

TEMA 4. PROPORCIONALIDAD CORPORAL.

4.1. INTRODUCCIÓN: EL INTERÉS DE LA PROPORCIONALIDAD CORPORAL A LO LARGO DE LA HISTORIA.

El somatotipo estudiaba la forma del sujeto; sin embargo, un concepto distinto es la proporcionalidad corporal que es “la relación que se establece entre las distintas partes del cuerpo humano” (Esparza, 1993), algo que es de gran interés para el conocimiento biológico del hombre y también para el estudio de los deportistas, ya que se puede estudiar la relación entre el tamaño de los segmentos corporales del atleta y sus resultados deportivos.

En los artistas clásicos, el concepto de proporcionalidad corporal ha sido fundamental a la hora de establecer los cánones de belleza del hombre y la mujer.

El concepto de ideal de belleza ha ido cambiando. Para Polikletos, el cuerpo humano debía de tener siete cabezas, sin embargo para Praxíteles, la longitud del hombre debía ser igual a ocho veces el tamaño de su cabeza.

Durante el Renacimiento, Leonardo estudió el modelo del arquitecto romano Vitruvio y estableció el famoso modelo de hombre de Vitruvio. También Alberto Durero (1471-1528) escribió sus “cuatro libros sobre las proporciones humanas”.

En la actualidad, la proporcionalidad corporal es interesante para el diseño de muebles, coches y otros utensilios que van a ser utilizados por el hombre, en el trabajo como en su vida diaria. La ergonomía estudia un gran número de variables antropométricas para adecuar todo lo que se produce al hombre.

Sin embargo, es muy difícil crear un modelo estándar para el ser humano debido a la gran variabilidad que existe debido, entre otros, a factores como el sexo, la raza y la diferente evolución de los estadios de crecimiento.

En el estudio de la proporcionalidad corporal, el uso de medidas directas es, a todas luces, insuficiente. Como mínimo se deben relacionar todas las variables antropométricas con la estatura del individuo. Esto es un hecho bastante claro, pero vamos a poner un ejemplo. Si consideramos dos jugadores de baloncesto, un base de 1,80 m. y un pivot de 2,15 m., y vemos que ambos tienen un perímetro de brazo relajado, no podemos decir que ambos tienen el brazo desarrollado por

igual. El base tendrá el brazo mucho más desarrollado que el pivot, pues la estatura del pivot es mayor.

Para el estudio de las proporcionalidad corporal se suelen utilizar dos métodos: El phantom y los índices corporales, los cuales van a ser analizados con más profundidad en los siguientes puntos.

4.2. EL MÉTODO PHANTOM: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL MODELO PHANTOM.

El Phantom fue desarrollado por Ross y Wilson en 1974. En él, los resultados de la medición de cada sujeto o grupo de sujetos se comparan con un modelo teórico de referencia, que ellos denominaron Phantom (en inglés fantasma). Fue un método que se ideó para hacer un seguimiento del proceso de crecimiento; sin embargo, se ha aplicado a adultos, deportistas y a otro tipo de poblaciones.

Para obtener los datos del modelo Phantom de referencia se utilizaron un gran número de sujetos, tanto masculinos como femeninos, por lo que está técnica es válida para el estudio de hombres y mujeres de cualquier edad.

Aunque la tipología media de la población haya cambiado, los valores Phantom de referencia no se han adaptado a dichos cambios. Han habido propuestas para hacer un nuevo modelo Phantom adaptado a la población actual; sin embargo, no se ha hecho todavía. Si se hiciera pasaría algo parecido a lo ocurrido con el uso de los euros. Si tratamos de comparar los precios de determinados productos en la actualidad con los de hace unos años, tenemos el problema de que las cosas ya no valen lo que antes y, además, la moneda a cambiado, por lo que tendríamos que hacer dos operaciones (añadir la inflación y convertir a euros) para comparar, por ejemplo, lo que cuesta una barra de pan comparado con lo que costaba antes.

El modelo Phantom tiene las siguientes características:

- Es válido para cualquier sexo y edad.
- Es un modelo metafórico y asexual, por lo que se pueden comparar grupos de hombres con otros de mujeres.
- Es un modelo unimodal y distribuido de manera normal. Esto significa que el punto "O" ($Z=0$) corresponde con la moda.

- Las variables utilizadas se hacen relativas a la estatura del sujeto y a la estatura del modelo Phantom.
- Todas las medidas están reducidas a la misma escala geométrica, por lo tanto, las masas se elevan a la tercera potencia, las superficies al cuadrado y las longitudes no se modifican.

La fórmula general para una puntuación “Z” es:

$$Z = \frac{(X - \mu)}{\sigma}$$

, donde X es el valor de la variable “μ” es la media de la población y “σ” la desviación típica de la población.

En el Phantom se considera la población la media de la muestra que se estudió, por lo que la fórmula queda como:

$$Z = \frac{(x - p)}{s}$$

, donde, “p” es la media del Phantom para la variable a estudiar y “s” es la desviación típica del Phantom para esa variable. Una lista de los valores “p” y “s” de diferentes variables se puede ver en la Tabla 3

Pero en el método Phantom la variable “X” no es la medición directa tomada en el sujeto (llamada por nosotros a partir de ahora “v”), sino que ésta se hace relativa a la estatura del sujeto (“E”) y a la estatura media del Phantom (170,18 m), teniendo en cuenta también el factor de dimensionalidad “d”, que es igual a “1” si la variable es una longitud, igual a “2” si es una superficie y “3” si es un volumen o una masa.

El valor de “x” de la anterior fórmula se sustituye en el modelo Phantom por:

$$X = v \cdot (170,18 / E)^d$$

Por lo tanto, la fórmula de la variable “Z” del método Phantom nos queda como:

$$Z = \frac{(v \cdot (170,18 / E)^d) - p}{s}$$

Esto significa que el valor “z” de la variable que hemos medido (“v”) estará influido por la estatura del sujeto (“E”) y los valores del modelo Phantom para esa variable (“p”) y su desviación típica (“s”).

VALORES PHANTOM. ¡Ojo! En las paginas 100 y 147 del manual del GREC se dan valores distintos en algunas de las variables.

			PERÍMETROS		
			Perímetro Cefálico	56,00	1,44
			Perímetro del Cuello	34,91	1,73
			Perímetro Mesoesternal (Torax)	87,86	5,18
			Perímetro Abdominal 1 (Cintura)	71,91	4,45
			Perímetro Abdominal 2 (Umbilical)	79,06	6,95
			Perímetro Cadera	94,67	5,58
			Perímetro Brazo Relajado	26,89	2,33
			Perímetro Brazo Contraído	29,41	2,37
			Perímetro Antebrazo	25,13	1,41
			Perímetro Muñeca	16,35	0,72
			Perímetro Muslo (1 cm)	55,82	4,23
			Perímetro Pierna	35,25	2,30
			Perímetro Tobillo	21,71	1,33
			PLIEGUES DE GRASA		
			Pliegue Triceps	15,40	4,47
			Pliegue Biceps	8,00	2,00
			Pliegue Subescapular	17,20	5,07
			Pliegue Pectoral	11,80	3,27
			Pliegue Ileocrestal (Supracrestal)	22,40	6,80
			Plieg. Supraespinal (Suprailiaco Ant)	15,40	4,47
			Pliegue Abdominal	25,40	7,78
			Pliegue Muslo Anterior	27,00	8,33
			Pliegue Pierna Medial	16,00	4,67
DIÁMETROS			MASAS		
			Peso Total	64,58	8,60
			Masa Osea	10,49	1,57
			Masa Muscular	25,55	2,99
			Masa Residual	16,41	1,90
			Masa Grasa	12,13	3,25
			VALORES CORREGIDOS		
			Perímetro Brazo Relajado Corregido	20,05	3,67
			Perímetro del Pecho Corregido	82,36	4,68
			Perímetro Muslo (1 cm) Corregido	47,33	3,59
			Perímetro Pierna Medial Corregido	30,22	1,97

Tabla 3.- Valores Phantom de referencia (Esparza, 1993).

Las puntuaciones “Z” se suelen representar en una gráfica para una interpretación más sencilla de los resultados. En la figura 80, podemos ver el ejemplo de representación gráfica de los valores Phantom más habituales de un gimnasta del equipo nacional español. Todos los valores de “Z > 0” indican que los valores del sujeto para esas variables están sobre la media del valor Phantom en relación con su estatura. Lo contrario ocurrirá cuando los valores “Z < 0”.

En este caso, vemos que los valores de la envergadura son muy bajos. Algo que no ocurre normalmente en deportistas.

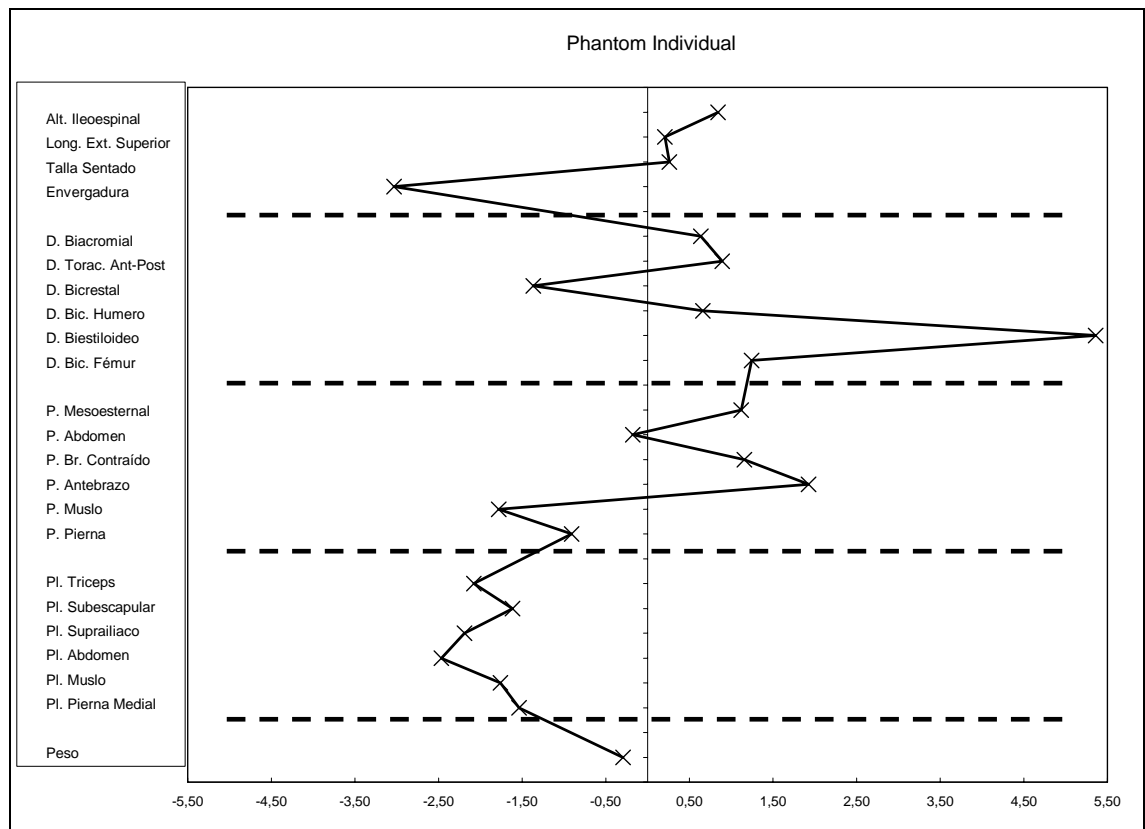


Figura 80.- Representación gráfica del Phantom Individual de un gimnasta.

El diámetro bialeocrestal es pequeño, pero eso también ocurre en la mayoría de los hombres. Hay que recordar que el modelo Phantom es “asexual”, por lo que todos los hombres suelen tener valores negativos en esta variable y muchas mujeres tienen valores positivos (ver figura 81).

Es de destacar el extraordinario diámetro biestiloideo de las muñecas de este gimnasta, algo recurrente en todos los gimnastas del equipo nacional. La gran cantidad de trabajo con los brazos y del apoyo de las manos con flexión de muñeca hace que se desarrolle al máximo la estructura ósea de la muñeca.

Los perímetros del miembro superior tienen valores positivos y los del miembro inferior valores negativos. En el caso de atletas velocistas tendrían valores del perímetro de muslo y pierna bastante positivos.

Vemos por último que el nivel de grasa de este gimnasta es muy bajo en todos los pliegues registrados.

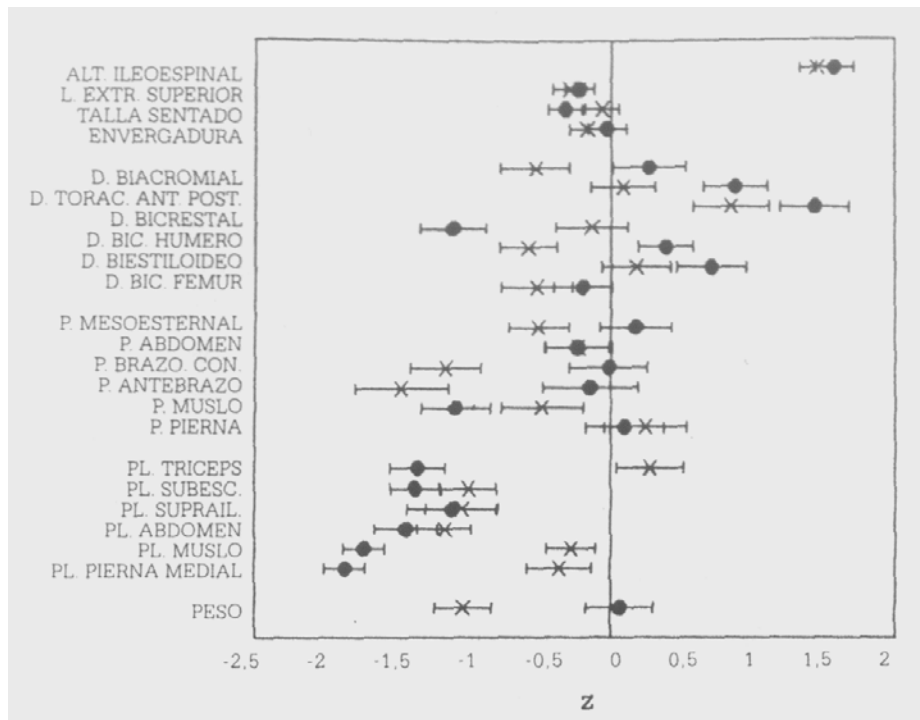


Figura 81.- Comparativa entre valores Phantom de un grupo de mujeres (x) y un grupo de hombres (•). Los valores del intervalo de confianza del 95% se indican con las prolongaciones de los puntos. (Esparza, 1993).

En la figura 81 se puede apreciar el dimorfismo sexual existente entre una muestra de 61 varones y 58 mujeres. En este caso, cuando las líneas se superponen no existen diferencias entre hombres y mujeres para los valores de las variables.

Con el Phantom se pueden hacer comparaciones entre:

- + Individuos consigo mismos en distintos momentos de la temporada.
- + Individuos con otro Individuo del mismo deporte, de distinto deporte, de distintas razas, sexos, etc.
- + Individuos con grupos. Expresando la media y líneas correspondientes a 2 veces la desviación típica. Si el valor del sujeto cae fuera de estas líneas, habrá diferencias significativas entre dichas variables.
- + Grupos con Grupos.

4.3. LOS ÍNDICES CORPORALES COMO FORMA DE EVALUACIÓN DE LA PROPORCIONALIDAD CORPORAL.

Los índices corporales son “relaciones entre dos medidas corporales, expresadas en forma de porcentaje de la menor sobre la mayor en la mayoría de los casos” (Esparza, 1993).

Deben de ser lo suficientemente sensibles para detectar variabilidad y tener una congruencia dimensional (Por ejemplo, el IMC = Peso / Talla² es muy utilizado, pero no es congruente desde el punto de vista dimensional).

Los índices más utilizados son:

4.3.1. ÍNDICES DE ROBUSTEZ.

+ **ÍNDICE PONDERAL.** Es la inversa del índice de Livi

$$I.P = \frac{Estatura (cm)}{\sqrt[3]{Peso (kg)}}$$

Valores entre 38 y 45 son normales (Media 43). Era el índice que utilizábamos para el cálculo de la ectomorfía del somatotipo.

+ **ÍNDICE DE QUETELET:** (IMC ó BMI). Es el índice más utilizado a pesar de su incongruencia dimensional.

$$I.M.C = \frac{Peso (kg)}{Estatura (m)^2}$$

Valores entre 19 y 27 son normales. Este índice tiene una gran variabilidad durante el crecimiento y se suele utilizar por las compañías de seguros para estimar el riesgo de padecer enfermedades cardiacas y diabetes o el riesgo de morbilidad (muerte) (Figura 82).

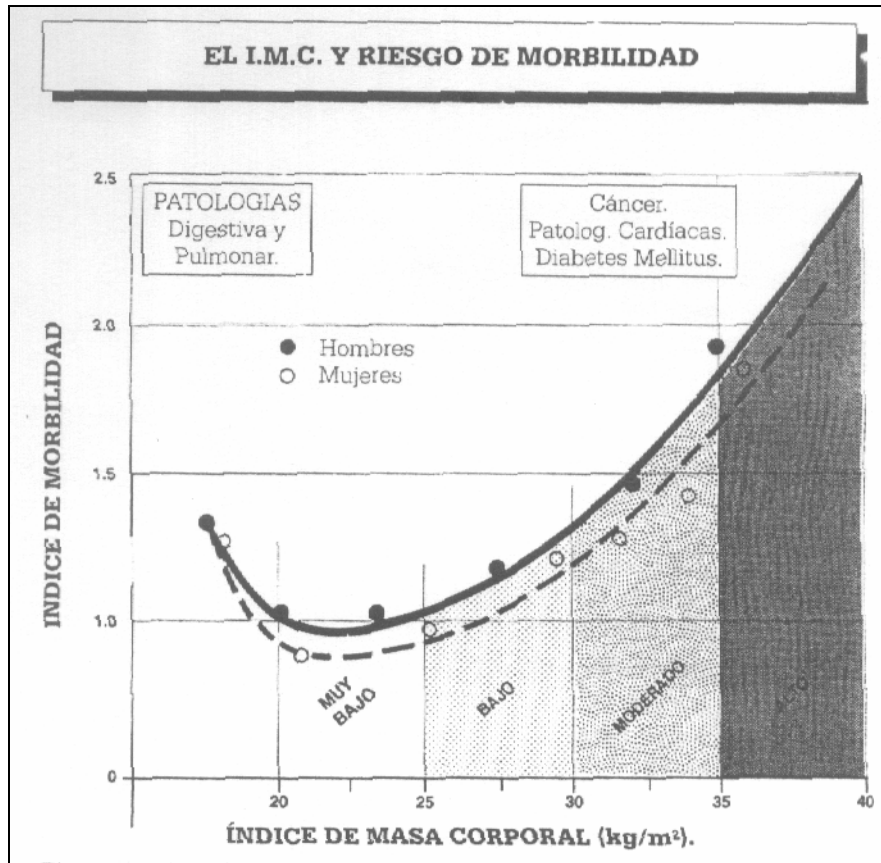


Figura 82.- Riesgo de morbilidad en función del I.M.C. (Esparza, 1993).

+ **ÍNDICE DE BOUCHARD.** Se usa en pocas ocasiones debido a su incongruencia dimensional.

$$I. BOUCHARD = \frac{\text{Peso (kg)}}{\text{Estatura (m)}}$$

Es muy incongruente desde el punto de vista dimensional.

4.3.2. ÍNDICES DE LAS EXTREMIDADES.

+ **LONGITUD RELATIVA DE LA EXTREMIDAD SUPERIOR.**

$$L.R.E.S = \frac{\text{Long Ext Sup (cm)}}{\text{Estatura (cm)}} \times 100$$

La longitud de la extremidad superior es la distancia del acromion al punto dedal. Según este índice se denominan a los sujetos:

- + BRAQUIBRAQUIAL: Extremidades Superiores Cortas (hasta 44,9)
- + MESOBRAQUIAL: Extremidades Superiores Intermedias (45 - 46,9)
- + MACROBRAQUIAL: Extremidades Superiores Largas (47 en adelante).

+ **LONGITUD RELATIVA DE LA EXTREMIDAD INFERIOR.**

$$L.R.E.I = \frac{\text{Altura Ileoesp. (cm)}}{\text{Estatura (cm)}} \times 100$$

Según este índice se denominan a los sujetos:

- + BRAQUIESQUELICO: Extremidades Inferiores Cortas (hasta 54,9)
- + MESOSQUELICO: Extremidades Inferiores Intermedias (55 - 56,9)
- + MACROSQUELICO: Extremidades Inferiores Largas (57 en adelante).

+ **ÍNDICE INTERMEMBRAL.**

$$I.I = \frac{\text{Long Ext Sup (cm)}}{\text{Long Ext Inferior (cm)}} \times 100$$

La medida de la Extremidad Inferior suele ser la altura ileoespinal, pero varía según el autor.

Los valores medios están en 80 en mujeres y 82,5 en hombres.

+ **ÍNDICE BRAQUIAL.**

$$I.B. = \frac{\text{Long Antebrazo (cm)}}{\text{Long Brazo (cm)}} \times 100$$

La longitud del antebrazo es desde el punto radial hasta el estilion y la del brazo, desde el punto acromial al radial. Según este índice se denominan a los sujetos:

- + BRAQUIPICO: Antebrazo Corto (hasta 77,9)
- + MESOPICO: Antebrazo Intermedio (78 - 82,9)
- + MACROPICO: Antebrazo Largo (83 en adelante).

+ **ÍNDICE CRURAL.**

$$I.C. = \frac{Long\ Pierna(cm)}{Long\ Muslo(cm)} \times 100$$

La longitud de la pierna es desde el punto tibial al maleolar, y la del muslo desde el punto ileoespinal hasta el tibial.

4.3.3. **ÍNDICES DE TRONCO.**

+ **ÍNDICE CÓRMICO.**

$$I.C. = \frac{Talla\ Sentado\ (cm)}{Estatura\ (cm)} \times 100$$

Según este índice se denominan a los sujetos:

	Hombres	Mujeres
BRAQUICORMICO: Tronco Corto	(Hasta 51)	(hasta 52)
MESOCÓRMICO: Tronco Intermedio	(51,1 - 53)	(52,1 - 54)
MACROSQUELICO: Tronco Largo	(53,1 en →)	(54,1 en →)

+ **ÍNDICE ESQUELETICO O DE MANOUVRIER.**

$$I.E. = \frac{Estatura(cm) - Talla\ Sentado(cm)}{Talla\ Sentado(cm)} \times 100$$

Según este índice se denominan a los sujetos:

- + BRAQUIESQUELICO: Extremidades inferiores cortas (hasta 84,9)
- + MESOSQUELICO: Extremidades inferiores intermedias (85 - 89,9)



+ MACROSQUELICO: Extremidades inferiores largas (90 en adelante).

+ **ÍNDICE ACROMIO-ILIACO.**

$$I.A.I = \frac{\text{Diametro Bicrestal (cm)}}{\text{Diametro Biacromial (cm)}} \times 100$$

Según este índice se consideran a los troncos de los sujetos:

- + TRONCO TRAPEZOIDAL: (hasta 69,9).
- + TRONCO INTERMEDIO: (entre 70 y 74,9)
- + TRONCO RECTANGULAR: (75 en adelante).

+ **ENVERGADURA RELATIVA.**

$$E.R = \frac{\text{Envergadura (cm)}}{\text{Estatura (cm)}} \times 100$$

En varones adultos y en mujeres entrenadas el valor suele superar ligeramente los 100.

4.4. BIBLIOGRAFÍA.

- Esparza, F. (Ed) (1993). Manual de Cineantropometría. Pamplona: (GREC) FEMEDE.
- Norton, K. y Olds, T. (2000) Antropometría. Rosario, Argentina: Biosystem.