

## TEMA 2. LAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS.

### 2.1. LA EVOLUCIÓN DE LA ESTANDARIZACIÓN DE LAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS.

En los últimos dos siglos, han habido varios intentos de estandarización de las técnicas de medida. Ya en Ginebra, en 1912, se establecieron 49 variables antropométricas. Sin embargo, en los años 60, la Comisión de Antropometría-Fisiológica de la International Union of Biological Sciences (IUBS), creó un subcomité encargado del crecimiento humano, que publicó antes una “lista básica” de 21 medidas, que todo estudio realizado a partir de entonces debería tener, y una “lista completa” con 17 medidas más. Dentro de “otras mediciones”, se recogían 18 medidas adicionales para estudios muy concretos.

Como referencia principal para la localización de los puntos antropométricos y la toma de las medidas se deberá utilizar el Manual de la I.S.A.K (ISAK, 2001).

Human Kinetics Publishers publicaron el Anthropometric Standardization Reference Manual (ASRM) (Lohman, Roche y Martorell, 1988) y, posteriormente, una versión resumida (ASRM, Abridged edition).

El GREC utiliza la terminología de William Ross citada en el Libro “Physiological Testing of the High-Performance Athlete” (MacDougall, Wenger y Green, 1991), que se resume en el “Manual de Cineantropometría” (Esparza, 1993).

Otro libro muy interesante “Antropométrica” de Norton y Olds (2000) traducido al español por Juan Carlos Mazza, y publicado por el servicio educativo Biosystem (Argentina).

En general, hay dos escuelas generales dentro de la Kinantropometría. La escuela británica, toma las medidas unilaterales en la parte izquierda del cuerpo, mientras que las escuelas canadiense y estadounidense (y también GREC), toman las medidas unilaterales en el lado derecho.

### 2.2. LOS CUIDADOS DURANTE EL PROTOCOLO.

- La sala debe ser amplia, limpia y convenientemente climatizada.
- El sujeto deberá venir preparado para estar descalzo y con la menor ropa posible durante el tiempo que dure la medición; por lo que, deberá traer pantalón corto y, en caso de ser chica, un bikini o “top”.

- El instrumental deberá ser calibrado con antelación para evitar errores en la medición.
- Se deberán tomar las medidas siempre en el lado derecho del cuerpo, sea o nó el predominante. Sólo en el caso de estudios donde se busquen posibles asimetrías, ó donde influya la lateralidad (ejemplo, estudios del brazo de un tenista o la pierna de disparo de un futbolista), deberán tomarse ambos lados.
- Antes de comenzar, se deberán realizar las marcas necesarias con un lápiz dermatográfico, para, posteriormente, pasar a realizar las mediciones, tratando de realizar la secuencia de arriba a abajo. Se completará una primera medición y, posteriormente, se realizará una segunda. En el caso que la diferencia entre ambas tomas sea grande, se pasará a realizar una tercera toma.
- Los instrumentos suelen estar diseñados para ser utilizados con la mano derecha. La sujeción de los pliegues se realizará con la izquierda.
- En estudios longitudinales, es interesante anotar la hora del día en que se realiza la medición. Variables como la estatura y el perímetro abdominal pueden variar significativamente, dependiendo de la hora del día en que se realicen.
- El sujeto debe tener un trato adecuado. Sería conveniente explicar el objetivo de la toma de datos y/o del estudio. Además, el investigador deberá de mantener una distancia adecuada durante la medición.
- Es recomendable tener un ayudante durante la medición para que registre los resultados de la medición y esta se realice de manera más fluida.

### 2.3. EL MATERIAL ANTROPOMÉTRICO.

El material debe ser sencillo, preciso y de fácil manejo. Lamentablemente, el material antropométrico de calidad no suele ser barato. Existen pocos modelos que, dentro de unos límites aceptables de precisión y fiabilidad, tengan un precio asequible.

Otro problema es la calibración del material. Por el uso, las ramas del plicómetro van perdiendo fuerza, por lo que el resultado de la lectura será cada vez ligeramente más elevado. Hay dos opciones: o comprar un equipo de calibración o enviar el aparato a la casa para que lo calibren. Ambas opciones son bastante caras.

El material antropométrico más usual suele ser:

- Tallímetro (ó estadiómetro). Sirve para medir la estatura y la talla sentado. Puede ser una cinta milimétrica apoyada en la pared y con un cursor deslizante para indicar la medición, o bien un aparato diseñado específicamente para esta medición. La precisión debe ser de 1 mm.
- Báscula. Sirve para medir el peso y debe tener un rango entre 0 y 150 Kg. Podrá ser mecánica o digital, pero deberá tener una precisión de, al menos, 100 gr aunque es recomendable que tenga una precisión de 50 gr.
- Antropómetro. Es una barra metálica con un cursor deslizante y, normalmente, puede extenderse gracias a una serie de ramas desmontables (Figura 1). Sirve para medir longitudes y tiene una precisión de 1 mm. Rango va de pocos centímetros hasta 2 mts. Por lo tanto, puede medir desde diámetros a longitudes y alturas.
- Cinta Antropométrica. Servirá para medir perímetros y localizar los puntos medios de los segmentos corporales (Figura 2). Deberá ser de un material flexible y no extensible y de una anchura máxima de 7 mm. También es conveniente que la graduación no comience justo en el extremo de la misma para facilitar la medición de los perímetros. La precisión deberá ser de 1 mm.



Figura 1.- Estatura medida con antropómetro.      Figura 2. Cinta antropométrica.

- Paquímetro o calibre. Sirve para medir pequeños diámetros. Es suficiente una precisión de 1 mm y el rango suele estar entre 0 y 250 mm. Existen distintos modelos de calibre, diferenciándose, sobre todo en las forma de las ramas.

- Plicómetro (ó lipómetro). Es una pinza que sirve para medir el pánículo adiposo. Dependiendo del modelo puede tener una precisión de 0,2 a 1 milímetro. El rango de mediciones debería estar, al menos entre los 0 y los 48 mm. Las ramas del plicómetro deberán tener una presión constante igual a 10 gr/mm<sup>2</sup>. Los modelos de plicómetro más utilizados son los Harpenden, Holtain y Lange, que están calibrados a 10 gr/mm<sup>2</sup>.



Figura 3.- Plicómetro Slim-Guide.

El precio de estos plicómetros, utilizados para la investigación, es muy elevado (por encima de los 425 €) (Figura 4). Existen algunos algo más económicos y perfectamente validos para uso educativo y personal, pero son difíciles de encontrar en tiendas. Entre ellos, el que tiene la mejor relación calidad precio es el Slim-Guide (Figura 3), que es de plástico y con una parte en forma de sector circular donde se encuentra la escala de medida, la cual tiene divisiones de 1 mm.

El plicómetro Slim-Guide puede encontrar en distintos proveedores de material de medición a través de Internet por un precio que oscila entre los 24,95 y los 30,00 € (más gastos de envío). No es nada recomendable la utilización de plicómetros similares al Fat-Control (Figura 5) debido a su escasa fiabilidad.



Figuras 4 y 5. Plicómetros Holtain y Fat Control.

- Segmómetro (ó cinta Lufkin). Está diseñado para ser una alternativa económica al antropómetro para medir directamente longitudes de segmentos corporales y algunas alturas, aunque no es apropiado para medir grandes diámetros óseos. Es una cinta

metálica con dos extensiones de 6 a 7 cm: una en el extremo y otra, deslizante, a lo largo de la cinta métrica (Figura 6).

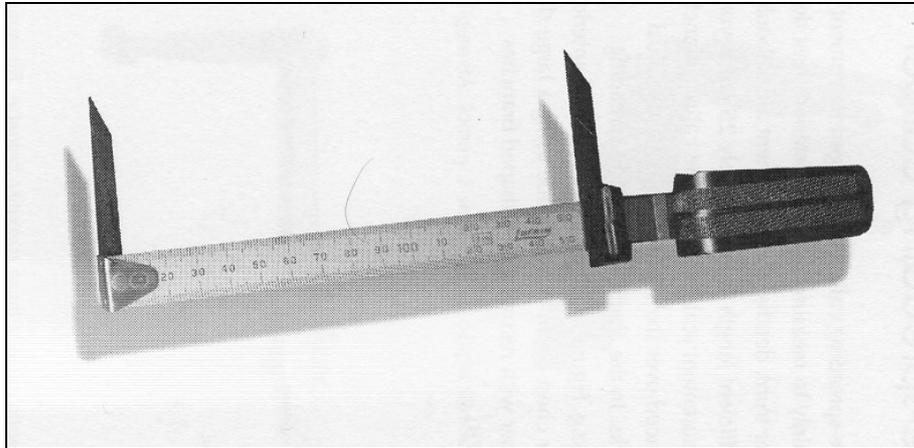


Figura 6. Cinta Lufkin con ramas don extensiones para medir longitudes (Norton y Olds, 2000).

- Gran compás. Se utiliza para medir los diámetros del tronco (diámetro transverso del tórax, anteroposterior del tórax, biacromial y biileocrestal) de manera cómoda. Las ramas curvas permiten adaptarse a la forma del pecho y realizar la toma cómodamente. La precisión del aparato es en milímetros. Otra solución es colocar las ramas curvas en el antropómetro (Figura 7).
- Banco antropométrico. Sirve para medir la talla sentado y para facilitar la toma de ciertas medidas al poder sentarse el sujeto en él o apoyar los pies y que, de esta forma, el antropometrista no se tenga que arrodillar para realizar la medición. Se recomienda que sea una caja de 40 de alto x 50 de ancho x 30 de profundidad (ISAK, 2001), aunque lo más importante es que sea horizontal, con una superficie lisa y homogénea, y de una altura conocida (Figura 8).

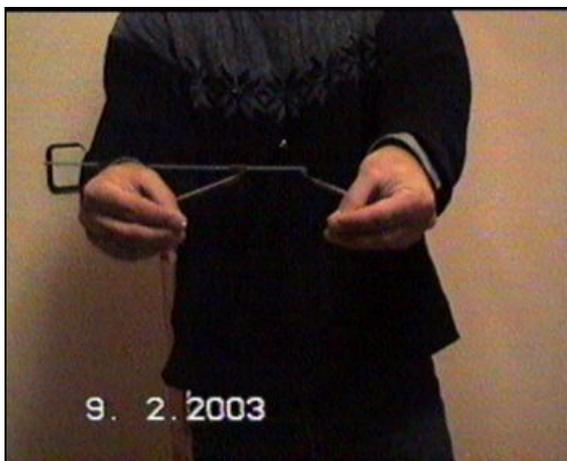


Figura 8. Gran compás de ramas curvas.

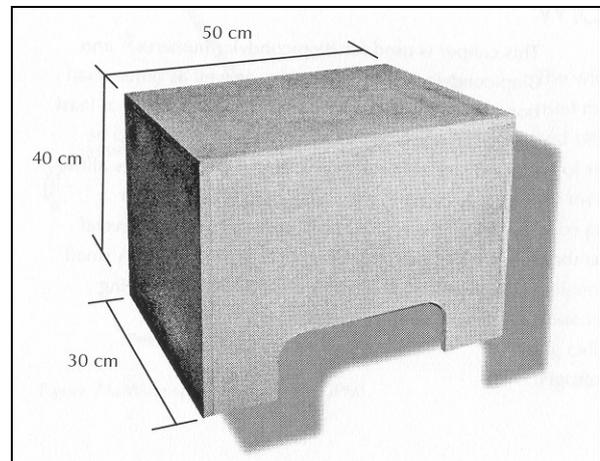


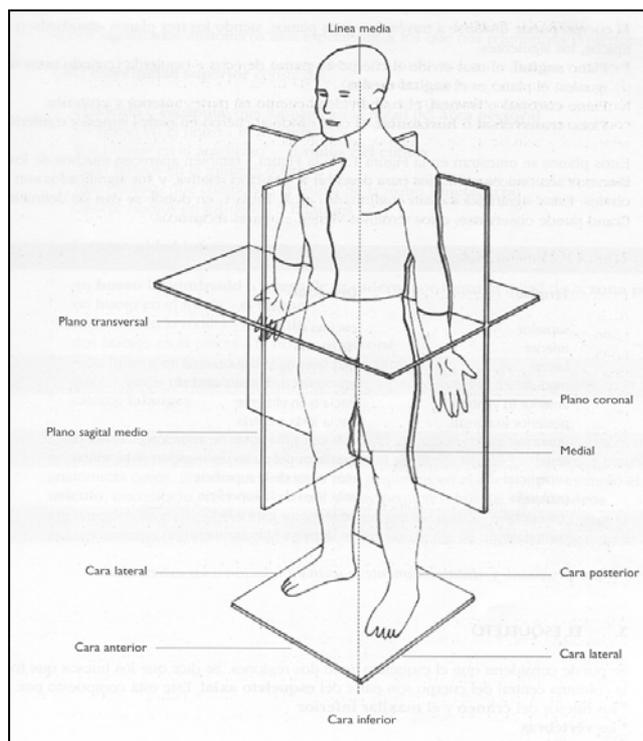
Figura 9. Cajón antropométrico (Norton y Olds, 2000)

- Material Auxiliar. Para realizar una medición completa, se suele precisar un lápiz dermatográfico, para señalar los puntos anatómicos y otras marcas de referencia (con un lápiz de ojos negro es suficiente), un programa informático, para el tratamiento de los datos y confección de gráficos, una plataforma para medir alturas, en caso de que el suelo no esté bien nivelado, y un modelo de ficha antropométrica (o proforma) donde realizar la toma de datos. En la ficha antropométrica deberán aparecer, en un orden coherente, todas las variables del estudio que vayamos a realizar. Sería conveniente que en la ficha de datos apareciera un texto de autorización, que el sujeto firmaría, para poder utilizar los datos con fines de investigación.

#### 2.4. LA LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS ANTROPOMÉTRICOS BÁSICOS.

Hay que tener en cuenta que casi todas las medidas se realizan con el sujeto en la posición antropométrica de referencia. En ella, el sujeto se encuentra de pie, con la cabeza y ojos dirigidos al infinito y las extremidades superiores relajadas a lo largo del cuerpo y dedos extendidos. Las palmas de las manos estarán orientadas hacia el cuerpo (en pronación), mientras que en la posición anatómica de referencia están en supinación. El peso del cuerpo deberá estar apoyado por igual en ambas piernas, mientras que los pies se colocan con los talones juntos y formando un ángulo de 45° entre sí.

Según esta posición básica se definen tres planos y tres ejes (Figura 10):



- El plano sagital o antero-posterior.
- El plano frontal o coronal.
- El plano Transversal
- El eje lateral, transversal u horizontal. También conocido como eje "X".
- El eje longitudinal, vertical, cráneo-caudal, ó eje "Y".
- Sagital, ventro-dorsal, antero-posterior, ó eje "Z".

Figura 10.- Planos antropométricos (Norton y Olds, 2000).

Se entiende por “proximal” la parte más cercana al tronco y por “distal” la más alejada.

Para realizar una buena localización de los puntos antropométricos se deberán seguir los siguientes pasos:

- 1º. Localización. Se buscará el punto siguiendo las estructuras óseas con la yema del dedo.
- 2º. Relocalización. Tras dejar de hacer presión sobre la piel, volveremos a localizar el punto, pero utilizando la uña del otro dedo.
- 3º. Marcado con lápiz dermográfico.
- 4º. Confirmación de la correcta localización. La grasa se moviliza con la presión y la piel se estira por lo que, en algunos casos, el punto puede variar cuando se deja de presionar con el dedo.

Algunos de los puntos anatómicos y mediciones que se citan en este tema no se utilizan en un estudio básico (ni los utilizaremos durante el curso); sin embargo, es conveniente conocerlos para su posible utilización en algún estudio más concreto. Hay que recordar que la definición de estos puntos se ha sacado del “Manual de Cineantropometría” (Esparza, 1993) y del manual de la ISAK (ISAK, 2001), y que en el “ASRM” (Longman, Roche y Martorell, 1988), podemos encontrar alguna variación en las técnicas de medición, aunque tiene la ventaja de este último es que se aportan referencias bibliográficas en las que se utilizaron y/o validaron estas técnicas de medición. Para reconocer los puntos y mediciones que vamos a utilizar a lo largo del curso, se indicaran en **negrita** y con un asterisco al final de su nombre.

#### 2.4.1. PUNTOS ANATÓMICOS DE LA CABEZA.

- **Vértex \***. Es el punto superior de la cabeza en el plano medio-sagital (Figura 11). Será el punto superior de la cabeza cuando ésta se encuentra en el Plano de Frankfort (Figura 12). Para ello, el borde inferior de la órbita (Orbitale) debe formar una línea imaginaria paralela al suelo con el punto más alto del conducto auditivo externo (Tragion).
- **Glabela (Glabella)**. Es el punto más prominente del hueso frontal, en el plano medio-sagital, entre las cejas (Figura 11).
- **Mentoniano (Gnathion)**. Es el punto inferior del mentón en el plano medio-sagital.

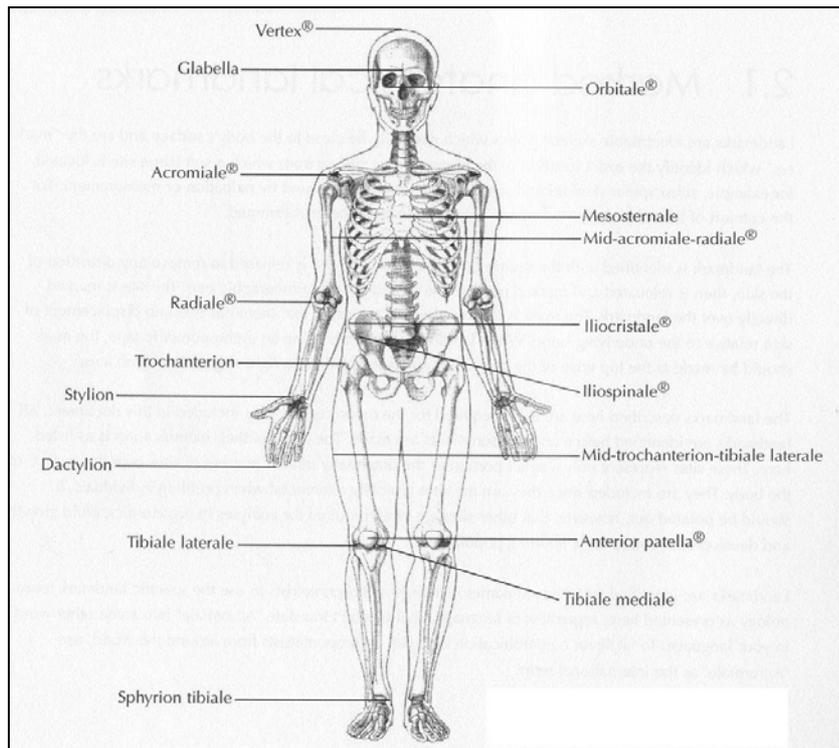


Figura 11. Puntos antropométricos óseos. (ISAK, 2001)

#### 2.4.2. PUNTOS ANATÓMICOS DEL TRONCO.

- **Supraesternal** (Supraesternale). Es el punto localizado en el borde superior de la escotadura supraesternal en el plano medio-sagital.
- **Mesoesternal** (Mesoesternale) \*. Es el punto situado en el cuerpo del esternón a nivel de la cuarta articulación condroesternal, en la intersección de los planos medio sagital y horizontal.



Figura 12. Plano de Frankfort.

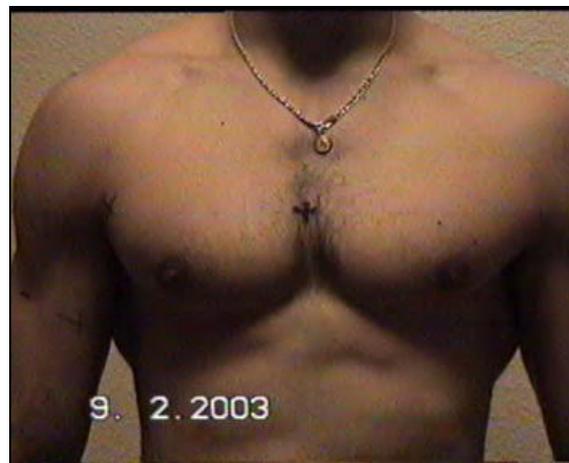


Figura 13. Punto mesoesternal.

Para localizarlo, el antropometrista coloca su dedo índice por encima de la clavícula y, con el dedo pulgar, localiza el primer espacio intercostal; después mueve el dedo índice reemplazando al pulgar, que han descendido hasta el segundo espacio intercostal, quedando atrapada entre los dedos la segunda costilla (Figura 14). Este proceso se repite en la segunda y tercera costilla y la tercera y cuarta costilla (Figura 15). La marca se realiza en el punto medio del cuerpo del esternón a nivel de la articulación de la cuarta costilla con el esternón este punto suele estar ligeramente por encima de los pezones, aunque varía en función del desarrollo del pectoral (Figura 13).



Figura 14. Localización de la segunda costilla.

Figura 15. Localización de la cuarta costilla.

- Mamilar (Thelion). Punto localizado en el pezón mamario.
- Epigástrico (Epigastrale). Es el punto localizado en la parte anterior del tronco, en la intersección del plano medio-sagital y transversal, a nivel del punto inferior de la décima costilla.
- Umbilical (Omphalion). Punto medio de la cicatriz umbilical.
- Pubiano (Symphyzion). Borde superior de la sínfisis púbica. Debido a lo “delicado” de su localización, sólo se suele utilizar en ginecología.
- Cervical (Cervicale). Punto posterior del proceso espinoso de la séptima vértebra cervical (Prominens).
- Glúteo (Gluteale). En la articulación sacro-coxígea, en el plano medio-sagital.

### 2.4.3. PUNTOS ANATÓMICOS DEL MIEMBRO SUPERIOR.

- **Acromial** (Acromiale) \*. Es el punto situado en el borde superior externo del acromion (Figura 16). Para localizarlo, se debe seguir la espina de la escápula hasta su punto más externo y, posteriormente, subir hacia arriba para localizar el punto superior más externo. Su localización puede resultar difícil y llevar a confusión cuando existe un gran desarrollo del deltoides y el hombro está en antepulsión por un excesivo desarrollo del pectoral o una actitud de “escápulas aladas”.
- **Radial** (Radiale) \*. Es el borde más superior y lateral de la cabeza del radio (Figura 17). Para localizarlo se palpa la fosa lateral del codo y se le realiza al sujeto una pronación-supinación pasiva del codo. Notaremos que la cabeza del radio rota y el húmero permanece fijo.



Figura 16. Punto acromial (acromiale)



Figura 17. Punto radial (Radiale).

- **Estiloideo** (Stylian). Es el punto más distal de la apófisis estiloides del radio. Está localizado en la parte más proximal de la tabaquera anatómica.
- **Medio estiloideo** (Mid-Stylian). Es el punto medio, en la superficie anterior (palmar) de la muñeca, sobre la línea horizontal que pasa a nivel del estiloideo.
- **Dedal** (Digital ó Dactylion) \*. Es el punto más distal del dedo medio cuando los brazos caen a lo largo del cuerpo y los dedos están en extensión. La distancia entre el medio estiloideo y el punto dedal se utiliza para medir la longitud de la mano.
- **Metacarpiano Radial** (Metacarpale Radiale). Es el punto más lateral de la cabeza distal del segundo metacarpiano estando la mano extendida.

- Metacarpiano Cubital (Metacarpale Ulnare). Es el punto más medial de la cabeza distal del quinto metacarpiano estando la mano extendida.

#### 2.4.4. PUNTOS ANATÓMICOS DEL MIEMBRO INFERIOR.

- **Ileocrestal** (Iliocrestale) \*. Es el punto más lateral del tubérculo iliaco de la cresta iliaca (ISAK, 2001) (Figura 18).
- **Ileoespinal** (Ilioespinale) \*. El punto más inferior de la espina iliaca antero-superior (¡ojo!, no en la superficie más frontal). Es el punto donde se inserta el sartorio, por lo que una rotación externa del muslo ayuda a localizar el punto. Este punto se utiliza para localizar la zona donde se tomará el pliegue supraespinal (Figura 18).
- Trocantéreo (Trochanterion). Es el punto superior del trocánter mayor del fémur (no el más lateral). Es muy difícil de localizar cuando existe un gran desarrollo de los abductores. Se puede realizar una presión de la cadera contraria (Figura 19) o pedirle al sujeto que ponga la pierna derecha sobre el banco antropométrico para que se relaje el tensor de la fascia lata.



Figura 18. Punto ileocrestal y localización del pliegue supraespinal.



Figura 19. Localización del trocánter.

- Tibial Lateral (Tibiale Externum). Es el punto más proximal y lateral de la superficie glenoidea de la cabeza tibial.
- Tibial Medial (Tibiale). Es el punto más proximal a la cavidad glenoidea en el borde medial de la cabeza de la tibia. Para tomar este punto, se le pide al sujeto que se siente, con la pierna derecha cruzada sobre la izquierda. Se busca el espacio entre la articulación

del fémur con la tibia y se sigue hasta el punto más medial y proximal de la tibia (Figura 20).

- Maleolar Tibial Interno o Medial (Sphyrion). Es el punto más distal del maleolo interno (¡ojo!, no el más externo).
- Maleolar Peroneal Externo o Lateral (Sphyrion Fibulare). Es el punto más distal del maleolo peroneo. Para localizarlo se le pide al sujeto que se siente, con la pierna derecha cruzada sobre la izquierda.
- Calcáneo (Pternion) Es el punto posterior del talón de pie cuando el sujeto está en posición anatómica.
- Anterior del Pie (Akropodion). Es el punto anterior de los dedos del pie cuando el sujeto está en posición anatómica. Puede ser el primero (Figura 21) o segundo dedo, y desde el calcáneo, constituye la longitud del pie.



Figura 20. Punto tibial medial y Sphyrion.



Figura 21. Anterior del pie en la 1ª falange.

- Metatarsiano Tibial (Metatarsale). Es el punto más medial de la cabeza del primer metatarsiano, cuando el sujeto está en posición anatómica.
- Metatarsiano Peroneal (Metatarsale Fibulare). Es el punto más lateral de la cabeza del quinto metatarsiano, cuando el sujeto está en posición anatómica.

#### 2.4.5. OTRAS REFERENCIAS ANATÓMICAS ÚTILES.

- **Punto medio Acromio-radial** (Mid-Acromiale-Radiale) \*. Es el punto medio entre el punto acromial y el radial. Se marca como línea horizontal perpendicular al eje

principal del húmero y corresponde a la mitad del brazo. Se deben proyectar dos marcas, una anterior y otra posterior, y hacer dos cruces que nos servirán para medir los pliegues del bíceps y del tríceps.

- Punto medio trocantéreo tibial. Es el punto medio de la distancia entre el punto trocantéreo y el tibial lateral.

## 2.5. MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS.

Al igual que ocurría con los puntos de referencia, veremos a continuación las medidas que el Manual de Cineantropometría (Esparza, 1993) considera como más importantes. Seguiremos señalando con negrita y un asterisco al final del nombre las que utilizaremos durante el curso.

### 2.5.1. MEDIDAS BÁSICAS.

- **Peso (P)\***. Se mide con una balanza, sin que el sujeto vea el registro de la misma. Se anota el peso del sujeto en Kg. con, al menos, una décima de kilo, aunque es recomendable una precisión de  $\pm 50$  gr.
- **Talla (T o H) \***. Se mide con el tallímetro ó el antropómetro (Figura 22) y es la distancia del suelo al vértex. El sujeto debe estar de pie, con los talones juntos y los pies formando un ángulo de  $45^\circ$ . Los talones, glúteos, espalda y región occipital deben de estar en contacto con la superficie vertical del antropómetro. El registro se toma en cm, en una inspiración forzada el sujeto y con una leve tracción del antropometrista desde el maxilar inferior, manteniendo al estudiado con la cabeza en el plano de Frankfort (Figura 23).



Figura 22. Medición de estatura con antropómetro. Figura 23. Plano de Frankfort.

- **Talla Sentado (Ts)\*.** Es la distancia desde el vértex a la superficie horizontal donde está sentado el sujeto, expresada en centímetros. Se puede tomar la altura desde el suelo al banco y luego restar la altura del banco, o bien, tomar la altura desde el banco al vértex directamente (Figura 24). El ángulo entre piernas y tronco debe ser de 90°. La espalda y la cabeza deben de estar verticales y se realiza la medición durante una inspiración forzada y con la cabeza en el plano de Frankfort. El resultado se registra en cm.
- **Envergadura:** Es la mayor distancia entre los puntos del dedo medio de la mano derecha y la izquierda expresada en centímetros. Para ello se anima al sujeto que alcance la máxima distancia posible entre los dos dedos. Se registra con un antropómetro o una cinta métrica fijada a la pared y paralela al suelo (Figura 25).



Figura 24. Talla Sentado.



Figura 25. Envergadura.

## 2.5.2. ALTURAS

Son las distancias que existen entre el punto anatómico que las define y el suelo, cuando el sujeto se encuentra en la posición anatómica (Figura 27). Se miden con el antropómetro y se expresan en centímetros. Las más usuales son las siguientes:



- **Acromial (Ac) \*.** Es la distancia desde el punto acromial al plano de sustentación (Figura 26).
- **Radial (Rd).** Es la distancia desde el punto radial al plano de sustentación.

Figura 26. Altura Acromial.

- Estiloidea (Et). Es la distancia desde el punto estiloideo al plano de sustentación.
- **Dedal ó Dactilar (Dd) \***. Es la distancia desde el punto dedal medio al plano de sustentación.

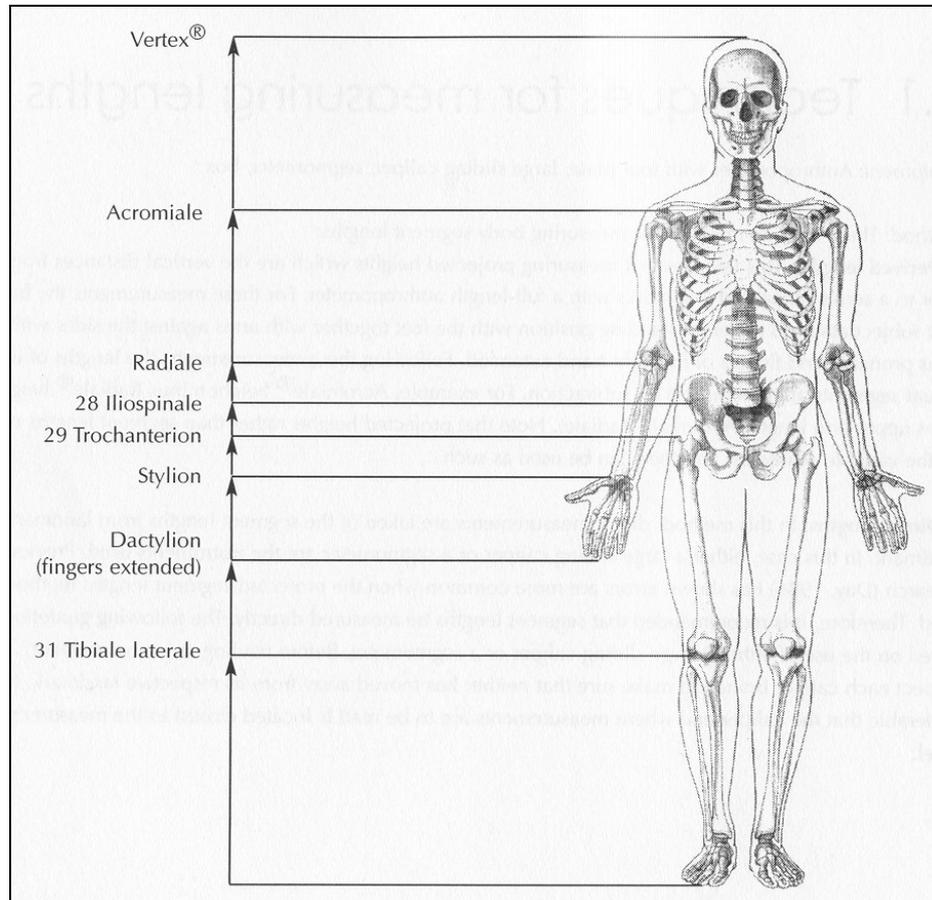


Figura 27. Alturas proyectadas desde el suelo (ISAK, 2001)



Figura 28. Error al tomar la altura ileoespinal. ¡Se está tomando en el punto ileocrestal!

- **Ileoespinal (Il)\***. Es la distancia desde el punto ileoespinal al plano de sustentación. A veces se considera la longitud de la extremidad inferior (Figura 28).
- Trocantérea (Tr). Es la distancia desde el punto trocantéreo al plano de sustentación.
- Tibial lateral (Tb). Es la distancia desde el punto tibial lateral al plano de sustentación.

- Maleolar Tibial (Mt). Es la distancia desde el punto maleolar tibial al plano de sustentación.
- Maleolar Peroneal (Mp). Es la distancia desde el punto maleolar peroneal al plano de sustentación.

### 2.5.3. LONGITUDES.

De las diferentes alturas se pueden extraer indirectamente varias longitudes, aunque también se pueden obtener directamente midiendo con el antropómetro, obteniéndose una medición expresada en centímetros. De ellas, podemos destacar:

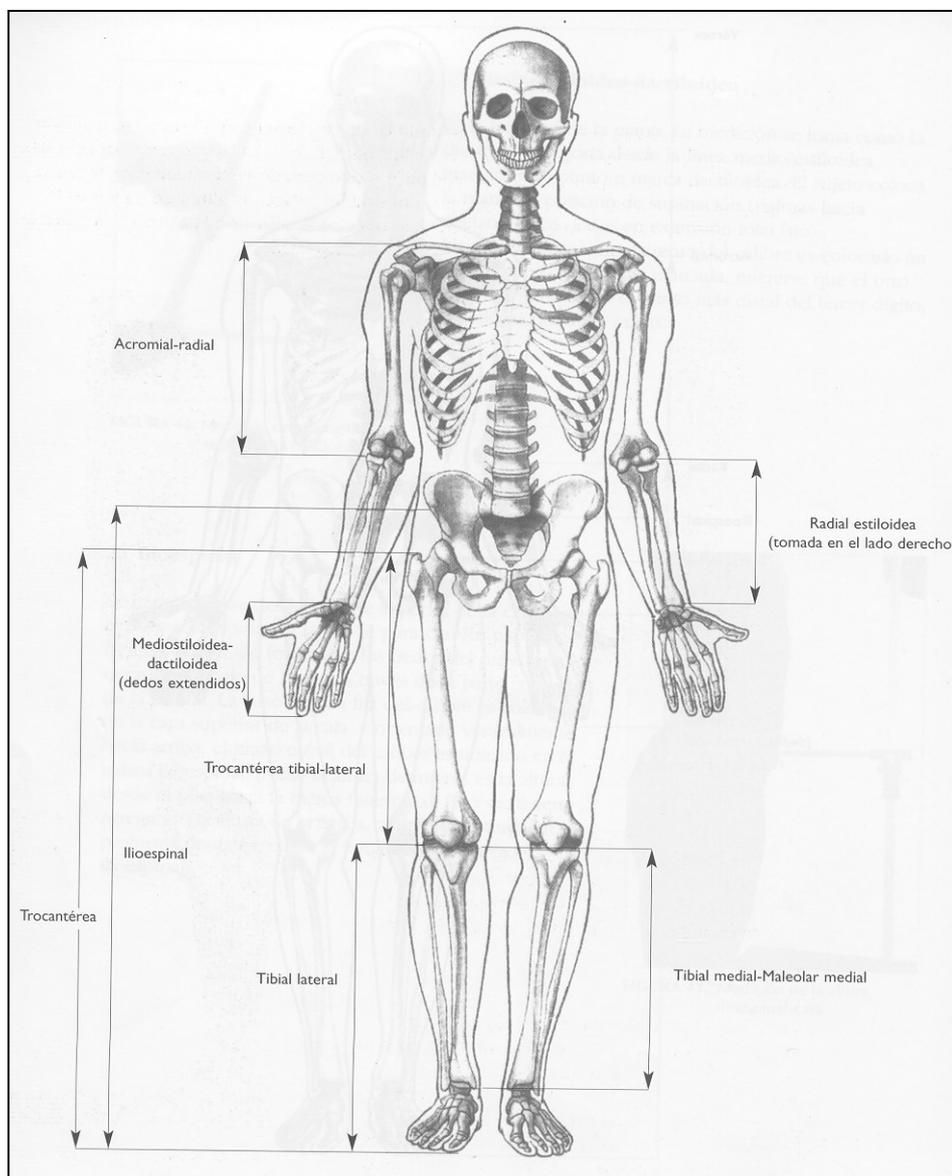


Figura 29. Longitudes óseas. (Norton y Olds, 2000)

- **L. Extremidad Superior 1 (Ac - Dd)\*.** Es la distancia entre el punto acromial y el dedal. Se obtiene de la diferencia entra la altura acromial y la dedal media, aunque en la práctica, para evitar el error de los mediciones, se toma directamente con un antropómetro o una cinta antropométrica (mejor si es una cinta Lufkin) (Figura 30).



- **L. Extremidad Superior 2 (Ac - Et).** Es la distancia entre el punto acromial y el estiloideo. Se obtiene de la diferencia entre la altura acromial y la estiloidea.
- **L. Brazo (Ac - Rd).** Es la distancia entre el punto acromial y el radial. Se obtiene de la diferencia entre la altura acromial y la radial.

Figura 30. Longitud de la extremidad superior medida directamente con el antropómetro.

- **L. Antebrazo (Rd - Et).** Es la distancia entre el punto radial y el estiloideo. Se obtiene de la diferencia entre la altura radial y la estiloidea.
- **L. Mano (Et - Dd).** Se obtiene de la diferencia entre la altura estiloidea y la dedal. Directamente se obtiene con la distancia entre el punto medio estiloideo y el dedal medio, para ello el sujeto deberá tener la mano en supinación (Figura 31).
- **L. Extremidad Inferior (T - Ts) \*.** Es la diferencia entre la talla y la talla sentado. Sin embargo, en algunos libros se considera esta longitud la altura ileocrestal ó la altura trocánterea.
- **L. Muslo 1 (T - Ts - Tb).** Es resultado de restar a la talla del sujeto la talla sentado y la altura tibial.
- **L. Muslo 2 (Tr - Tb).** Se obtiene de la diferencia entre la altura trocánteres y la tibial. Si se mide de manera directa será la distancia entre el punto trocántereo y el tibial.
- **L. Tibia:** Es la medición directa desde el punto tibial medial al punto maleolar tibial. Para medirla el sujeto cruza la pierna derecha sobre la izquierda dejando la cara medial de la pierna en la horizontal (Figura 31).



Figura 31. Longitud de la mano.



Figura 32. Posición para medir longitud de la tibia.

#### 2.5.4. PLIEGUES CUTÁNEOS.

Son el reflejo del tejido adiposo subcutáneo del sujeto. Al tomar los pliegues (Figura 33) registramos el espesor de una capa doble de piel y del tejido adiposo subyacente y se expresa en milímetros. Los pliegues se miden con el plicómetro y, a la hora de realizar la medición, hay que tener en cuenta los siguientes puntos:

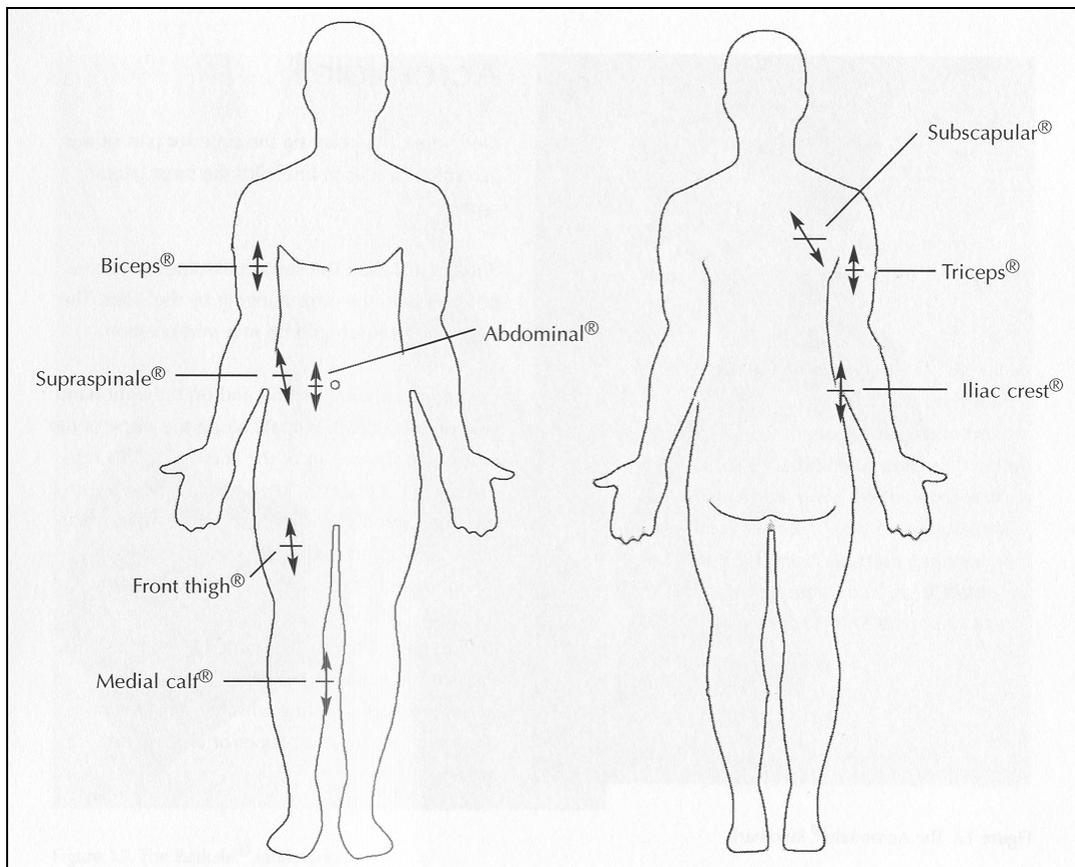


Figura 33. Localización de los pliegues y orientación de las ramas del plicómetro (ISAK, 2001).

- a) El tipo de plicómetro utilizado. El factor clave de la precisión del plicómetro es la presión ejercida por las ramas, que suele estar entre los 9 y 20 gr/mm<sup>2</sup>, sin variar más de dos gr/mm<sup>2</sup> en su recorrido entre los 2 y los 40 mm.
- b) La localización del pliegue. Algunos pliegues son bastante fáciles de localizar y no presentan excesivas variaciones cuando se realizan varias mediciones. Sin embargo, otros como el pliegue del muslo y abdominal, suelen registrar más variación- En general, cuanto mayor sea el pliegue más difícil será realizar dos tomas similares, debido a la presión de las pinzas hacen que el panículo adiposo se distribuya de manera diferente en cada medición.
- c) El tamaño del pliegue. Con los dedos pulgar e índice se debe coger solamente el tejido subcutáneo. Para cerciorarnos de que no hayamos cogido tejido muscular, se puede pedir al sujeto que contraiga y relaje el músculo. El plicómetro se debe situar a 1 cm de los dedos y con las ramas del mismo perpendiculares a la superficie que estamos midiendo, tratando de coger el pliegue mínimo.
- d) La lectura del resultado. En casos de pliegues grandes, la lectura del plicómetro va disminuyendo muy rápidamente en los primeros instantes de la medición y, tras un periodo de disminución mucho más lenta, acaba estabilizándose. En estos casos, la lectura se suele realizar a los dos segundos del comienzo de la medición y manteniendo, siempre, la presión con los dedos.
- e) El número de tomas realizadas. Al menos se precisan 2 ó 3 medidas de un mismo pliegue, de los cuales se coge la media.
- f) El posicionamiento del plicómetro. Debe estar formando 90° con el segmento donde se localiza el pliegue que estamos midiendo.
- g) Las mediciones no se deberían tomar tras la competición. El ejercicio, el agua caliente y el calor corporal hace que se incremente el flujo sanguíneo, por lo que se incrementa el tamaño de los pliegues. También se ha sugerido que la deshidratación puede influir en la tensión y turgencia de la grasa subcutánea, sin embargo, no se han obtenido diferencias significativas al respecto (Norton et al., 2000, en ISAK, 2001).

Los pliegues más comunes son:

- **Pl. Tríceps** (\*). Está situado en el punto medio acromio-radial, en la parte posterior del brazo. Es un pliegue vertical, y va paralelo al eje longitudinal del brazo (Figura 34).

- **1. Subescapular (\*)**. Está situado a dos centímetros del ángulo inferior de la escápula, en dirección oblicua, hacia abajo y hacia fuera, formando un ángulo de  $45^\circ$  con la horizontal. Para realizar esta medida, se palpa el ángulo inferior de la escápula con el pulgar izquierdo, situamos en ese punto el dedo índice y desplazamos hacia abajo el dedo pulgar rotándolo ligeramente en el sentido horario, para así tomar el pliegue de manera oblicua a  $45^\circ$  con la horizontal (Figura 35).



Figura 34. Pliegue del tríceps.



Pliegue 35. Pliegue subescapular.

- **Pl. Bíceps (\*)**. Está situado en el punto medio acromio-radial, en la parte anterior del brazo. El pliegue es vertical y corre paralelo al eje longitudinal del brazo (Figura 36).
- **Pl. Pectoral (\*)**. Está localizado en la línea que une la axila con el pezón. Es el punto más próximo al faldón axilar y oblicuo hacia abajo (Figura 37). Se toma en el mismo lugar en ambos sexos.



Figura 36. Pliegue del bíceps.



Figura 37. Pliegue pectoral.

- **Pl. Axilar Medio.** Está localizado en la línea axilar media, a la altura de la articulación de la apófisis xifoides con el exterior, ó a nivel de la 5ª costilla. El sujeto deberá abducir ligeramente el brazo para poderse realizar la medición.
- **Pl. Ileocrestal (\*)**. Está localizado justo encima de la cresta iliaca, en la línea medio axilar. El pliegue corre hacia delante y hacia abajo, formando un ángulo aproximado de 45° con la horizontal (Figura 38). El sujeto debe colocar su mano derecha a través del pecho.
- **Pl. Supraespinal o Suprailiaco anterior (\*)**. Está localizado en la intersección formada por la línea del borde superior del íleon y una línea imaginaria que va desde la espina iliaca antero-superior derecha hasta el borde axilar anterior. Se sigue la línea natural del pliegue medialmente hacia abajo, formando un ángulo aproximado de 45° con la horizontal (Figura 39). En adultos este punto suele estar entre unos 5-7 cm por encima de la espina iliaca antero-superior.



Figura 38. Pliegue ileocrestal.



Figura 39. Pliegue supraespinal.



- **Pl. Abdominal (\*)**. Está situado lateralmente a la derecha, junto a la cicatriz umbilical en su punto medio. El pliegue es vertical y corre paralelo al eje longitudinal del cuerpo (Figura 40). No se debe coger la cicatriz umbilical cuando tomamos el pliegue.

Figura 40. Pliegue Abdominal.

- **Pl. Muslo Anterior (\*)**. Está localizado en el punto medio de la línea que une el pliegue inguinal y el borde proximal de la rótula, en la cara anterior del muslo. El pliegue es longitudinal y corre a lo largo del eje mayor del fémur (Figura 41). Hay distintas formas de tomar este pliegue. Se le puede pedir al sujeto que se siente, o que extienda la pierna, apoyando el pié en un banco manteniendo la rodilla flexionada. En cualquier caso, lo más importante es que el cuádriceps esté relajado. En algunos casos, cuando el pliegue es muy grande, cuando existe mucho tono muscular en el cuádriceps, ó cuando existe mucha sensibilidad ó dolor en la zona, se le puede pedir al sujeto que se sujete él mismo el pliegue mientras se realiza la medición (Figura 42).



Figura 41. Pliegue del cuádriceps.



Figura 42. El sujeto colabora apretando la piel.

- **Pl. Pierna Medial (\*)**. Está localizado a nivel de la zona donde el perímetro de la pierna es máximo, en su cara medial. Es vertical y corre paralelo al eje longitudinal de la pierna (Figuras 43 a y b). Para realizar la medición el sujeto podrá estar sentado, o de pié con la rodilla flexionada en ángulo recto y la pierna completamente relajada (apoyada sobre el banco antropométrico).



Figuras 43 a y 43 b. Pliegue de la pierna.

### 2.5.5. DIÁMETROS.

Son distancias entre dos puntos anatómicos expresadas en centímetros (Figura 44). Se miden con un gran compás, un antropómetro, ó un paquímetro, en función de la magnitud del mismo y su localización. Los más importantes son:

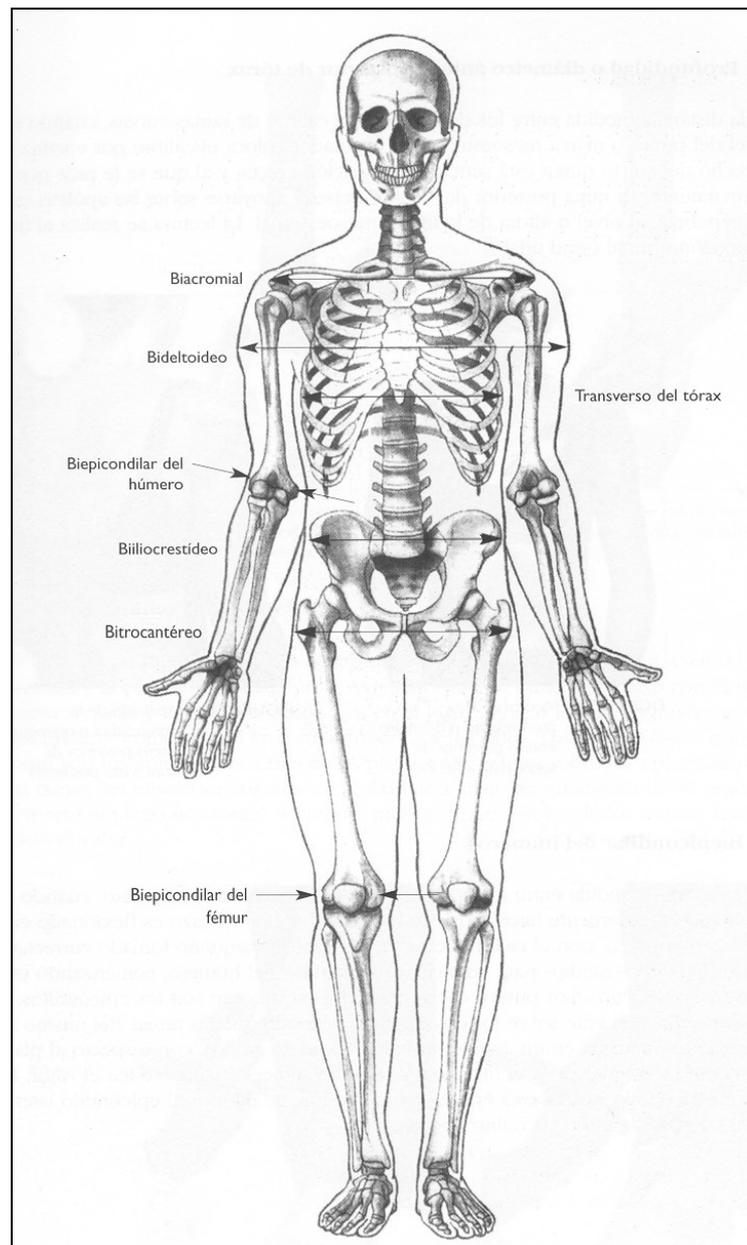


Figura 44. Diámetros óseos (Norton y Olds, 2000).

- **D. Biacromial (\*)**. Es la distancia entre el punto acromial derecho y el izquierdo. Se toma por detrás del estudiado y con las ramas del gran compás o el antropómetro formando un ángulo de  $45^\circ$  con la horizontal (Figura 45).

- **D. Transverso del Tórax (\*)**. Es la distancia entre los puntos más laterales del tórax a nivel de la cuarta costilla (punto mesoesternal). El antropometrista se sitúa delante del estudiado, que estará con el tronco extendido (Figura 46). La medida se toma al final de una espiración normal, no forzada. Esta medida puede variar si se coloca el gran compás en un hueco intercostal. Lo ideal sería localizar las ramas del compás o el antropómetro sobre la costilla más próxima al nivel de la cuarta costilla-en la articulación condroesternal.

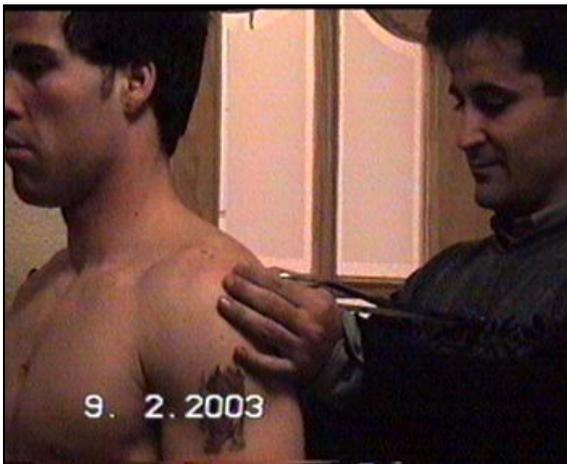


Figura 45. Diámetro biacromial.



Figura 46. Diámetro transverso del tórax.

- **D. Antero-posterior del tórax (\*)**. Es la distancia entre el punto mesoesternal del tórax y el proceso espinoso de la columna situado a ese nivel. Para tomarlo, el antropometrista se sitúa en el lado derecho del sujeto (Figura 47). La medida se toma en una espiración no forzada.
- **D. Biileocrestal (\*)**. Es la distancia entre los puntos ileocrestales derecho e izquierdo (Figura 48). El antropometrista deberá situarse de frente al estudiado.



Figura 47. Diámetro antero-posterior del torax.



Figura 48. Diámetro biileocrestal

- **D. Bicondíleo de fémur (\*)**. Es la distancia entre el cóndilo medial y lateral del fémur. El sujeto estará sentado, con una flexión de rodilla de  $90^{\circ}$ , y el antropometrista se coloca delante de él. Las ramas del calibre miran hacia abajo en la bisectriz del ángulo recto formado por la rodilla (Figura 49).
- **D. Bimaleolar**. Es la distancia entre el punto maleolar tibial y peroneo. La articulación del tobillo tiene que tener  $90^{\circ}$  de flexión. Se toma de manera oblicua, pues ambos maleolos están a distinta altura (Figura 50).



Figura 49. Diámetro bicondíleo del fémur.



Figura 50. Diámetro bimaleolar.

- **Longitud del pie**. Es la distancia entre los puntos anterior (Calcaneo ó Pternion) y posterior del pie (Anterior del Pie ó Akropodion) (Figura 51)
- **D. Transverso del pie**. Es la distancia entre el punto metatarsiano tibial y peroneal (Figura 52).



Figura 51. Longitud del pie.



Figura 52. Ancho del pie.

- **D. Biepicondileo de húmero (\*)**. Es la distancia entre el epicóndilo y la epitroclea del húmero. El sujeto deberá ofrecer al antropometrista el codo en supinación y manteniendo en el mismo una flexión de 90°. Las ramas del calibre apuntan hacia arriba en la bisectriz del ángulo formado por el codo (Figura 53). La medida es algo oblicua, debido a que la epitroclea suele estar en un plano algo inferior al epicóndilo.
- **D. Biestiloideo (Muñeca) (\*)**. Es la distancia entre la apófisis estiloides del radio y del cúbito. El sujeto debe tener el antebrazo en pronación con una flexión de muñeca de 90°. Las ramas del paquímetro se dirigen hacia abajo en la bisectriz del ángulo que forma la muñeca (Figura 54).

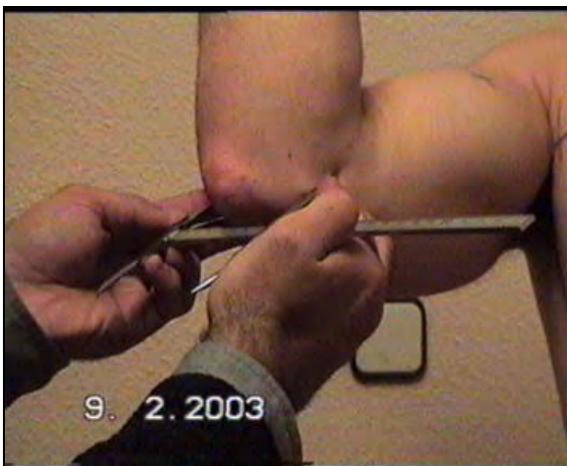


Figura 53. Diámetro biepicondileo del húmero. Figura 54. Diámetro biestiloideo de la muñeca.



Figura 55. Diámetro transverso de la mano.

- **D. Transverso de la mano**. Es la distancia entre el punto metacarpiano lateral y medial (Figura 55).

#### 2.5.6. PERÍMETROS.

Son los contornos corporales, medidos con una cinta flexible e inextensible, y expresados en centímetros. Al realizar la medición no se deben comprimir los tejidos blandos de la zona (Figura 56).

- **P. Cefálico**. Es el máximo perímetro de la cabeza cuando la cinta se sitúa encima de la glabella. Se deberá hacer una fuerte tensión sobre la cinta para disminuir la influencia del pelo, evitando las coletas y las horquillas (Figura 57).

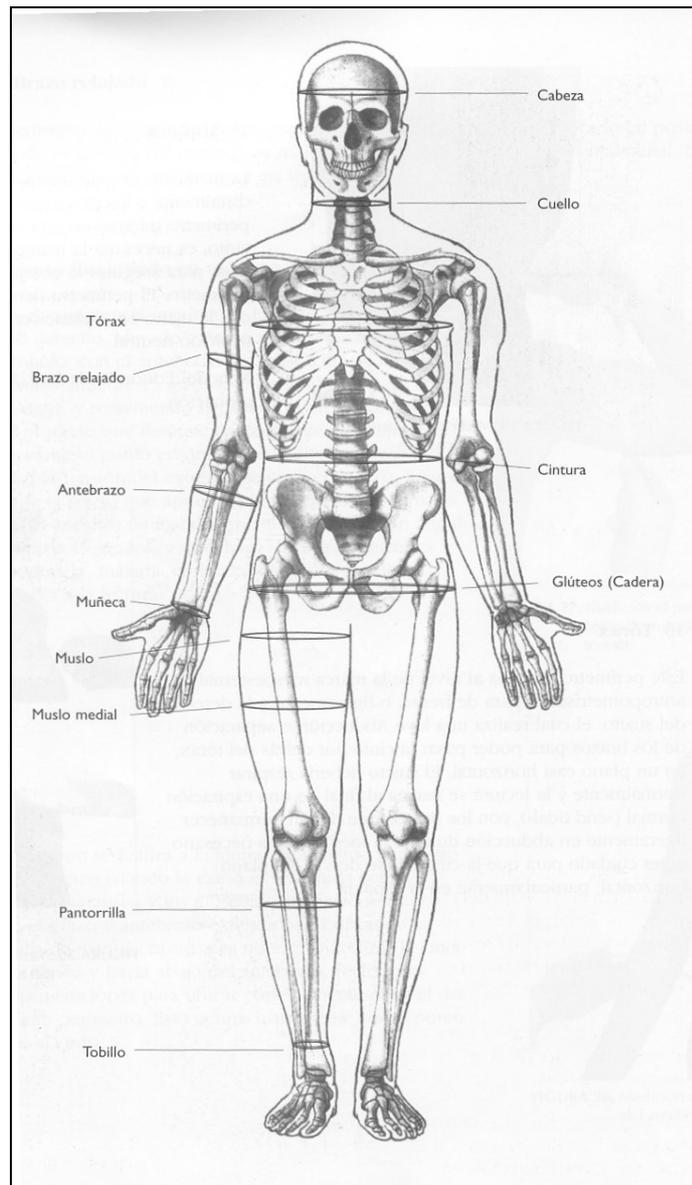


Figura 56. Perímetros corporales (Norton y Olds, 2000)

- **P. Cuello.** Es el perímetro del cuello, tomado por encima de la nuez de Adán o prominencia laríngea. La cinta debe colocarse perpendicular al eje del cuello, por lo tanto, no siempre debe posicionarse paralela al suelo (Figura 58).
- **P. Mesoesternal (Pecho) (\*).** Medida del contorno del tórax a nivel de la cuarta articulación condroesternal (punto mesoesternal). Se le pide al sujeto que eleve los brazos, se coloca la cinta paralela al suelo, y el sujeto vuelve a dejar los brazos a los lados del cuerpo (Figura 59). La medición se toma en espiración no forzada.
- **P. Cintura (ó Abdominal 1) \*.** Corresponde al menor contorno del abdomen, suele estar localizado en el punto medio entre el borde costal y la cresta iliaca (Figura 60).



Figura 57. Perímetro cefálico.



Figura 58. Perímetro del cuello.



Figura 59. Perímetro Mesoesternal.



Figura 60. Perímetro de cintura.



Figura 61. Perímetro de cadera.

- P. Cadera (Pélvico o glúteo). Es el contorno máximo de la cadera, aproximadamente a nivel de la sínfisis púbica y cogiendo el punto más prominente de los glúteos (Figura 61). El sujeto cruzará los brazos a 1 altura del pecho y no contraerá los glúteos.
- P. Umbilical (ó Abdominal 2). Es el contorno del abdomen a nivel de la cicatriz umbilical (Figura 62).

- **P. Muslo 1 (o Muslo 1 cm) (\*)**. El contorno del muslo, tomado un centímetro por debajo del pliegue glúteo (figura 63).



Figura 62. Perímetro umbilical.



Figura 63. Perímetro muslo 1 (1 cm).

- **P. Muslo 2 (Medial)**. El contorno del muslo a nivel del punto medio trocantereo-tibial (Figura 64).
- **P. Pierna (\*)**. Es el máximo contorno de la pierna. Para medirlo, el sujeto deberá estar de pie, con el peso repartido entre ambas piernas (Figura 65).



Figura 64. Perímetro muslo 2 (Muslo medial)



Figura 65. Perímetro de la pierna.

- **P. Tobillo (\*)**. Es mínimo contorno de la pierna, por encima del maleolo tibial (Figura 66).

- **P. Brazo Relajado (\*)**. Es el contorno del brazo relajado con el sujeto de pie y con los brazos extendidos a los lados del cuerpo. Se mide a nivel el punto medio entre el punto acromial y el radial (Figura 67).



Figura 66. Perímetro del tobillo.



Figura 67. Perímetro del brazo relajado.

- **P. Brazo contraído y flexionado (\*)**. Es el contorno máximo del brazo contraído voluntariamente. El sujeto deberá colocar el brazo en abducción y en la horizontal. El antebrazo debe estar en supinación y con una flexión de codo de 45°. El antropometrista debe animar a realizar una contracción máxima de bíceps mientras se realiza la medición (Figura 68).
- **P. Antebrazo (\*)**. Es el perímetro máximo del antebrazo, tomado con el codo extendido y el antebrazo en supinación (Figura 69).



Figura 68. Perímetro del brazo contraído.



Figura 69. Perímetro del antebrazo.

- **P. Muñeca (\*)**. Es el mínimo contorno del antebrazo (Figura 70).



Figura 70. Perímetro de muñeca.

## 2.6. CÁLCULO DE LA EDAD DECIMAL.

Algunas veces, un estudio científico es importante precisar con decimales la edad de los sujetos, sobre todo cuando tratamos con niños de corta edad. En estos casos, cada día se considera 1/365 partes del año (0,003 años). Por lo tanto, habrá que calcular los años completos que tiene sujeto y el número de días, y, posteriormente, añadir al número entero años, la parte decimal correspondiente al número de días. Vamos a seguir al detalle todos los pasos para calcular la edad decimal de una persona que nació el 2 de Enero de 1970, el día 25 de Febrero de 2002:

1º.- Registrar el día de nacimiento y el día de la toma.

EJEMPLO:

Nacimiento = 2 - 1 - 70.

Día actual = 25 - 2 - 06 .

2º.- Tomar las partes enteras de ambas fechas:

Año nacimiento = 1970.

Año Actual = 2006.

3º.- Tomar las partes decimales del día del año:  
(Ver Figura 71)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
1	000	085	162	247	329	414	496	581	666	748	833	915
2	003	088	164	249	332	416	499	584	668	751	836	918
3	005	090	167	252	334	419	501	586	671	753	838	921
4	008	093	170	255	337	422	504	589	674	756	841	923
5	011	096	173	258	340	425	507	592	677	759	844	926
6	014	099	175	260	342	427	510	595	679	762	847	929
7	016	101	178	263	345	430	512	597	682	764	849	932
8	019	104	181	266	348	433	515	600	685	767	852	934
9	022	107	184	268	351	436	518	603	688	770	855	937
10	025	110	186	271	353	438	521	605	690	773	858	940
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11	027	112	189	274	356	441	523	608	693	775	860	942
12	030	115	192	277	359	444	526	611	696	778	863	945
13	033	118	195	279	362	447	529	614	699	781	866	948
14	036	121	197	282	364	449	532	616	701	784	868	951
15	038	123	200	285	367	452	534	619	704	786	871	953
16	041	126	203	288	370	455	537	622	707	789	874	956
17	044	129	205	290	373	458	540	625	710	792	877	959
18	047	132	208	293	375	460	542	627	712	795	879	962
19	049	134	211	296	378	463	545	630	715	797	882	964
20	052	137	214	299	381	466	548	633	718	800	885	967
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21	055	140	216	301	384	468	551	636	721	803	888	970
22	058	142	219	304	386	471	553	638	723	805	890	973
23	060	145	222	307	389	474	556	641	726	808	893	975
24	063	148	225	310	392	477	559	644	729	811	896	978
25	066	151	227	312	395	479	562	647	731	814	899	981
26	068	153	230	315	397	482	564	649	734	816	901	984
27	071	156	233	318	400	485	567	652	737	819	904	986
28	074	159	236	321	403	488	570	655	740	822	907	989
29	077	159	238	323	405	490	573	658	742	825	910	992
30	079	—	241	326	408	493	575	660	745	827	912	995
31	082	—	244	—	411	—	578	663	—	830	—	997
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Figura 71: Tabla de para el cálculo de la edad decimal (modificada de Weiner y Lourie, 1981)

Día nacimiento = 0,003. Día Actual = 0,151.

4º.- Restar a la cantidad total del día actual el de la fecha de nacimiento.

2006,151 - 1970,003 = **36,148 años.**

## 2.7. CÁLCULO DEL ERROR TÉCNICO DE MEDIDA.

¿Como podemos saber si estamos realizando bien las mediciones?. ¿En cuanto me equivoco al realizar las mediciones?. Para contestar esas preguntas se debe calcular el error técnico de medida cuya fórmula es:

$$E.T.M. = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n}}$$

, donde “d” es la diferencia entre un par de mediciones, y “n” es el número de pares de mediciones.

Veamos un ejemplo. Imaginamos que del pliegue del tríceps hemos cogido cuatro medidas diferentes, que se pueden ver en la Tabla 1:

	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	$\bar{X}$
Pliegue del tríceps	6,8	6,2	6,0	7,0	6,5

Tabla 1: Valores de cuatro tomas del pliegue del tríceps tomadas por un mismo antropometrista.

1º.- Calculamos las diferencias entre cada par de mediciones. El número de pares (n) estará en función del número de mediciones (m), siendo  $n = \sum_1^{m-1} m$ .

2º.- Elevamos al cuadrado esas diferencias (recordar que el cuadrado de un número negativo es siempre un número positivo).

3º.- Hacemos la suma de las diferencias al cuadrado:

4º.- Dividimos el resultado entre el doble del número de pares.

5º.- Realizamos la raíz cuadrada de este último resultado. Con ello obtenemos el Error Técnico de Medida (E.T.M.).

6º.- El E.T.M. es absoluto. Sin embargo, si cometemos un error de 2 milímetros en una altura no es tan importante como cometer un error de 2 mm en un pliegue de grasa. Para valorar de una forma real el error que hemos cometido debemos hacer el E.T.M. relativo a la magnitud de la medida que hemos tomado. Para ello, utilizamos como referencia la media de todos los valores que hemos obtenido, según la fórmula:

$$\% \text{ E.T.M} = 100 * \left( \frac{\text{E.T.M}}{\bar{X}} \right)$$

Los pasos del 1 al 5 se pueden ver resumidos en la Tabla 2.

Por lo general, se admite una tolerancia de un 5% en pliegues cutáneos y de un 2% en el resto de medidas. El porcentaje de E.T.M. supera los límites permitidos de error en pliegues cutáneos, por lo tanto, dicha medición no ha sido bien realizada, al existir grandes diferencias entre las distintas tomas que se realizaron.

	Par	Diferencia	d <sup>2</sup>
1	Toma 1 – Toma 2	0,6	0.36
2	Toma 1 – Toma 3	0.8	0.64
3	Toma 1 – Toma 4	- 0.2	0.04
4	Toma 2 – Toma 3	0.2	0.04
5	Toma 2 – Toma 4	-0.8	0.64
6	Toma 3 – Toma 4	-1.0	1
$\sum d^2$			$\approx 2.72$
$2n$			12
$\sum d^2 / 2n$			$\approx 0,23$
$\text{E.T.M.} = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n}}$			$\approx \mathbf{0,48 \text{ (mm)}}$
$\% \text{ E.T.M} = 100 * \left( \frac{\text{E.T.M}}{\bar{X}} \right)$			$\approx \mathbf{7,37 \%}$

Tabla 2: Cálculos para obtener el porcentaje del E.T.M. de los datos expuestos en la Tabla 1.

En la página 65 del Manual de Cineantropometría de la FEMEDE (Esparza, 1993), se puede ver una tabla con la tolerancia del E.T.M. absoluto en las distintas variables antropométricas. Las tolerancias suelen estar entre 1 y 2 milímetros, llegando a 3 mm en el caso de variables como el diámetro transversal del tórax o la estatura, y de 0,5 kg en el caso del peso. En el caso de los pliegues, únicamente se indica el 5%. No es necesario realizar una tercera medición en caso de que en las dos primeras no se superen estos márgenes de tolerancia.

## 2.8. LA FICHA ANTROPOMÉTRICA BÁSICA (Ó PROFORMA).

Antes de comenzar un estudio, se deberá confeccionar una ficha antropométrica que contenga todos los datos que nos interesen del sujeto (Nombre, edad, domicilio, teléfono, especialidad que practica, horas de entrenamiento, hora del día en que se realiza la medición, etc.), además de las variables que vayamos a registrar, ordenadas de tal forma que la medición se haga lo más rápidamente posible. Por lo tanto, si se van a realizar mediciones con distintos aparatos, deberán colocarse una detrás de otra todas las medidas a realizar con un mismo aparato.

Además, para realizar la distribución de las variables en la lista, deberemos tener en cuenta los desplazamientos que deban realizar tanto el antropometrista como el sujeto con el fin de reducirlos al mínimo.

## 2.9. CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN INSTRUMENTO DE MEDIDA.

En general, para que un instrumento de medida (aparato o test) se pueda utilizar en un estudio científico, se deben probar su validez, fiabilidad y objetividad (Thomas y Nelson, 1996).

**A) VALIDEZ.** Debe probarse que el instrumento mide lo que en realidad dice medir. Parece claro que una cinta métrica mida centímetros, pero no está tan claro que un plicómetro mida la grasa (el tamaño de un pliegue, en realidad) con una presión de sus ramas de 10 gr/mm<sup>2</sup>, o que un test de Cooper mida la capacidad aeróbica del sujeto. Para ello, hay que comparar, para una misma muestra de sujetos, los resultados obtenidos cuando se les aplica un instrumento válido, con los resultados del nuevo instrumento (el cuál estamos intentando probar su validez).

**B) FIABILIDAD.** Una vez probada la validez del nuevo instrumento de medida, se debe comprobar su fiabilidad, o sea, si los resultados obtenidos con ese instrumento son los mismos entre una toma y otra. Una báscula es muy fiable si nos pesamos una vez y, cinco segundos más tarde, nos volvemos a pesar obteniendo exactamente el mismo resultado. En el caso un plicómetro, la fiabilidad no es tan clara pues podemos tomar un

pliegue de tríceps de 10 mm e, inmediatamente después, tomar el pliegue en el mismo lugar al mismo sujeto obteniendo un resultado de 12 mm

Para probar la fiabilidad de un instrumento de medida, un investigador tendrá que tomar los datos a una muestra grande de sujetos (test) y, antes de que cualquier factor pueda influir en los resultados, el mismo investigador deberá repetir medición a la misma muestra de sujetos y con el mismo aparato (re-test).

**C) OBJETIVIDAD.** Por último, se debe probar la objetividad del instrumento de medida, o sea, si los resultados obtenidos son los mismos independientemente de la persona que realice la medición. Una báscula es muy objetiva, porque, independientemente de quien la utilice para medir a otra persona, va a obtener el mismo resultado. En el caso un plicómetro, la objetividad en su uso dependerá de un buen criterio a la hora de realizar la medición; sin embargo, por mucho que queramos coger el pliegue en el mismo sitio, la presión con los dedos del investigador al coger el pliegue y la distribución diferente en cada toma del panículo adiposo puede hacer que dos investigadores obtengan resultados distintos para un mismo sujeto.

Por lo tanto, para probar la objetividad de un instrumento de medida (ya sea un aparato o un test), un investigador deberá tomar los datos a una muestra grande de sujetos (test y re-test) y, posteriormente, un segundo investigador deberá repetir la medición a la misma muestra de sujetos, con el mismo instrumento, y tratando de seguir el mismo protocolo.

Para obtener la relación entre dos tomas de datos de una misma muestra, en el caso de que la variable a estudiar sea continua, se suele utilizar el coeficiente de correlación de Pearson que nos proporciona un número que va de “- 1” a “+1”. Una buena correlación se consideraría cuando el valor absoluto del Coeficiente de Pearson fuera superior a 0,6 (o sea, de “-1” a “-0,6” y de “0,6” a “1”).

- Valores positivos indican una relación directa entre los grupos (cuando la medición es grande con un instrumento → también es grande con el segundo). Cuanto mayor sea el valor del coeficiente mayor será esa relación.
- Valores negativos indican una relación indirecta entre los grupos (cuando la medición es grande con un instrumento → es pequeña con el segundo). Cuanto menor sea el valor del coeficiente mayor será esa relación.

- Valores próximos a “0” indican la ausencia de relación entre grupos entre los grupos (en algunos sujetos de la muestra la relación es directa, en otros es inversa).

Aunque aquí hayamos utilizado el coeficiente de correlación de Pearson, existen otras técnicas para poder validar un instrumento de medida; sin embargo, son algo más complicadas de desarrollar. Un ejemplo de estas técnicas sería el grado de congruencia (Brand, 1995) en la que no se parte de la idea de que uno de los métodos es válido que el otro (como se plantea en la técnica que hemos utilizado en este tema).

## 2.10. BIBLIOGRAFÍA DEL TEMA.

- Brand, M. (1995) An Introduction to medical statistics. (2<sup>nd</sup> Edition). Oxford: Oxford University Press.
- Esparza, F. (Ed) (1993). Manual de Cineantropometría. Pamplona: (GREC) FEMEDE.
- ISAK (2001). International Standards for Anthropometric Assessment. Unerdale: ISAK.
- Norton, K. Y Olds, T. (2000) Antropometría. Rosario, Argentina: Biosystem.
- Thomas, J.R., y Nelson, J.K. (1996). Research methods in physical activity. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.
- MacDougall, J.D., Wenger, H.A., y Green, H.J. (Eds) (1991). Physiological Testing of the elite Athlete. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.
- Lohman, T.G., Roche, A.F., y Martorell, R. (1988). Anthropometric Standardization Reference Manual. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.
- Weiner, J.S., y Lourie, J.A. (1981). Practical Human Biology. Londres: Academic Press. En: Pacheco J.L. (1993) Antropometría de los Atletas Españoles de Élite. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas. UCM.).