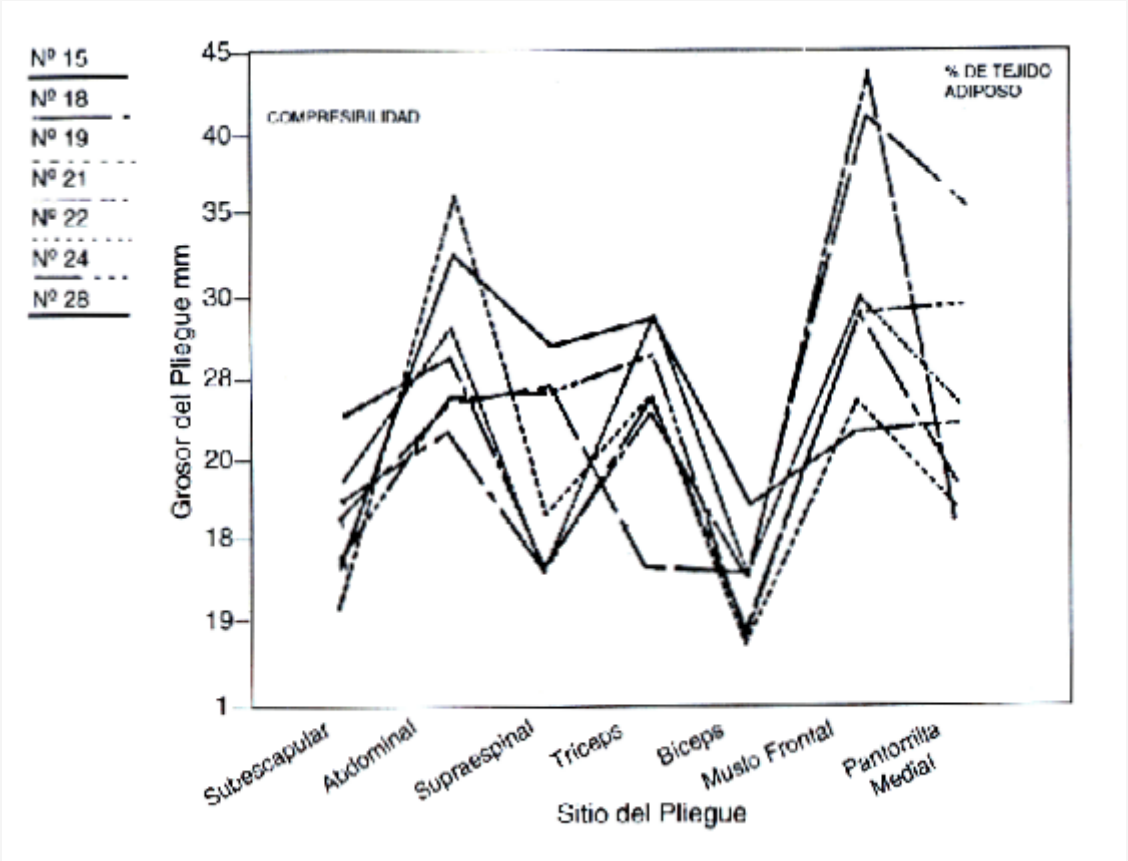


Figura 5. *Patrón de distribución de tejido adiposo de sujetos femeninos.*

En vista desemejante variabilidad individual en el patrón, sería razonable usar la mayor cantidad de diferentes lugares para la predicción de grosor de tejido adiposo; sin embargo, algunos investigadores usan tan pocos como uno (5).

Entre las ecuaciones mas comúnmente usadas están las de Durnin & Womersley (6), quienes usaron cuatro sitios: bíceps, tríceps, subescapular y cresta ilíaca, sin la representación de pliegues de los miembros inferiores.

Para asignar el valor de varios sitios como predictores de adiposidad subcutánea, se han determinado correlaciones entre la medición directa del grosor del tejido adiposo y el cálculo de la masa de tejido adiposo subcutáneo (Tabla 3). Un inesperado hallazgo muestra las correlaciones más elevadas para sitios en los miembros inferiores. De los 6 mejores sitios, todos menos uno, fueron de los miembros inferiores. El tríceps, un sitio altamente favorito para la predicción de grasa, y algunas veces considerado como el mejor indicador de la grasa corporal, se ubicó en el decimoprimer lugar. Las correcciones, incluyendo el grosor de la piel, incrementaron las correlaciones levemente.

Estos hallazgos sugieren que el sentido común para la selección de sitios, entre todas las regiones importantes, de acumulación de tejido adiposo está bien fundado. También, ellos enfatizan los riesgos potenciales de las fórmulas de predicción de grasa que no contengan sitios de los miembros inferiores.

Sitio (derecho)	Lectura del calibre		Grosor por incisión	
	Sin corrección (de > a <)	Corregido por el grosor de la piel	Sin corrección	Corregido por el grosor de la piel
Muslo frontal	0.89(1)	0.88	0.87	0.87
Sup. rotuliano	0,85(2)	0.86	0.91	0.91
Pantorrilla media)	0.84(3)	0.85	0.82	0.82
Muslo posterior	0.82(4)	0.84	0.75	0.76
Antebrazo	0.80(5)	0.83	0.74	0.74
Muslo media)	0.76(6)	0.79	0.83	0.83
Tórax	0.64(7)	0.70	0.68	0.68
Supraespinal	0.61 (8)	0.62	0.73	0.73
Bíceps	0.58(9)	0.61	0.78	0.79
Subescapular	0.54 (10)	0.67	0.62	0.63
Tríceps	0.39 *	0.43 *	0.73	0.74
Abdominal	0.34 *	0.49 *	0.75	0.75
Cintura	0.31 *	0.33 *	0.62	0.62
Pectoral	0.23 *	0.24 *	0.09 *	0.08 *

Tabla 3. *Coeficientes de correlación entre: a) la lectura del calibre, y b) el grosor por incisión, con el total de la masa de tejido adiposo subcutáneo.*
**= No denota significancia a nivel del 5 % (no es significativamente diferente de 0).*

FRACCION CONSTANTE DE GRASA EN EL TEJIDO ADIPOSO

Aún si la masa del tejido adiposo subcutáneo fuera conocida exactamente, la predicción de la masa grasa subcutánea requiere algunas suposiciones concernientes al contenido de grasa del tejido adiposo. Valores publicados (12) tienen un rango de 5.2 % a 94.1 %, pero están generalmente en el orden del 60-85 %. Además, el contenido de grasa del tejido adiposo se incrementa con el aumento de adiposidad. Esto ha sido demostrado en estudios transversales (20, 22), por eso la relación no ha sido cuantificada. Aunque, el estudio de Bruselas no incluye análisis químicos de grasa, 6 muestras de tejido adiposo de cada uno de los seis sujetos, fueron disecadas para determinar un peso bajo vacío y los contenidos de agua en el tejido. Estas informaciones limitadas apoyan los descubrimientos previos de la disminución del contenido de agua y el incremento de contenido de grasa, ante el incremento de los niveles de adiposidad.

El coeficiente de correlación entre el contenido de agua y la adiposidad fue -0.94. Es necesaria más información para cuantificar esta tendencia con exactitud, pero estos resultados indican que sobre el rango de adiposidad, en nuestra muestra, podría esperarse que el contenido de agua del tejido adiposo varíe entre el 14% y el 34 %. A raíz de la relación inversa entre el agua y el contenido de grasa, esto podría corresponder, aproximadamente, a un rango similar, de alrededor del 20 %, en el contenido de grasa.

Por ello, el problema para la estimación del contenido de grasa por calibres de pliegues cutáneos, reside en el hecho de que dos tejidos adiposos con idéntico grosor pueden contener concentraciones de grasa significativamente diferentes.

GRASA INTERNA Y SUBCUTANEA

Por su naturaleza, los calibres para medir los pliegues cutáneos, solamente son útiles para estimar adiposidad subcutánea. En función de estimar el total de la grasa corporal se tienen que considerar algunas presunciones acerca de la relación entre grasa interna y subcutánea. Si las acumulaciones de grasa interna son proporcionales a la de grasa subcutánea, ello provee una racionalidad al uso de los calibres para pliegues cutáneos. Una alternativa es que la grasa interna puede ser despreciable, comparada con la subcutánea, lo cual también da sustento a las justificaciones para el uso de los calibres.

Desafortunadamente no hay información directa sobre las cantidades de grasa interna y externa, ni siquiera en un solo sujeto.

Nuestro estudio provee la primera información comprensible sobre la relación de masas internas y subcutáneas de tejido adiposo. La figura 6 nos muestra la masa de tejido adiposo interno apto para la disección, comparado con la masa de tejido adiposo subcutáneo, con líneas de regresión lineal diagramadas para los cadáveres masculinos y femeninos. Hay elevadas correlaciones, tanto en hombres (r = 0.75) como en mujeres (r = 0.89). Las pendientes de ambas líneas de regresión son casi idénticas, sugiriendo que para ambos, la deposición de cada 1 kg. de tejido adiposo subcutáneo está asociado con la acumulación de alrededor de 200 grs. de tejido adiposo interno. Proyectando la regresión al punto 0, el tejido adiposo subcutáneo nos da valores de la masa del tejido adiposo interno de 667 gr. para masculinos, y - 373 gr. para femeninos, sugiriendo, si esta extrapolación es valida, que los depósitos de tejido adiposo interno se reducen a un nivel cercano a 0, cuando los depósitos subcutáneos se depletan.

Esto tiene sentido biológico, al ser el rol más importante del tejido adiposo, tanto interno como subcutáneo, primariamente un depósito de energía.

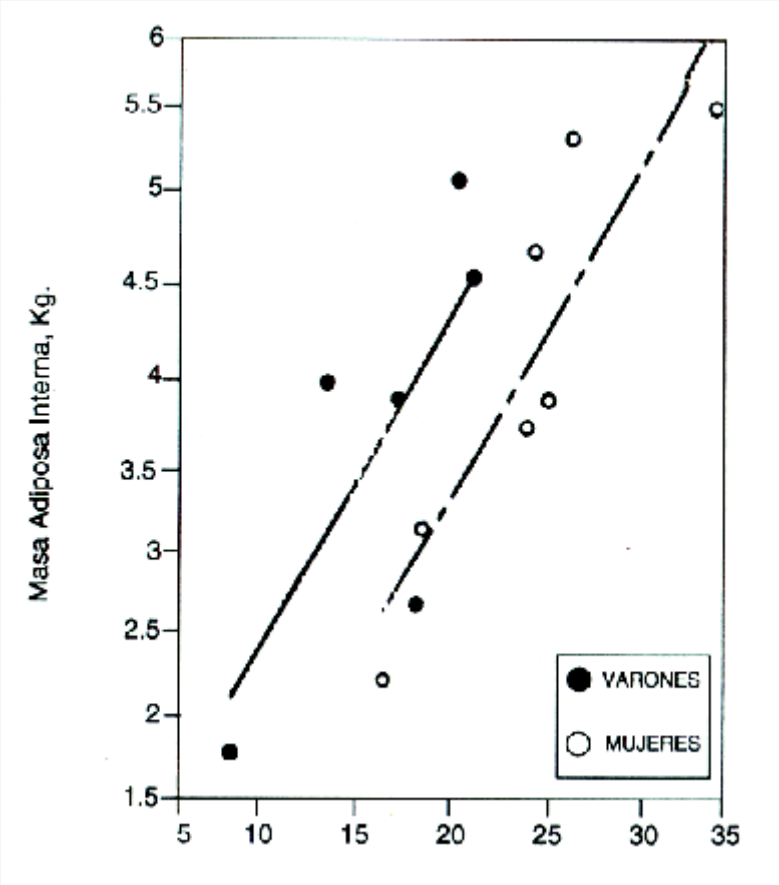


Figura 6. *Relación entre la adiposidad interna y externa en 13 cadáveres.*

DISCUSION

De los factores aquí considerados, la variación en la comprensibilidad probablemente sea el que presente mayores problemas, desde el momento en que esto es enorme y difícil de predecir, aun dentro de un mismo individuo. La especificidad para cada muestra, de las fórmulas de predicción de tejido adiposo a través de la medición de pliegues cutáneos, es en parte, el resultado de las amplias variaciones en la comprensibilidad, de las relaciones entre adiposidad interna y subcutánea, y de la composición del tejido adiposo. Además todas las ecuaciones de predicción tienen que ser validadas por otra técnica cuyos errores se sumarán a aquellos inherentes al uso del calibre. La densitometría, el mas común de los criterios de validación, requiere que la densidad de la porción de la masa magra del cuerpo sea constante, una presunción que, tal vez podría ser destruida, mucho más frecuentemente de lo que comúnmente se piensa (17).

En vista de esta incertidumbre, parece poco razonable introducir más errores, transformando valores antropométricos en porcentajes de grasa del cuerpo. Al respecto apoyamos las conclusiones de Johnston (14):

"Hasta el presente, parece que los biólogos humanos están más bien persuadidos de continuar usando la antropometría, en lugar de intentar de hacer estimaciones de la composición total del cuerpo, a través de ecuaciones disponibles.

Aun cuando tales ecuaciones puedan proveer estimaciones útiles de parámetros medios para muestras de sujetos, parece claro que ellas no son lo suficientemente confiables para predicciones individuales".

Por ello, el grosor del pliegue cutáneo, que es la distancia comprimida entre los platillos de presión del calibre, son indicadores por si, del status estructural y pueden ser usados para monitorear cambios con el crecimiento, con el ejercicio, la dieta, o los efectos de una miríada de enfermedades o condiciones de debilitamiento. Usando calibres relativamente baratos, es posible hacer mediciones de control riguroso. Mediciones prácticas, utilizando repetidas medidas sobre brazos, partes anterior y posterior del torso y en sitios de las piernas, pueden proveer una información confiable la cual puede ser relacionada con valores normativos de pliegues cutáneos por edad y por sexo.

Técnicas imprecisas que usan sólo uno o pocos sitios, es decir que no trabajan con mediciones en todo el cuerpo, y luego vuelcan la suma de estos pliegues en una fórmula basada en un criterio de validez dudoso, para predecir la fracción de lípidos en el cuerpo, van mas allá de las capacidad de los calibres y conllevan inferencias que son mas adivinanzas que ciencia.

REFERENCIAS

1. Booth, R.A.D., Goddard, B.A. & Patton, A (1966). Measurements of fat thickness in man: a comparison of ultrasound, Harpenden calipers and electrical conductivity. *Br.J.Nutr. 20, 719*
2. Brans, Y.W., Sumners, J.E., Dweck, H.S. & Cassady, G (1974). A non-invasive approach to body composition in the neonate: dynamic skinfold measurements, Pediat. *Res. 8, 215-222*
3. Brozek, J. & Mori, H (1958). Some interrelations between densitometric criteria of fatness. *Hum. Biol. 30, 322-336*
4. Clarys, J.P., Martin, A.D. & Drinkwater, D.T (1984). Gross tissue masses in adult humans: data from 25 dissections. *Hum. Biol. 56, 459-473*
5. Dauncey, M.J., Gandy, G. & Gairdner, D (1977). Assessment of total body fat in infancy from skinfold thickness measurements. *Archs Dis. Child. 52, 223*
6. urnin, J. V.G.A. & Womersley, J (1974). Body fat estimates from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16-72 years. *Br. J. Nutr. 32, 77-97*
7. Edwards, D.A.W (1951). Differences in the distribution of subcutaneous fat with sex and maturity. *Clin. Sci. 10, 305-315*
8. Fletcher, R.F (1962). The measurement of total body fat with skinfold calipers. *Clin. Sci. 22, 333*
9. Garn, S.M (1955). Relative fat patterning: an individual characteristic. *Hum. Biol. 27,75-89*
10. Gam, S.M (1971). Measurement and interpretation of subcutaneous fat, with norms for children and young adult males. *Br. J. Prev. Soc. Med. 9, 201-211*
11. Garn, S.M (1971). Relative values of different fat folds in a nutricional survey. *Am. J. Clin. Nutr. 24, 1380-1381*
12. Garn, S.M. & Gorman, E.L (1956). Comparison of pinch caliper and roentgeno-grammetic measurements of subcutaneous fat.

Hum.Biol. 28, 407-413
13. Hammond, W.H (1955). Measurement and interpretation of subcutaneous fat, with norms for children and young adult males. *Br. J. Prev. Soc. Med. 9, 201-211*
14. Johnston, F.E (1982). Relationships between body composition and anthropometry. *Hum. Biol. 54, 221-245*
15. Jones, P.R.M (1970). Anapplication of physiological anthropometry: the determination of leg subcutaneous fat, muscle and bone widths and volumes in young male and female adults. *PhD Thesis, University of Loughborough, England*
16. Lohman, T.G (1981). Skinfolds and body density and their relationship to body fatness: a review. *Human. Biol. 53, 181-225*
17. Martin A.D (1984). An anatomical basis for assessing human body composition: evidence from 25 dissections. *PhD Thesis, Simon Fraser University, Burnaby, B.C., Canada*
18. Mueller, N.H. & Stallones, L (1981). Anatomical distribution of subcutaneous fat: skinfold site choice and construction of induces. *Hum. Biol. 53, 321-335*
19. Orpin, M.J. & Scott, P.J (1984). Estimation of total body fat using skinfold caliper measurements. *New Zealand Med. J. 63, 501*
20. Pawan, G.E.S. & Clode, M (1960). The gross chemical composition of subcutaneous adipose tissue in the mean and obese human subject. *Biochem. J. 74,9P*
21. Ross, W.D. & Marfell-Jones, M.J (1983). Kinanthropometry. *In Physiological testing of the elite athlete; ed. K.D. McDougall & H.A. Green, pp. 75-115. Ottawa: Mutual Press*
22. Ross, W.D. & Marfell-Jones, M.J (1983). Kinanthropometry. *In Physiological testing of the elite athlete; ed. K.D. McDougall & H.A. Green, pp. 75-115. Ottawa: Mutual Press*
23. Thomas, L.W (1962). The chemical composition of adipose tissue of man and mice. *Quart. J. Exp. Physiol. 47, 179-188*
24. Ward, R (1979). The proposal, validation and application of a caliper technique for the estimation of uncompressed skinfold thickness. *MSc Thesis, Simon Fraser*

Cita Original

Martin AD, Ross WD, Drinkwater DT, Clarys JP. Predicción sobre tejido adiposo corporal, mediante técnica de calibre para pliegues cutáneos: suposiciones y evidencia cadavérica. Revista Actualización en Ciencias del Deporte. Vol. 1. Nº 4. 1993.