

Saludinámica

COMUNICADOS MENARINI EN SALUD Y DEPORTE



Las características antropométricas del deportista son parte de ese complejo de variables biológicas, psicológicas y socioculturales, además de genéticas, relacionadas con el rendimiento deportivo. En la mayor parte de los deportes se persigue un morfotipo que se considera idóneo para alcanzar el éxito.

En los deportes de equipo, aunque es más difícil definir un morfotipo idóneo, se han subespecializado ciertas funciones que teóricamente requieren morfologías específicas. En el fútbol han triunfado jugadores con unas características físicas aparentemente tan diferentes como las de Cruyff, Maradona, Zidane o Ronaldo, por citar los más recientes fenómenos futbolísticos ofensivos. Es decir, parece que no hay un morfotipo único para el futbolista de alto nivel.



LA CINEANTROPOMETRÍA

El término «cineantropometría» deriva de las raíces griegas *kinein* (moverse), *anthropos* (especie humana) y *metrein* (medir). La cineantropometría se define como «la ciencia que estudia el tamaño, forma, proporcionalidad, composición corporal, maduración biológica y función corporal, con el objeto de entender el proceso del crecimiento, el ejercicio físico y rendimiento deportivo, así como la nutrición» (Ross y cols. 1995). Mediante mediciones antropométricas se valora la idoneidad morfofuncional del sujeto en función de los objetivos que se persigan.

Con el propósito de conseguir uniformidad en el estudio

antropométrico y normalizar la terminología, se recomienda seguir las normas y técnicas de medición de la ISAK (*Internacional Society of the Advancement of Kinanthropometry*), que define las reglas y protocolos en la valoración antropométrica del deportista aceptadas y recomendadas por el Grupo Español de Cineantropometría (GREC).

La cineantropometría es una ciencia cuya metodología está en constante revisión, por lo que la formación continuada es imprescindible.

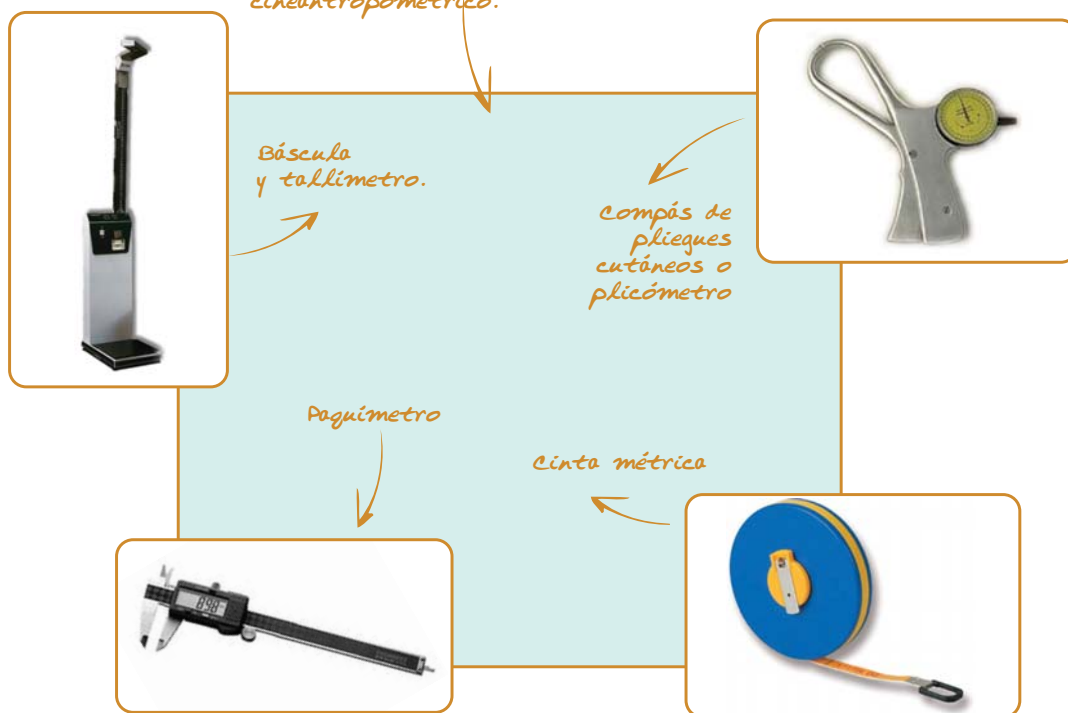
Aunque cada antropometrista elabora su propio protocolo, se deben tener en cuenta una serie de recomendaciones y cui-

Valoración cineantropométrica

datos generales relacionados con la técnica y material antropométrico. Este material debe

ser sencillo en su manejo, preciso y homologado (figura 10).

Figura 10.- Material cineantropométrico.



ERROR TÉCNICO DE MEDIDA

Calidad de medida

Aunque lo parezca, la antropometría no es una técnica sencilla. Uno de sus fundamentos básicos es la calidad de la medida antropométrica.

Para ello debe reducirse el error de medida, lo que exige calibrar el material antropométrico y tener una buena técnica de medición (figura 11). Los cuatro puntos que hacen referencia al error de medida son:

Saludinámica

COMUNICADOS MENARINI EN SALUD Y DEPORTE

➤ **Precisión.** Se refiere a la repetibilidad de la medida realizada por un mismo observador. A menor variabilidad de la medida, mayor precisión. La precisión se calcula mediante el «error técnico de medida (ETM)», o error intraobservador, que se valorará en las unidades de la variable que se esté analizando.

➤ **Confiabilidad.** Es el coeficiente de correlación entre series sucesivas de medidas tomadas en el mismo sujeto. Se calcula con el «cociente de correlación intraclass (CCI)». Es adimensio-

nal, sin unidades; cuanto más se aproxime a 1 mejor será la calidad de la medida.

➤ **Exactitud.** Indica el grado de coincidencia de la medida observada con la medida «verdadera» o realizada por un experto, el «evaluador criterio» (antropometrista que no comete errores sistemáticos, nivel 3 o nivel 4). Se calcula mediante el ETM o error interobservador.

➤ **Validez.** El grado en que una medición mide realmente una característica.

*Figura 11.-
Técnica de
medición del
pliegue del
tríceps previa
determinación
del punto
medio
acromiorradial*



Las recomendaciones y publicaciones de la ISAK proporcionan unas herramientas básicas para la formación antropométrica.

El objetivo del antropometrista debe ser alcanzar altos grados de precisión, confiabilidad y exactitud, utilizando la técnica válida de medición. El ETM es el tratamiento estadístico correcto para

valorar la calidad de la medida, en series repetidas de diferentes medidas antropométricas realizadas por uno o varios antropometristas. Se define como la raíz cuadrada de la suma de las diferencias al cuadrado, dividido por el doble de los pares estudiados:

$$ETM = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n}}$$

Valoración cineantropométrica

Para comparar el ETM entre diferentes investigadores se calcula el porcentaje del ETM, dividiendo el ETM por la media de todas las medidas realizadas ($\sum x/n$). Esto permite comparar en porcentajes el ETM entre diferentes observadores.

$$\% \text{ ETM} = 100 \times \frac{\text{ETM}}{\bar{x}}$$

Es aconsejable comprobar periódicamente que el ETM individual y comparado con otros antropometristas se mantiene dentro de los límites aceptados.

El ETM tiene que ser incluido en la valoración e interpretación de los resultados antropométricos. Debe comprobarse periódicamente y mantenerse dentro de los rangos recomendados: de 7,5 % a 5 % para pliegues cutáneos, y de 1,5 % a 1 % para el resto de las medidas antropométricas.

Interpretación y aplicación del ETM

En general el ETM es el error estándar de una sola medición. La medición $\pm$ ETM da un intervalo de confianza aproximado del 68% para el valor real de la medida del sujeto. La medición $\pm$ (2 x ETM) da un intervalo de confianza aproximado del 95% para el valor real de la medida del sujeto.

Supongamos que un antropometrista tiene un ETM para el pliegue del muslo de 0,33 mm:

➡ **Ejemplo 1.** Este antropometrista mide a un futbolista un pliegue cutáneo de muslo de 12,8 mm. ¿Cuáles son los límites de confianza del valor verdadero de este pliegue para este futbolista?

El error estándar (ETM) de la medición será de 0,33 mm, y para un intervalo de confianza del 68% el valor verdadero estará entre (12,8-0,33) y (12,8+0,33), es decir, de 12,47 mm a 13,13 mm. Para un intervalo de confianza del 95 %, el valor verdadero estará entre [12,8-(2x0,33)] y [12,8+(2x0,33)], es decir, de 12,14 a 13,46 mm.

➡ **Ejemplo 2.** Un futbolista es evaluado dos veces en un periodo de tiempo de tres meses. Queremos saber si verdaderamente los valores que se le han medido han cambiado. Los valores del pliegue del muslo eran de 13,4 mm y 12,8 mm.

Cada evaluación tiene un error estándar de 0,33 mm. La diferencia entre las mediciones es de -0,6mm (12,8-13,4), y el error estándar de la diferencia es 0,33 x $\sqrt{2}$ = 0,47 mm. Para un intervalo de confianza del 68%, el valor verdadero estará entre (-0,6-0,47) y (-0,6+0,47), es decir, de -1,07 a -0,13 mm. Como el intervalo de confianza no incluye el cero, se podría concluir que el sujeto ha cambiado.

Saludinámica

COMUNICADOS MENARINI EN SALUD Y DEPORTE

Para un intervalo de confianza del 95 %, el valor verdadero estará entre [-0,-(2x0,7)] y [-0,+(2x0,7)], es decir, de -1,54 mm a 0,34 mm.

Como el intervalo de confianza incluye el cero, se podría concluir que para el nivel de significación del 5% el valor real del futbolista no ha cambiado entre ambas mediciones.

Estos ejemplos reflejan la importancia de conocer el ETM y su aplicación en la valoración antropométrica del futbolista. La información que se da a futbolistas y entrenadores debe ajustarse a una interpretación correcta de los datos.



CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS

Los datos de altura y peso de los equipos de fútbol sugieren que los jugadores varían enormemente en sus dimensiones corporales, y que la talla no necesariamente determina el éxito. La falta de altura no es por sí misma un impedimento de éxito en el fútbol, aunque podría determi-

nar la elección de la posición de juego.

Los índices de masa corporal constituyen una de las formas más simples de valorar la composición corporal. Se basan en la relación peso/talla, y dan valores de normalidad para esta relación (tablas 2 y

TABLA 2. VALORES MEDIOS ± DESVIACIÓN ESTÁNDAR.
REILLY 1999 MODIFICADO.

Procedencia de la muestra	Talla (cm)	Peso (kg)	Referencia
Liga Inglesa. Primera División	180,4 ± 1,7	76,7 ± 1,5	White y cols. (1988)
Liga Inglesa. Primera División	176,0 ± 1,1	73,2 ± 1,5	Reilly (1979)
Aberdeen FC	174,6 ± 0,9	69,4 ± 2,1	Williams y cols. (1973)
Olímpicos Australianos	181,8 ± 6,3	79,9 ± 7,4	Tumilty (2000)
Profesionales italianos	177,2 ± 0,9	74,4 ± 1,1	Faina y cols. (1988)
Uipesti Dozia, Budapest	176,5 ± 1,7	70,5 ± 1,3	Apor (1988)
Copa América 1995	177,7 ± 5,74	76,4 ± 7,01	Rienzi (1996)
Liga Española. Primera División	180,0 ± 0,1	78,6 ± 6,6	Casajús (2001)
Selección Española	177,8 ± 6,5	77,3 ± 6,1	Casajús (1997)

Valoración cineantropométrica

3). El más tradicional es el índice de Quetelec, también conocido como «índice de masa corporal (IMC)» (*Body Mass Index, BMI*), que se basa en el cociente peso/talla² (peso en Kg y talla en m).

IMC= peso/talla² (Kg/m²)

Con este tipo de valoración se supone que todo el exceso de peso para una talla determinada es grasa. Evidentemente, se trata de un error que es mucho más relevante en deportistas, donde el exceso de peso se debe habitualmente a un importante desarrollo muscular y no a un exceso de masa grasa.

PESO Y TALLA DE FUTBOLISTAS ESPAÑOLES

	Selección n=16	1ª División n=19	2ª División A n=17	2ª División B n=1
Edad (años)	26,1 ± 2,19	25,2 ± 4,27	26,8 ± 3,34	24,3 ± 2,65
Peso (Kg)	77,3 ± 6,08	77,0 ± 5,87	73,6 ± 8,11	72,9 ± 3,7
Talla (cm)	177,8 ± 6,53	179,4 ± 6,82	175,8 ± 5,66	175,8 ± 5,47
IMC	24,4 ± 0,98	23,9 ± 1,33	23,7 ± 1,63	23,6 ± 1,06

Atendiendo a la clasificación tradicional de porteros, defensas, centrocampistas o medios y delanteros, la muestra queda redefinida como muestra la tabla 4:

- Los porteros son los de mayor edad, peso y talla.
- Los delanteros son los más jóvenes y los de menor peso y talla.

- Defensas y medios obtienen valores intermedios, aunque los defensas son más altos y pesados.
- Los porteros mantienen diferencias significativas en peso y talla respecto a medios, defensas y delanteros.

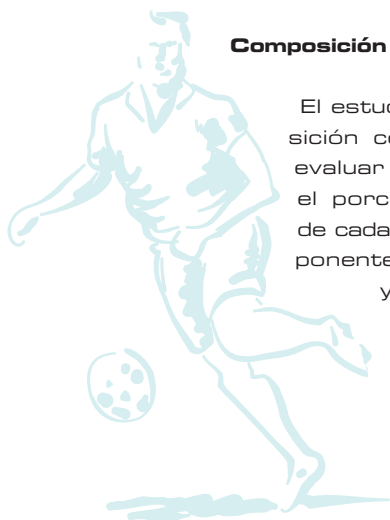
Tabla 3.- Futbolistas pertenecientes a la selección Española (mundial de Italia, 1990), a un equipo de Primera división, a otro de Segunda A y a otro de Segunda B.

TABLA 4. CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS POR PUESTOS (MEDIA DESVIACIÓN ESTANDAR)

	Porteros n=8	Defensas n=22	Medios n=20	Delanteros n=17
Edad (años)	27,9 ± 4,12	25,3 ± 3,59	25,8 ± 2,97	24,8 ± 2,65
Peso (Kg)	83,7 ± 8,29	75,7 ± 5,13	74,2 ± 4,52	72,1 ± 6,66
Talla (cm)	184,9 ± 5,35	178,6 ± 5,64	175,9 ± 3,95	173,7 ± 6,70
IMC	24,5 ± 1,14	23,7 ± 1,13	24,0 ± 1,11	23,90 ± 1,73

Saludinámica

COMUNICADOS MENARINI EN SALUD Y DEPORTE



Composición corporal

El estudio de la composición corporal permite evaluar la proporción o el porcentaje del peso de cada uno de los componentes que contribuyen al peso corporal total. Esta valoración adquiere una mayor importancia cuando el peso del cuerpo debe trasladarse contra la gravedad, bien en carreras o en saltos. Se convierte entonces en una de las variables determinantes del rendimiento deportivo.

En el fútbol, la velocidad y los cambios de dirección son claves. Nadie escapa a la segunda ley de Newton, expresada como:

$$\text{aceleración} = \text{fuerza} \times \text{masa}^{-1}$$

Por tanto, se entenderá fácilmente que los futbolistas intenten reducir al máximo la masa que no genera potencia y es un lastre en la aceleración.

Teóricamente, el cuerpo puede ser analizado en tantos compartimentos como elementos lo componen. Desde una perspectiva bioquímica, se puede estudiar el nivel

atómico (oxígeno, carbono, hidrógeno, nitrógeno, etc.) o el molecular (agua, proteínas, lípidos, carbohidratos etc.). Desde una perspectiva física o anatómica, puede examinarse el nivel celular, el histológico (tejidos) o el nivel global, el cuerpo humano en su totalidad.

En el trabajo diario, el método antropométrico se utiliza para calcular la composición corporal. Para que la valoración sea correcta, debemos utilizar las fórmulas obtenidas en una población semejante a la que nosotros trabajamos. Debe ser lo más parecida posible en el tipo de actividad que realiza, raza, condición social, etc. y por supuesto, en sexo y edad.

Entre la multitud de fórmulas existentes en la bibliografía para valorar el porcentaje de grasa, es apropiada la propuesta por Carter-Yuhasz, pues se ha utilizado en deportistas de alto nivel y además incluye pliegues de la extremidad inferior.

Una forma sencilla de valorar la composición corporal es determinar la adiposidad y la masa muscular con la siguiente propuesta:

➤ **Control de la adiposidad:** estudio de seis o siete pliegues cutáneos (tríceps, bíceps, subescapular, suprailíaco, abdominal, muslo y pierna) valorando su evolución individualmente, por zonas anatómicas (tronco/extremidades) y como suma total de los seis o siete pliegues.

Valoración cineantropométrica

➡ **Control de masa muscular:** (1990) a partir de la talla y perímetros musculares corregidos. propuesta de Martín y cols.

$$MM= T*(0,0553*PCM^2) + (0,0987*PA^2) + (0,0331*PCP^2) - 2.445$$

donde MM es la masa muscular en gramos, T es la talla, PCM es el perímetro corregido del muslo, PA el perímetro no corregido del antebrazo y PCP

es el perímetro corregido de la pierna (todos en cm). Los perímetros corregidos (PC) se calculan de la siguiente manera:

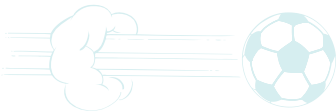
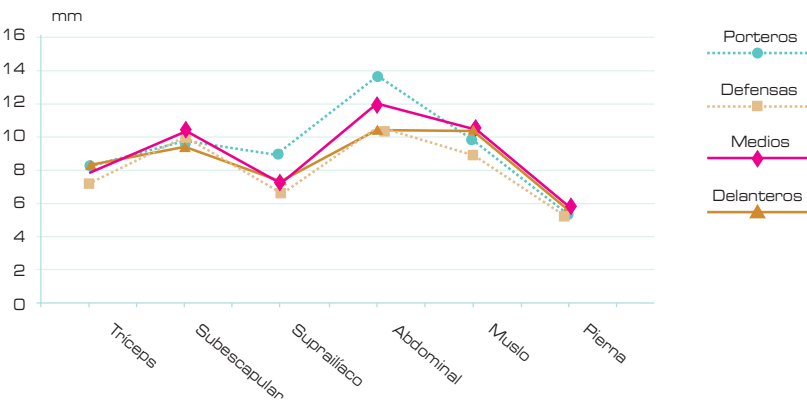
$$PC= \text{Perímetro} - (\text{pliegue cutáneo (cm)} * 3,141592)$$

➡ **Índice de muscularidad:**

$$IM= PCM + PCP + PA + PBRC$$

Dónde PBRC corresponde a perímetro del brazo relajado, corregido en función del pliegue del tríceps. Es decir, es la suma de cuatro perímetros corregidos.

PERFIL DE PLEGUES CUTÁNEOS POR UBICACIÓN EN EL TERRENO DE JUEGO



Somatotipo

Se trata del término general que se ocupa de la descripción de la forma humana y que abarca diversos métodos, todos ellos basados en el concepto de Sheldon de tres componentes.

Heath y Carter definen el somatotipo como «la configuración morfológica actual de un individuo». Queda determinado por tres componentes:

I componente: endomórfico u obesidad relativa

II componente: mesomórfico o desarrollo musculoesquelético relativo

III componente: ectomórfico o linealidad relativa.

El fenotipo puede cambiar a lo largo de la vida con el crecimiento, la alimentación o la actividad física. La valoración del método puede ser antropométrica o fotoscópica.

Los resultados del somatotipo de futbolistas españoles muestran los siguientes datos:

	Selección n=16	1ª División n=19	2ª División A n=17	2ª División B n=15
Somatotipo				
I	2,2 ± 0,52	2,2 ± 0,43	2,5 ± 0,59	2,4 ± 0,47
II	5,1 ± 0,76	4,8 ± 0,88	4,9 ± 0,72	4,9 ± 0,9
III	1,9 ± 0,51	2,3 ± 0,77	2,1 ± 0,62	2,0 ± 0,65
SDI	2,2 ± 1,06	2,4 ± 1,56	2,2 ± 1,21	2,2 ± 1,70

El somatotipo medio en los cuatro grupos es mesomórfico dominante, sin diferencias significativas entre ellos y con un índice similar de dispersión del somatotipo, lo que refleja una gran homogeneidad en toda la muestra.

El grupo más cualificado (Selección) presenta el mayor me-

somorfismo, y se observa un menor endomorfismo cuanto mayor es el nivel deportivo. Las referencias en otros países proporcionan resultados parecidos (es decir, dominio del mesomorfismo) en futbolistas brasileños, húngaros o franceses, y destaca un mayor ectomorfismo y menor mesomorfismo en los jugadores ingleses (tabla 5 y figura 12).

Valoración cineantropométrica

TABLA 5. SOMATOTIPO EN FUNCIÓN DEL PAÍS DE ORIGEN

REFERENCIA	n	SOMATOTIPO	REFERENCIA
Campeones Recopa 1996	15	2,4 - 4,8 - 2,3	Casajús 2001
Selección brasileña	20	2,6 - 4,7 - 2,3	
Primera División, Francia		2,8 - 5,0 - 2,4	Boennec1980
Primera División, Inglaterra	17	2,6 - 4,2 - 2,8	
Jugadores Húngaros máximo nivel		2,1 - 5,1 - 2,3	
Primera División, Portugal	24	2,8 - 5,6 - 2,2	
Copa América 1995	110	2,1 - 5,3 - 2,3	Rienzi 1996

Los porteros presentan un somatotipo medio de 2,5/5,0/2,2; los defensas 2,3/4,9/2,3; los medios 2,3/4,9/2,0; y los delanteros

2,4/5,1/1,9. Dentro de la igualdad del somatotipo destaca la mayor endomorfismo de los porteros.

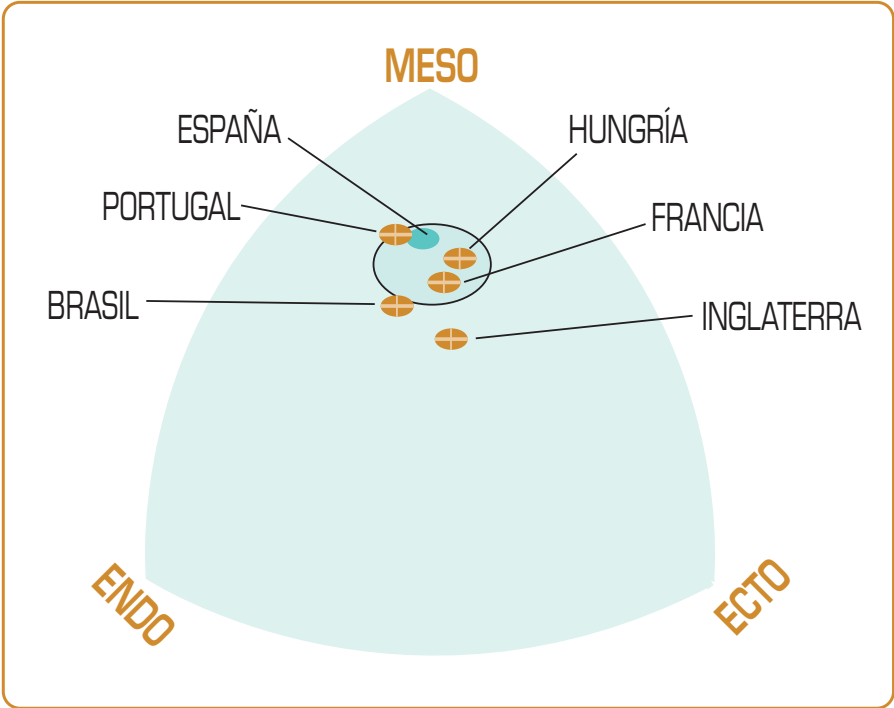


Figura 12.- En somatotipo no existen diferencias por ubicación en el terreno de juego, y predomina en todos los casos el componente mesomórfico.