

VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS DE LA POBLACIÓN DEPORTISTA ESPAÑOLA

Alicia S. Canda



VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS DE LA POBLACIÓN DEPORTISTA ESPAÑOLA

Alicia S. Canda



© CONSEJO SUPERIOR DE DEPORTES
Subdirección General de Deporte y Salud
Servicio de Documentación y Publicaciones
c/Martín Fierro, 5. 28040 MADRID
www.csd.gob.es

Diciembre, 2012

Catálogo general de publicaciones oficiales
<http://publicacionesoficiales.boe.es>

Derechos reservados conformes a la ley
Impreso y hecho en España / Printed and made in Spain

Coordinación editorial: Enrique Lizalde

Diseño editorial: Jaime Narváez
Impresión: Imprenta Nacional del BOE

Edición digital:

ISSN: 2173-8963
NIPO: 033-12-027-5

Edición impresa:

ISBN: 978-84-7949-220-5
ISSN: 2172-2161
NIPO: 033-12-026-X
Depósito Legal: M-35278-1995



Papel Print Speed: fabricado
con pastas ECF libres de cloro.

Agradecimientos:

A los deportistas españoles de alta competición por su ejemplo de esfuerzo y superación; y por su generosidad al ceder sus datos para la investigación.

A mi compañera, Susana Higuera, por su labor profesional en el Servicio de Antropometría, sin la cual este trabajo no se hubiera podido llevar a cabo.

A los médicos que a lo largo de los años han ido rotando por el Servicio de Antropometría, dentro de su beca de formación de postgrado, por su colaboración en el trabajo. Especialmente a los que han pasado en los últimos diez años: Diana Hausser, Lucía Sainz, Nuria Sánchez, Eugenia Heras, Olga Santaella, Alberto Gómez, Ana de la Torre, Oscar Luis, Fátima Santamaría, Ainhoa Toro, Luis Castinblanco y Javier Amestoy.

Al Subdirector General de Deporte y Salud, D. José Luis Terreros y al Director del Centro de Medicina del Deporte, D. Fernando Gutiérrez, por el apoyo recibido a mi actividad dentro del Consejo Superior de Deportes y por haberme dado la oportunidad de realizar esta monografía.

CONTENIDO

RESUMEN	11
ABSTRACT	13
1. INTRODUCCIÓN	15
1.1 Antropometría: recuerdo histórico	17
1.2 Muestra de estudio	19
1.2.1 Selección de los deportistas. Criterios de exclusión	19
1.2.2 Características deportivas	21
1.3 Tratamiento estadístico	24
2. ESTANDARIZACIÓN Y DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS	25
2.1 Material antropométrico	28
2.2 Variables antropométricas	31
2.2.1 Medidas generales	31
2.2.2 Perímetros corporales	42
2.2.3 Diámetros óseos	72
2.2.4 Longitudes de segmentos. Alturas	90
2.2.5 Pliegues cutáneos	108
3. COMPOSICIÓN CORPORAL Y SOMATOTIPO	129
3.1 Estimaciones de grasa corporal	131
3.2 Estimaciones de masa muscular	142
3.3 Somatotipo	168
4. PROPORCIONALIDAD	185
4.1 Índices de proporcionalidad	187
4.2 Modelos de proporcionalidad	199
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	205
ANEXO / Tablas resumen de los valores de referencia	209

RESUMEN

Cuando realizamos la valoración funcional de un deportista o de una persona que practica ejercicio con el objetivo de mantener y mejorar su condición física, es importante la determinación de su morfología corporal y el poder analizarla en relación al tipo e intensidad de la modalidad deportiva practicada. Nos interesará saber si los datos obtenidos están dentro de lo normal, si son mejorables y que recomendaciones deberemos pautar para que los valores se aproximen a los considerados como óptimos para un buen rendimiento deportivo.

Un patrón de referencia es por tanto imprescindible en el manejo de la práctica diaria tanto del médico deportivo, como del preparador físico, entrenador, dietista, y en general, del equipo multidisciplinar que controla a los deportistas.

El objetivo principal de este trabajo es el de ofrecer los valores de referencia de las variables antropométricas que caracterizan la estructura y morfología corporal de la población deportista española. Para ello se ha seleccionado una muestra de los deportistas españoles que acudieron a reconocimiento médico-deportivo al Centro de Medicina del Deporte, perteneciente al Consejo Superior de Deportes, durante los últimos 10 años (2002-2011). Aportamos los rangos de normalidad tanto de los valores directos como de los derivados para estimar la composición corporal, forma y proporcionalidad, para su aplicación en la valoración morfo-funcional del deportista.

Palabras clave: ANTROPOMETRÍA, VALORES DE REFERENCIA, RENDIMIENTO DEPORTIVO.

ABSTRACT

When we undertake the functional assessment of an athlete or of an individual who exercises to maintain and improve his fitness level, it is important to define his body shape and to analyze it in relation to the type and intensity of sport practiced. We are interested to know if the data obtained is within the normal range, if it can be improved and what recommendations can be proposed so as to achieve optimal values for good athletic performance.

A reference standard is therefore essential in managing daily practice both for the clinicians specializing in sports medicine, as for the coach, fitness trainer, dietician, and in general, the multidisciplinary team that controls the athletes.

The main objective of this paper is to provide reference values for anthropometric variables that characterize the structure and corporal morphology of the Spanish athlete population. For this we have selected a sample of Spanish athletes attending the sport-medical examination of Sports Medicine Center, part of the Sports Council for the past 10 years (2002-2011). We provide normal ranges of both direct and derived the values for estimating body composition, shape and proportionality, for application in the morpho-functional evaluation of the athlete. Keywords: anthropometry, reference values, sports performance.

Key words: ANTHROPOMETRY, REFERENCE VALUES, SPORTS PERFORMANCE.

1. INTRODUCCIÓN

La técnica antropométrica mide las dimensiones corporales: peso, estatura, longitudes, perímetros, diámetros y pliegues cutáneos. Estos datos antropométricos son posteriormente procesados mediante la aplicación de diferentes ecuaciones de regresión y fórmulas estadísticas para obtener información sobre la composición corporal, somatotipo y proporcionalidad. Estas tres áreas constituyen el campo de estudio de la antropometría y tienen como objetivo la caracterización morfológica del deportista y la de establecer la relación existente con el rendimiento deportivo.

1.1 Antropometría: recuerdo histórico

La antropología, según su definición etimológica, es la ciencia del hombre, estudia por tanto todo lo relacionado con el hombre, no como individuo, sino como población. Una de las ciencias auxiliares de la Antropología es la *antropometría*, la cual trata de las medidas y proporciones del cuerpo humano, describiendo y cuantificando su variabilidad física.

La variabilidad de los grupos humanos ha sido materia de estudio desde la antigüedad. En la Grecia clásica, Heródoto (484-420 a.C.), Hipócrates (460-377 a.C.) y Aristóteles (384-322 a.C.), iniciaron las primeras clasificaciones. Heródoto, historiador, acuñó el término de “ethnos” (pueblo), señaló la existencia de tres razas (blanca, negra y de color intermedio) y estudio las distintas formas del cráneo. Hipócrates, médico, considerado como el fundador de la biotipología, dividió a los sujetos en dos tipos, “habitus phthisicus” y “habitus apoplecticus”, desarrollando la teoría de los humores fundamentales. En sus obras “De natura hominis” y “De aere aquis et locis” defiende la influencia ambiental sobre los caracteres somáticos. Aristóteles, filósofo, estudió al hombre, realizando estudios comparativos con el mono. Hizo un análisis de las proporciones de las extremidades y del grado de cerebralización. Utilizó el término antropólogo para describir a los hombres estudiosos de sus semejantes y sus costumbres ¹.

En la Escuela de Alejandría, los dos médicos más importantes, Herofilo (335-280 a.C.) y Erasistrato (300-240 a.C.) iniciaron los estudios de la anatomía humana mediante disecciones, aportando gran información a la Antropología Física.

A partir de Vesalio anatomista flamenco, se inicia la era de la investigación científica moderna. En 1543, publicó “De Humani corporis fabrica”, compuesto de siete libros. Los dos primeros con descripciones detalladas sobre el esqueleto y el sistema muscular.

Sigismund Elsholtz (1623-1688), médico alemán, de la Universidad de Padua, estudió las dimensiones del cuerpo humano. Él fue quien utilizó por primera vez el término antropometría, según Boy (1980) y Tanner (1981) y estableció una metodología para la toma de medidas corporales ^{2,3}.

Lambert Adolphe Jacques Quetelet (1796-1874), inicia en Bélgica los primeros estudios somatométricos. Astrónomo y matemático es considerado como el padre o fundador de la Cineantropometría ⁴.

Su mayor aportación fue la aplicación de la metodología estadística en el estudio antropométrico.

La introducción por primera vez del término “Kinanthropology” (ciencia o disciplina del hombre en movimiento), se debe a Roch Meynard de la Universidad de Laval, Québec, Canada, en 1966, según indica Parlebas (1981). Posteriormente Ross y col. en 1972 en un artículo de la revista de lengua francesa “Kinanthropologie” (publicada desde el 1969 al 1974) son los primeros en utilizar el término “*Kinanthropometry*”(Cineantropomeía)³. Y la definen como “... la disciplina científica que estudia el tamaño, la forma, las proporciones, la capacidad de movimiento, la composición corporal y las principales funciones del cuerpo humano.”

La definición etimológica del término Cineantropometría es la “medida del hombre en movimiento”. Ya que deriva del griego “Kinein”: moverse; “anthropos”: hombre y “métron” medida. El término Cineantropometría reemplazó a los de biometría y antropometría utilizados hasta entonces, fundamentalmente en el ámbito de las ciencias de la actividad física y el deporte.

1.2. Muestra de estudio

El estudio antropométrico se realizó en una muestra constituida por un total de 2096 deportistas, 1250 del sexo masculino (59,6%) y 846 del sexo femenino (40,4%). Todos los deportistas competían a nivel nacional y/o internacional y fueron remitidos por sus respectivas federaciones para realizar el reconocimiento médico-deportivo anual o bien para el control antropométrico dentro de su plan de entrenamiento. La edad media de la muestra masculina fue de $23,6 \pm 4,7$ años y de la muestra femenina de $21,9 \pm 5$ años.

El deportista cuando es registrado a su entrada en el Centro de Medicina del Deporte, firma un Consentimiento Informado, donde cede sus datos con fines de investigación siempre que se respete la confidencialidad.

1.2.1 Selección de los deportistas. Criterios de exclusión

La selección de la muestra fue totalmente aleatoria, incluyendo a los deportistas españoles que acudieron a reconocimiento médico-deportivo al Centro de Medicina del Deporte, perteneciente al Consejo Superior de Deportes, durante los últimos 10 años, abarcando desde el 1 de enero de 2002 hasta el 31 de diciembre de 2011.

Criterios de exclusión y consideraciones metodológicas:

La muestra debe ser representativa de la población, es decir, procedente de la misma y suficientemente amplia. En nuestro caso, deportistas españoles del máximo nivel competitivo. Al ser los deportistas enviados por sus respectivas Federaciones desde todos los puntos de España, tenemos sujetos procedentes de todas las Comunidades Autónomas, representando a la población deportista a nivel nacional.

- Los deportistas pertenecen a numerosas modalidades deportivas, por lo que encontramos tanto deportes de resistencia, como de potencia, velocidad, fuerza o precisión. Deportes individuales o colectivos. Deportes de combate o deportes de contacto. Esto hace que la variabilidad que pueda darse por una modalidad u otra se compense, encontrándonos con el rango de máxima amplitud dentro de cada dimensión antropométrica estudiada.

- Debido al dimorfismo sexual en la mayoría de las dimensiones antropométricas, el estudio se ha realizado con tratamiento independiente de las muestras masculina y femenina.
- En relación al factor de la edad, ésta debe abarcar un rango, en el que por un lado haya finalizado el crecimiento y por otro, que todavía no se hayan iniciado los posibles cambios debidos al proceso de envejecimiento. Sin embargo, ya que en algunos deportes, como en gimnasia y natación, se compite en la categoría absoluta de forma precoz, se optó por incluir en la muestra femenina las deportistas a partir de los 16 años de edad y en la muestra masculina a partir de los 18 años, considerando que los cambios madurativos posteriores son mínimos. Por otro lado se fijó como edad máxima, para la inclusión en el estudio, los 40 años.
- La raza influye en algunas características antropométricas, por lo que conviene en principio realizar el estudio de forma independiente. En nuestro caso, se optó por seleccionar sólo a los caucásicos por no disponer de muestra suficiente para el resto de los grupos.
- Algunas patologías afectan a las variables antropométricas, por tanto, deben ser excluidos del estudio aquellos deportistas con discapacidad, malformaciones o enfermedades genéticas, endocrinas y metabólicas con alteración manifiesta. Entre los que fueron excluidos figuran los afectados por patologías como el Síndrome de Marfan y la acromegalia. También se excluyeron los deportistas con Índice de Masa Corporal (IMC) en grado de obesidad tipo II ($IMC > 35$) o en malnutrición severa ($IMC < 16$).
- En relación al método, debe utilizarse la misma técnica antropométrica, siguiendo el protocolo estandarizado internacionalmente, con el mismo instrumental homologado, y por personal con un error técnico de medición conocido. El responsable del trabajo está acreditado por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) como nivel III o Instructor, y los colaboradores en la toma de datos, han sido médicos becados bajo su instrucción y supervisión.
- Algunas de las variables se modifican según el momento de la temporada y a lo largo de la vida deportiva, por lo que se

procuró seleccionar de cada individuo la que correspondía a su mejor situación.

- Por último, los datos deben ser recogidos de una muestra reciente, ya que pueden existir variaciones temporales tanto debidas al crecimiento y cambios higiénico-dietéticos de la población, como a los tipos de entrenamiento y exigencias del deporte que se dan en la actualidad. Los datos aquí recogidos corresponden a los deportistas controlados en los últimos 10 años.

Pensamos que el trabajo realizado en el Centro de Medicina del Deporte de Madrid, de la Subdirección General de Deporte y Salud del Consejo Superior de Deportes, cumple con las condiciones metodológicas en cuanto a la validez de la muestra para que represente a la población deportista española.

1.2.2 Características deportivas

Los integrantes de la muestra llevaban una media de $9,4 \pm 4,9$ años de entrenamiento regular, con $5,5 \pm 1,1$ días a la semana de entrenamiento y $3,4 \pm 1,3$ horas al día en el momento del estudio. En la muestra masculina los deportes representados fueron: atletismo ($n = 241$), bádminton ($n = 15$), baloncesto ($n = 52$), balonmano ($n = 14$), boxeo ($n = 52$), ciclismo ($n = 34$), deportes de invierno ($n = 11$), esgrima ($n = 43$), fútbol ($n = 60$), fútbol sala ($n = 26$), gimnasia ($n = 27$), golf ($n = 20$), halterofilia ($n = 16$), hockey hierba ($n = 17$), jiu-jitsu ($n = 1$), judo ($n = 107$), kárate ($n = 22$), kickboxing ($n = 8$), lucha ($n = 43$), montaña y escalada ($n = 11$), motociclismo ($n = 2$), natación ($n = 56$), orientación ($n = 14$), pádel ($n = 19$), patinaje ($n = 4$), pentatlón ($n = 1$), piragüismo ($n = 74$), rugby ($n = 33$), salvamento y socorrismo ($n = 1$), squash ($n = 2$), taekwondo ($n = 15$), tenis ($n = 2$), tiro con arco ($n = 13$), tiro olímpico ($n = 52$), triatlón ($n = 70$), vela ($n = 4$), voleibol ($n = 4$) y waterpolo ($n = 13$).

Y en la muestra femenina los deportes fueron los siguientes: atletismo ($n = 125$), bádminton ($n = 14$), baloncesto ($n = 20$), balonmano ($n = 40$), boxeo ($n = 13$), deportes de invierno ($n = 18$), esgrima ($n = 25$), fútbol ($n = 21$), gimnasia ($n = 49$), golf ($n = 24$), halterofilia ($n = 16$), hockey hierba ($n = 66$), judo ($n = 96$), kárate ($n = 10$), lucha ($n = 24$), montaña y escalada ($n = 12$), natación ($n = 53$), orientación ($n = 5$), pádel ($n = 20$), patinaje ($n = 5$), piragüismo ($n = 40$), remo ($n = 6$), rugby ($n = 33$), softbol ($n = 4$), squash ($n = 2$), taekwondo ($n = 18$), tenis ($n = 3$), tiro con arco ($n = 11$), tiro olímpico ($n = 31$), triatlón ($n = 35$), voleibol ($n = 3$) y waterpolo ($n = 4$).

1.3 Tratamiento estadístico

Los datos antropométricos son considerados estadísticamente como variables cuantitativas continuas, es decir, pueden tomar un valor cualquiera entre dos valores dados. Todos los valores obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva calculándose las medidas de tendencia central (media, mediana), de dispersión (varianza, desviación estándar, error estándar de la media, rango, valor máximo y valor mínimo), de forma (asimetría y curtosis) y de posición (percentiles) ⁵. Para cada variable directa se representa su distribución de frecuencias mediante el histograma con su curva de normalidad teórica. Las muestras femenina y masculina al ser de gran tamaño ($n > 100$) nos permite asumir la aproximación a la normalidad siendo la asimetría pequeña o de igual signo (positiva o negativa) en ambas.

2. ESTANDARIZACIÓN Y DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS

La fiabilidad de la técnica antropométrica depende de la habilidad del antropometrista y de su rigor en la toma de las medidas siguiendo la estandarización fijada para cada variable incluida en el protocolo. El técnico para asegurar su precisión debe controlar de forma periódica su error técnico de medida.

A nivel internacional se han desarrollado diferentes proyectos de estandarización, citaremos los tres últimos más relevantes. En primer lugar, el realizado por el Internacional Biology Programme (IBP), grupo de trabajo dentro de la International Union of Biological Sciences (IUBS). Este grupo publicó en 1969 el libro: “Human Biology: A guide to Field Methods” realizado por Weiner y Lourie ⁶ en el que se describe la técnica de medición de un total de 56 variables antropométricas. Posteriormente, Lohamn en Estados Unidos, llevó a cabo un proyecto de estandarización financiado por: Instituto Nacional de Desarrollo Humano y Salud Infantil; Instituto Nacional de las Enfermedades del Riñón, Aparato Digestivo, Diabetes y Artritis; Instituto Nacional del Cáncer; y por los Laboratorios Ross, Columbus, Ohio. Se celebró una Conferencia de Consenso donde se reunieron cuarenta y cuatro expertos, y fueron presentados y discutidos los procedimientos de medición de 40 dimensiones antropométricas. Las conclusiones de la Conferencia fueron posteriormente editadas como: “Lohman G, Roche A, Martorell, R. Anthropometric Standarization Reference Manual Champaign, Illinois: Human Kinetics Books; 1988” ⁷. El último proyecto de estandarización fue realizado en 1993 por el Laboratory Standards Assistance Scheme (LSAS) de la Comisión de Deportes Australiana (ASC) junto con miembros de la International Society of the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). Se organizó con tal motivo una serie de cursos de aprendizaje de la técnica antropométrica y se estableció para los antropometristas un esquema de acreditación en cuatro niveles: 1, técnico con perfil restringido; 2, técnico con perfil completo; 3, instructor; y 4, antropometrista criterio. Norton y Olds (1996) editaron un manual denominado “Antrophometrica” donde se recoge la estandarización de la técnica de medida de 43 variables antropométricas seguida por el Laboratory Standards Assistance Scheme (LSAS) en los cursos de acreditación ⁸. A nivel nacional, el Grupo Español de Cineantropometría (GREC), perteneciente a la Federación Española de Medicina del Deporte (FEMEDE), ha seguido las recomendaciones establecidas por la ISAK, basadas en el capítulo “Kinanthropometry” escrito por W.D. Ross, y M.J. Marfell-Jones, que se recogen en el libro: “Physiological Testing of the High-Performance athlete” ⁹. FEMEDE ha editado dos manuales de cineantropometría donde se incluye el protocolo de medición de las variables antropométricas ^{10,11}.

Durante el estudio antropométrico se observaron las recomendaciones generales establecidas por la ISAK. Destacamos que en todos los deportistas las medidas de peso corporal y estatura, que sufren variaciones a lo largo del día, fueron realizadas a primera hora de la mañana, en ayunas y tras el descanso nocturno. Las medidas simétricas se tomaron en el lado derecho del estudiado, excepto en los perímetros corporales en los que se seleccionó el del lado dominante, con objeto de tomar el más desarrollado. El material fue calibrado y comprobada su exactitud antes de iniciar la toma de las medidas. La exploración se inició marcando los puntos anatómicos y las referencias antropométricas necesarias para el estudio.

La descripción de la técnica de medida de la variables antropométricas está basada en una serie de referencias. Los planos y puntos anatómicos son descritos en relación a la llamada “posición anatómica”. En esta postura el sujeto se encuentra en bipedestación, erecto, cabeza y ojos dirigidos al frente (plano de Frankfort), extremidades superiores suspendidas a lo largo del cuerpo con las manos extendidas y las palmas mirando al frente, pulgares hacia afuera y dedos apuntando hacia abajo. Los pies juntos con los dedos al frente ⁸.

Como comentamos en las consideraciones metodológicas, el protocolo antropométrico fue realizado por el personal del Servicio de Antropometría perteneciente al Centro de Medicina del Deporte, del Consejo Superior de Deportes (Madrid).

2.1 Material antropométrico

En la realización de la toma de medidas de las variables antropométricas se utilizó el siguiente instrumental antropométrico, además del material auxiliar:

- Báscula o balanza pesa personas: Utilizada para obtener el peso corporal. Marca Secadelta digital, especial para silla de ruedas. Dispone de un nivel para comprobar que la plataforma esté nivelada. Dimensiones: altura: 90 cm.; plataforma: 97 * 80 cm. Capacidad de pesaje máxima de 360 kg y mínima de 0.1 kg Precisión de 0.1 kg.
- Estadiómetro: Empleado para medir la estatura. Está compuesto por una tabla rectangular situada perpendicular al suelo y fijada a la pared, sobre la que se desliza en sentido vertical, una pequeña tabla horizontal para contactar con la parte superior de la cabeza. La tabla vertical lleva incorporada la escala métrica, realizándose la lectura directa en contador, en la intersección con la tabla horizontal. En el suelo, existe una plataforma donde se sitúa al sujeto. Esta plataforma dispone de un tope posterior donde deben contactar los talones, y que está colocado de forma que coincide al mismo nivel que la tabla perpendicular donde se apoya la espalda. Marca Holtain Limited. Fabricado en Gran Bretaña. Peso: 19 kg. Dimensiones: 181 cm * 35 cm * 22 cm. La tabla horizontal tiene una dimensión de 24 cm * 18cm. Rango de 700 mm a 2200 mm. Precisión de 1 mm.
- Mesa de medida para posición sentado/a: Sirve para medir la talla sentado/a. Este tallímetro está compuesto por una mesa que lleva articulada una tabla perpendicular, para apoyo de la espalda, la cual es móvil en sentido antero-posterior, para ajustarse al tamaño del sujeto, sobre ésta se desliza una pequeña tabla horizontal, para contactar con la parte más superior de la cabeza. Así mismo, dispone de reposapiés graduable, según la longitud de la pierna. Lectura directa en contador. Marca Holtain Limited. Fabricada en Gran Bretaña. Dimensiones: altura del asiento, 680 mm; superficie del asiento 760 mm * 405 mm. Rango de 300 mm a 1105 mm. Precisión de 1 mm.
- Antropómetro: Es utilizado para medir alturas, longitudes y grandes diámetros. Está compuesto de 4 secciones, acoplables, graduadas en mm, sobre las que se desliza un visor que lleva incorporado una rama recta terminada en punta. El segmento superior del antropómetro

se utiliza también como calibre deslizante grande, compuesto entonces de una rama fija y de otra deslizante situada sobre el cursor. Antropómetro en funda de lona, marca GPM Siber Hegner Machinery Limited. Fabricado en Suiza. Peso: 1 kg. Longitud de la escala, 0 mm-2100 mm. Precisión de 1 mm.

- Compás de ramas curvas: Calibre grande de ramas curvas con puntas romas. Necesario para la medición del diámetro antero-posterior de tórax, gracias a la curvatura de las ramas se puede colocar por encima del hombro y realizar la medición. Marca GPM Siber Hegner Machinery Limited. Fabricado en Suiza. Escala 0 mm - 600 mm. Precisión de 1 mm.
- Paquímetro o calibrador óseo: Calibrador óseo tipo Vernier, pero con ramas más largas, para la medición de los diámetros óseos pequeños. Marca Holtain Limited. Fabricado en Gran Bretaña. Rango de 0 mm a 140 mm. Precisión de 1 mm.
- Plicómetro o Compás de pliegues cutáneos: Para la medición de los pliegues cutáneos. Presión constante de 10 gr/mm² Marca Holtain Limited. Fabricado en Gran Bretaña. Rango aproximado hasta 40 mm. Precisión de 0,2 mm. Para los pliegues cutáneos de mayor tamaño se utilizó un Slim Guide, marca Rosscraft, fabricado en Canadá, rango 0 mm a 80 mm, precisión de 1 mm.
- Cinta antropométrica: Utilizada tanto para la toma de los perímetros corporales como para la determinación de los puntos medios de segmentos y para marcar ciertas referencias de los pliegues cutáneos. La cinta es de acero y se recoge de forma retractil en una caja. Marca Rosscraft, fabricada en Canadá. Rango de 0 mm a 2000 mm. Precisión de 1 mm.
- Material auxiliar:
 - Tablón milimetrado: Para la medición de la envergadura. Realizado en el propio servicio de antropometría, con papel de cuadrícula milimétrica impresa. Está fijado a la pared, y colocado a 1250 mm de distancia que nos sirve de referencia en la medición. Dimensiones: 1000 mm de ancho y 700 mm de alto. Rango de 1250 mm a 2250 mm. Precisión de 1 mm.

- Banqueta: Para situar al sujeto en la posición requerida y facilitar la lectura en caso de medidas elevadas. Hemos utilizado dos, una hecha en madera y otra metálica. Dimensiones: altura, 40 cm.; plataforma, 46 cm * 46 cm.
- Lápiz dermatográfico: Sirve para la señalización de los puntos anatómicos y marcas de referencia antropométricas. Se utilizó un lápiz delineador de ojos, por su fácil aplicación y limpieza posterior.

2.2 Variables antropométricas

Las variables han sido agrupadas en 5 apartados: medidas generales, perímetros corporales, diámetros óseos, longitudes y pliegues cutáneos. Describimos un total de 43 variables, que se recogen separadamente en una ficha donde figura su definición, técnica de medición, revisión de la literatura y datos estadísticos de la muestra masculina y femenina. Al final de la monografía se recogen en tablas los valores estadísticos más importantes para facilitar el manejo de los datos.

No hay una coincidencia exacta con el protocolo completo de la ISAK. Por un lado en las variables descritas, ya que nosotros incluimos alguna variable que en este no figura, y excluimos otras; por otro, en la técnica de medición, en alguna variable concreta nosotros seguimos la estandarización fijada por el autor.

En el protocolo antropométrico habitual del Centro de Medicina del Deporte, figuran más variables que las presentadas en este trabajo, pero hemos seleccionado aquellas que consideramos de mayor interés para un estudio completo general sin incluir las que pueden ser más específicas para deportes determinados o para trabajos de investigación.

2.2.1 Medidas generales

Dentro de las medidas antropométricas generales incluimos: el peso o masa corporal, la estatura o talla, la talla sentado/a y la envergadura. Estas dimensiones son los indicadores principales del tamaño de la persona. Las dos primeras, peso y talla son las variables antropométricas más frecuentemente determinadas.

Peso: En relación a la salud, el peso es utilizado para valorar el crecimiento y el estado nutricional (obesidad y malnutrición). En cuanto a medicina del deporte existen especialidades deportivas que requieren mantener un peso corporal dentro de un rango determinado debido a que se compite por categorías de peso como ocurre en los deportes de lucha o en halterofilia. En otras, es necesario un gran tamaño corporal para equilibrar las fuerzas de la inercia en los giros, como en los lanzamientos o bien para oponer resistencia como en los deportes de contacto, como el rugby. En las especialidades en las que el peso corporal ha de movilizarse, los deportistas se beneficiarían de la menor grasa corporal posible en relación al peso total, siendo en las

pruebas de resistencia donde el peso corporal suele ser menor. También el control del peso corporal es importante para el mantenimiento de un aspecto estéticamente adecuado, como en gimnasia rítmica.

Estatura: La estatura es uno de los indicadores más importantes del tamaño corporal. Se utiliza en los estudios de salud para evaluar el desarrollo por ser una medida general y estable del crecimiento, y también para la interpretación del peso. En relación a la valoración de la estatura de los deportistas, es claro que biomecánicamente hay una serie de ventajas según el deporte practicado. Una corta estatura beneficiará en modalidades como la halterofilia o la gimnasia; mientras que una gran estatura se requerirá en las especialidades como en baloncesto, voleibol o natación.

Tanto el peso como la estatura, son utilizados para la valoración de diferentes parámetros fisiológicos, en los que el tamaño corporal tiene un papel determinante como la capacidad respiratoria, la capacidad cardio-vascular o la fuerza muscular. Normalmente los datos obtenidos en estos estudios se convierten en índices o bien se comparan a las referencias establecidas. También pueden ser necesarios para ajustar la dosis de ciertos medicamentos.

Talla sentado/a: Con esta medida podemos evaluar la contribución a la estatura del tronco y del M. inferior, siendo importante en algunos deportes como veremos en el tema de la proporcionalidad. Al igual que con la envergadura, la relación entre segmento superior e inferior esta alterada en algunos síndromes. En las especialidades donde los deportistas permanecen sentados o arrodillados, será biomecánicamente más importante la medición de su talla en posición sentado/a que la de la talla en bipedestación o estatura.

Envergadura: La envergadura es una medida con alta correlación con la estatura. A veces es utilizada sustituyendo a la estatura cuando esta última no puede ser determinada. La relación estatura-envergadura está alterada en algunos síndromes, siendo uno de los criterios diagnósticos utilizados.

En la medicina del deporte, la envergadura es un parámetro incluido con frecuencia en el estudio antropométrico debido al

papel que juega en muchas modalidades deportivas, siendo incluso superior al de la estatura, como ocurre en esgrima o en piragüismo.

Figura 1. Báscula pesa personas con rampa. Marca Seca 664 (0 - 360 kg).



Figura 2. Estadiómetro fijo de pared Holtain. (700 mm - 220 mm).



Figura 3. Tallímetro para talla sentado Holtain (300 mm - 1105 mm).



Figura 4. Tablón para la envergadura (1250 mm - 2250 mm).



2.2.1.1 Peso Corporal

a) Definición

En sentido estricto, debería usarse el término de masa corporal, definida como la magnitud que expresa el contenido en materia de un cuerpo. Mientras que el peso corporal es la fuerza con la que el cuerpo es atraído hacia el centro de la tierra, siendo igual a la masa del cuerpo por la intensidad de la gravedad ¹². Es un estimador principal del tamaño y composición corporal. El equipo necesario para su medición es una báscula o balanza pesa personas. La medida del peso corporal se expresa en kilos (kg), con una precisión de 0,1 kg.



b) Técnica

El sujeto se sitúa de pie en la plataforma de la báscula distribuyendo el peso por igual en ambas piernas, inmóvil, sin que el cuerpo esté en contacto con nada que haya alrededor y con los brazos colgando libremente a ambos lados del cuerpo. La medida se realiza con la persona en ropa interior, bañador o pantalón corto de tejido ligero, sin zapatos ni adornos personales.

c) Revisión literatura

El peso corporal tiene una variación diurna de aproximadamente 1 kg en niños y de 2 kg en adultos ⁸. Los valores más estables se obtienen por la mañana tras doce horas de ayuno y tras evacuación. Si lo anterior no es posible, se debe registrar la hora del día en que se toma la medida. En mujeres puede existir aumento del peso en la 2ª fase del ciclo menstrual debida a retención hídrica, por lo que conviene registrar la fecha de la última regla (FUR) y conocer si padece del síndrome premenstrual (SPM). Por otro lado, lo correcto sería obtener la medida con el sujeto desnudo o bien con ropa de peso conocido para posteriormente poder restarlo al obtenido ⁹. La medición con el sujeto desnudo que se realiza en niños, es más difícil en adultos, aunque en el estudio de los atletas de los JJOO de Roma (1960) se obtuvo con el deportista sin ropa ¹³. Otros autores

indican que no se resta el peso de la ropa del peso observado cuando se utilizan los datos de referencia recomendados, por lo que sería mejor estandarizar la vestimenta utilizando por ejemplo una bata de papel. Los sujetos con minusvalías físicas que no pueden colocarse correctamente en bipedestación sobre la balanza pueden ser pesados sentados en una silla y luego restando el peso de ésta al total obtenido ¹⁴.

d) Datos estadísticos de la muestra

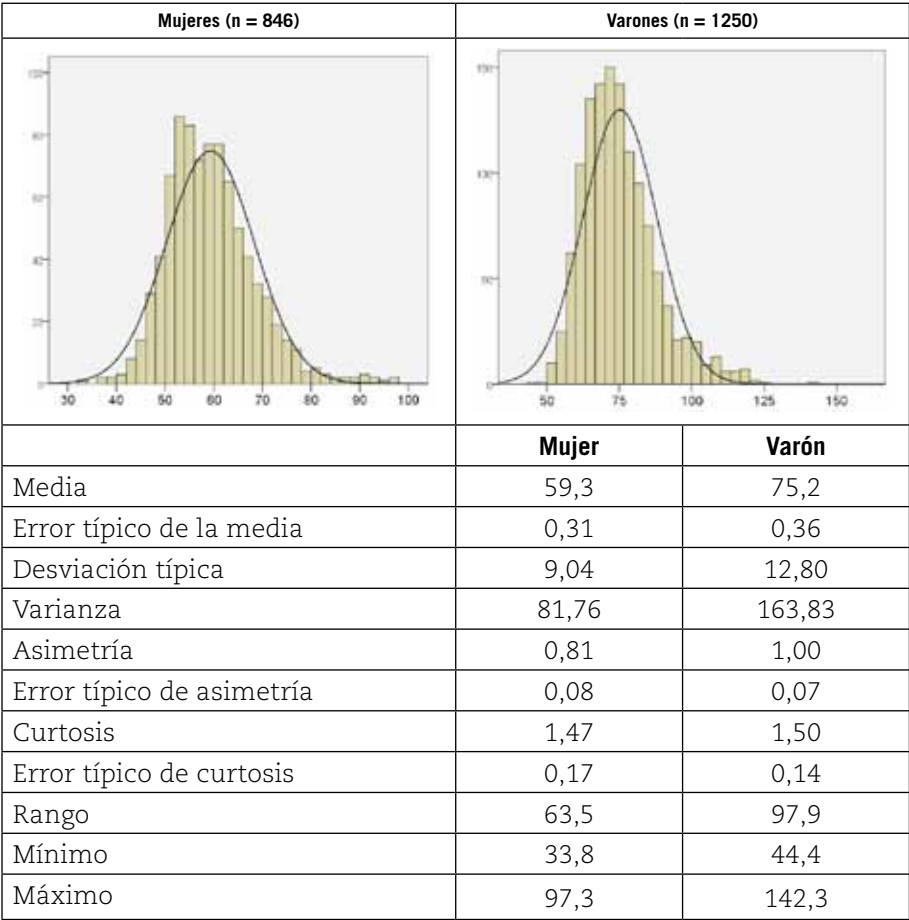


Gráfico 1. Distribución variable peso corporal.

2.2.1.2 Estatura

a) Definición

La estatura es la distancia que existe entre el vértex y el plano de sustentación. Se puede denominar como talla en bipedestación o talla de pie, o simplemente talla. Incluye las dimensiones lineales de extremidad inferior, tronco, cuello y cabeza. Es un estimador principal del tamaño y proporcionalidad corporal. El equipo empleado es un estadiómetro. La medida de la estatura se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.



b) Técnica

El sujeto se coloca de pie, completamente estirado, con los talones juntos y apoyados en el tope posterior que está fijado en el suelo y de forma que el borde interno de los pies formen un ángulo de 60 grados. Las nalgas y la parte alta de la espalda contactan con la tabla vertical del estadiómetro. El peso del cuerpo se distribuye por igual entre ambas piernas y los brazos deben estar colgando libremente a ambos lados del cuerpo, con las palmas de las manos mirando hacia los muslos. Se realiza una tracción de la cabeza a nivel de los procesos mastoides, para facilitar la extensión completa de la columna vertebral y se coloca la cabeza del estudiado en el plano de Frankfort (cuando la línea imaginaria que une el punto inferior de la órbita con el punto superior del trago queda paralela al plano de sustentación). Se le indica que realice una inspiración profunda sin levantar la

planta de los pies, mientras nosotros mantenemos la posición correcta de la cabeza. Se desciende lentamente la plataforma horizontal del estadiómetro hasta contactar con la cabeza del estudiado, ejerciendo una suave presión para minimizar el efecto del pelo. El sujeto deberá estar descalzo, el cabello libre de accesorios y de forma que permita la visualización de los puntos de referencia.

c) Revisión literatura

La estatura sufre variaciones a lo largo del día, pudiendo disminuir hasta 3 cm entre mañana y tarde ¹³ o descender hasta 1% ⁸. Lo mejor es medirla por la mañana tras el descanso nocturno, o en su defecto anotar la hora del día para valorarlo en futuras mediciones ¹⁵. Hay tres técnicas: estatura libre, estatura con tracción y la longitud en decúbito ¹⁴. Algunos colocan la cabeza en posición “normal” y otros registran la estatura máxima tras colocarla en diferentes posiciones ¹⁴. La tabla horizontal del estadiómetro se puede colocar antes y que esta sea empujada al realizar la inspiración máxima ¹³.

d) Datos estadísticos de la muestra

	Mujeres (n = 846)	Varones (n = 1250)
	Mujer	Varón
Media	166,3	179,5
Error típico de la media	0,25	0,24
Desviación típica	7,39	8,33
Varianza	54,65	69,37
Asimetría	0,37	0,43
Error típico de asimetría	0,08	0,07
Curtosis	0,83	0,69
Error típico de curtosis	0,17	0,14
Rango	52,0	58,4
Mínimo	144	154,6
Máximo	196	213

Gráfico 2. Distribución variable estatura.

2.2.1.3 Talla sentado/a

a) Definición

La talla sentado/a es la distancia entre el vértex y la superficie donde se encuentra sentado el sujeto. También se denomina talla vértex isquion o altura del sujeto sentado/a. Es una medida que incluye cabeza, cuello y tronco, siendo pequeña la contribución de la extremidad inferior. Es un estimador principal del tamaño y proporcionalidad corporal. El material empleado es la “mesa de medida para posición sentada”. La medida se expresa en centímetros (cm), con precisión de 1 mm.



b) Técnica

El sujeto sentado erguido en la mesa de medida, de forma que las rodillas queden justo al borde de la mesa y en 90° de flexión. Se ajusta entonces el reposapiés según la longitud de la pierna y el sujeto apoya los talones sobre él. En esta posición debe existir un ángulo recto entre el tronco y los muslos y entre los muslos y las piernas. Los brazos deben estar colgando a ambos lados del cuerpo, situando las palmas de las manos sobre los muslos. La tabla vertical se desliza hacia delante hasta que contacte con la parte posterior de las nalgas y la espalda del estudiado. Se realiza una tracción de la cabeza a nivel de los procesos mastoides, facilitando la extensión completa de la columna vertebral y se coloca la cabeza en el plano de Frankfort (cuando la línea imaginaria que une el punto inferior de la órbita con el punto superior del trago queda paralela al plano de sustentación). Se indica al sujeto que realice una inspiración profunda manteniendo la posición de la cabeza. Se desciende lentamente la plataforma horizontal hasta contactar con la cabeza del estudiado, ejerciendo una suave presión para minimizar el efecto del pelo.

c) Revisión literatura

Si se utiliza una banqueta acoplada al estadiómetro, el sujeto se sentará de forma que la parte posterior de las nalgas contacten con la tabla

vertical del estadiómetro. Cuando es un antropómetro el instrumento empleado ¹⁶, se sienta al sujeto en una mesa elevada para que los pies no contacten con el suelo. El sujeto se colocará lo más recto posible, pudiendo el técnico enderezar el tronco presionado ligeramente y de forma simultánea con la mano izquierda la parte superior del esternón y con la mano derecha la zona lumbar. El antropómetro situado verticalmente en la superficie de la mesa detrás del sujeto, en la línea media, próximo a zona interescapular y sacra. Para poder realizar la medición en posición supina se utiliza una tabla especial y los valores son mayores ¹⁶. Al igual que la estatura desciende a lo largo del día.

d) Datos estadísticos de la muestra

Mujeres (n = 846)	Varones (n = 1250)	
	Mujer	Varón
Media	88,2	94,5
Error típico de la media	0,13	0,11
Desviación típica	3,66	3,94
Varianza	13,42	15,54
Asimetría	0,01	0,26
Error típico de asimetría	0,08	0,07
Curtosis	0,38	0,32
Error típico de curtosis	0,17	0,14
Rango	25,0	26,0
Mínimo	75,5	83,2
Máximo	100,5	109,2

Gráfico 3. Distribución variable talla sentado/a.

2.2.1.4 Envergadura

a) Definición

La envergadura es la distancia existente entre los puntos dedales de la mano derecha y de la mano izquierda cuando ambas extremidades superiores están en máxima extensión y colocadas a la altura de los hombros. Es una medida que incluye miembro superior derecho e izquierdo y el diámetro de los hombros. Es un estimador principal del tamaño y proporcionalidad corporal. El material empleado es un tablón milimetrado diseñado para este fin y colocado a una distancia predeterminada de un listón. La medida se expresa en centímetros (cm), con precisión de 1 mm.

b) Técnica



El sujeto se coloca en bipedestación, con los pies juntos, apoyando talones, y espalda en la pared. Los brazos extendidos situados a la altura de los hombros con las palmas de las manos mirando al frente, en contacto con la pared y de forma que el dedo más largo de la mano izquierda (punto dedal) contacte con el listón que nos sirve de

referencia (o la esquina de la pared). Se le indica al sujeto que extienda al máximo las dos extremidades superiores, sin separar el punto dedal de la mano de la referencia. La lectura se realiza entonces en el punto dedal de la otra mano; el cual queda situado sobre el tablón milimetrado fijado a la pared.

c) Revisión literatura

Cuando se utiliza la cinta métrica, el procedimiento de medida es similar. La cinta puede situarse en la pared sobre la que se apoya el sujeto y realizar la lectura directamente ¹⁶ o bien señalar el punto para posteriormente, una vez que el sujeto sale de la posición, con la cinta medir la distancia ⁸. Otros autores indican que el sujeto debe colocarse

cara a la pared en lugar de apoyar su espalda sobre ella; nosotros optamos por esta posición cuando el sujeto tiene una clara limitación para la extensión a nivel a la articulación del codo. La envergadura también puede ser medida en posición supina colocando al sujeto sobre una superficie plana, pies juntos y los brazos en máxima extensión a la altura de los hombros. Se utiliza un antropómetro colocado a la altura de las clavículas, la rama fija se sitúa en uno de los extremos, punto dedal y la otra se desliza hasta el otro. En caso de contracturas o discapacidad, se puede estimar midiendo la distancia del punto dedal a la horquilla externa y duplicar el valor ¹⁶.

d) Datos estadísticos de la muestra

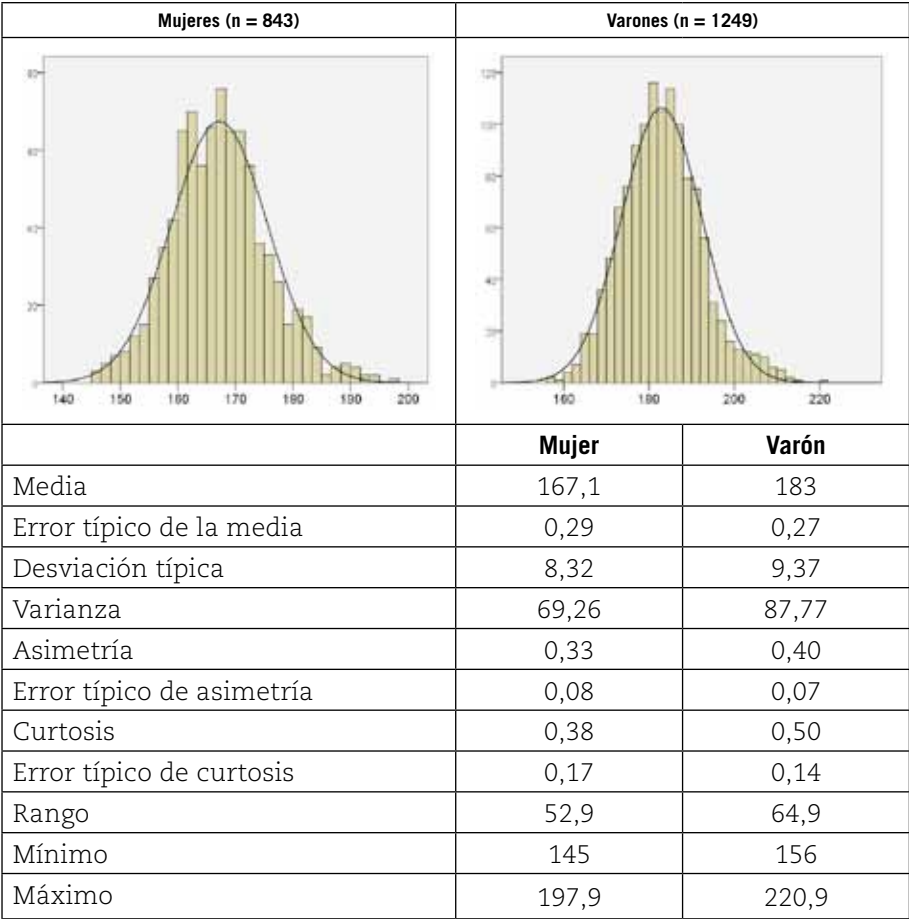


Gráfico 4. Distribución variable envergadura.

2.2.2 Perímetros corporales

Los perímetros o circunferencias son las medidas de los contornos a diferentes niveles corporales y perpendiculares al eje longitudinal del segmento. Caracterizan la forma general del individuo, así como el mayor o menor desarrollo de cada región. Los incluidos en este estudio son los siguientes: cabeza, cuello, hombros, tórax, cintura, abdominal, cadera, brazo, brazo flexionado y contraído, antebrazo, muñeca, muslo medio, pierna y tobillo. En comparación con el protocolo completo de la ISAK, añadimos los perímetros de los hombros y el abdominal, y excluimos el de muslo superior.

En la valoración antropométrica los perímetros se utilizan de forma directa o indirectamente mediante índices o ecuaciones para estimar tanto el desarrollo muscular, como la distribución de grasa corporal. También intervienen en el cálculo del componente mesomórfico del somatotipo. Cuando el perímetro es utilizado para la estimación de la masa muscular suele corregirse por el pliegue cutáneo correspondiente a la sección transversal del segmento que estemos midiendo.

En medicina del deporte, se incluyen perímetros corporales tanto de cabeza, como de tronco y de extremidades. Mediante ellos se realiza la valoración y seguimiento del desarrollo muscular característico de cada especialidad deportiva.

En el área de la salud, se utiliza el perímetro de brazo para valoración del estado de nutrición; los perímetros de cuello, abdomen, cadera y muslo en la obesidad, para determinar la distribución de grasa y como criterio de riesgo cardio-vascular.

La técnica de medición que comentaremos en cada perímetro se denomina de manos cruzadas y el instrumental necesario es la cinta antropométrica. Se realiza de la siguiente manera: tomaremos la caja de la cinta con la mano izquierda y el cabo suelto con la mano derecha, rodeamos con la cinta la zona a medir, comprobamos que está al nivel requerido y realizamos el cruce de los dos lados de la cinta, pasando la caja a la mano derecha y el cabo a la mano izquierda, de forma que el lado de la caja quede por arriba y la marca del cero por debajo, donde realizaremos la lectura. Debemos coger la caja de forma que los dígitos no queden invertidos cuando situamos la cinta en la zona a medir. En las variables en las que el

técnico se sitúa delante del sujeto, procuraremos realizar el cruce de la cinta y su lectura lateralmente para evitar incomodar al sujeto.

Como son medidas que incluyen tejido blando y la cinta antropométrica es metálica debemos tener extremo cuidado para no comprimir la zona (excepto en el perímetro de cabeza), ya que obtendremos un valor menor, pero también hay que controlar que no queden huecos entre la cinta y la zona a medir.

Figura 5. Cinta antropométrica. Marca Rosscraft (0 mm - 2000 mm).



2.2.2.1 Perímetro de la cabeza

a) Definición

El perímetro de la cabeza es la medida de la circunferencia craneal tomada a nivel de la glabella. También se denomina perímetro cefálico. Este perímetro es utilizado durante la época de crecimiento para valorar el grado de desarrollo y maduración. También puede estar alterado en algunos síndromes. En el área de la composición corporal se emplea para el cálculo de la masa ósea craneal. El material empleado es una cinta antropométrica. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.

b) Técnica



El sujeto se coloca sentado o de pie, según su estatura, de manera que visualizamos bien el nivel de la zona a medir, el tronco recto y la cabeza en el plano de Frankfort (cuando la línea imaginaria que une el punto inferior de la órbita con el punto superior del trago queda paralela al plano de sustentación). El técnico se

coloca a la derecha del sujeto, con la caja de la cinta en la mano izquierda y el cabo suelto en mano derecha, rodeamos la zona a medir y realizamos el cruce de las cintas, pasando la caja a la mano derecha y el cabo a la mano izquierda, de forma que el lado de la caja quede por arriba y la marca del cero por debajo, donde realizaremos la lectura. El nivel lo marca por delante la glabella, prominencia ósea del frontal situada entre los arcos supraciliares, en el plano sagital medio, quedando la cinta perpendicular al eje vertical o longitudinal, es decir, en la parte posterior se situará a la misma altura que en la parte anterior. Es la única de medida de perímetros en la que debemos ejercer cierta presión con la cinta para minimizar el grosor del pelo, el cual debe estar libre de adornos u horquillas. Hay que tener la precaución de no coger el pabellón auricular dentro de la medición.

c) Revisión literatura

En otros estudios de antropométricos, es distinta la técnica de medición ya que lo que se determina es el máximo perímetro cefálico, por lo que la cinta la sitúan en la parte posterior sobre la protuberancia occipital externa, no siendo necesario colocar la cabeza en el plano de Frankfort ⁷.

d) Datos estadísticos de la muestra

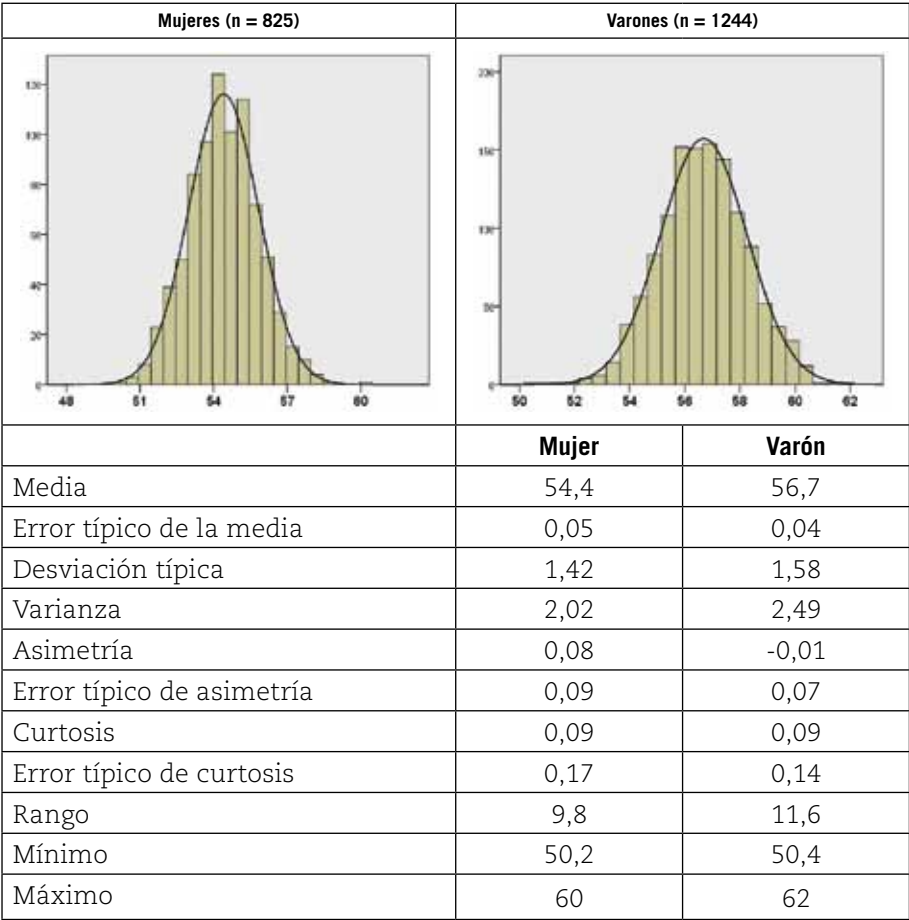


Gráfico 5. Distribución variable perímetro de la cabeza.

2.2.2.2 Perímetro del cuello

a) Definición

El perímetro del cuello se define como la circunferencia cervical tomada inmediatamente superior a la prominencia laríngea del cartílago tiroideo. Este perímetro representa el desarrollo óseo y muscular de la región cervical. En clínica es utilizado para valorar el depósito de grasa de la región superior del cuerpo dentro del síndrome metabólico y en el estudio de la apnea de sueño. El material empleado es una cinta antropométrica. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.



b) Técnica

El sujeto se coloca sentado o de pie, según su estatura, de manera que visualizamos bien el nivel de la zona a medir, el tronco recto y la cabeza en el plano de Frankfort. El técnico se coloca a la derecha del sujeto, con la caja de la cinta en la mano izquierda y el cabo suelto en mano derecha, rodeamos la zona a medir y realizamos el cruce de las cintas, pasando la caja a la mano derecha y el cabo a la mano izquierda, de forma que el lado de la caja quede por arriba y la marca del cero por debajo, donde realizaremos la lectura. El nivel es inmediatamente superior a la prominencia del cartílago tiroides, quedando la cinta perpendicular al eje longitudinal, como el cuello tiene cierta inclinación, no quedan al mismo nivel

parte anterior y posterior. En esta medida debemos ser ágiles y cuidadosos porque produce cierta incomodidad al sujeto, al ser una zona por donde discurre el paquete vasculonervioso muy superficialmente y aunque la cinta debe hacer contacto la presión será la mínima.

c) Revisión literatura

Cuando la cinta antropométrica se sitúa justo inferior a la prominencia laríngea se denomina circunferencia mínima de cuello y si es medido justo a nivel de ella, se denomina circunferencia máxima de cuello ¹⁷.

Otra referencia es el perímetro medio del cuello, tomado en el punto medio entre el hueco supraesternal y el maxilar inferior ¹⁸. La prominencia laríngea es la unión de las dos láminas del cartílago tiroides en la parte anterior y se la conoce vulgarmente como “Nuez de Adam”, “Manzana de Adam” o simplemente nuez.

d) Datos estadísticos de la muestra

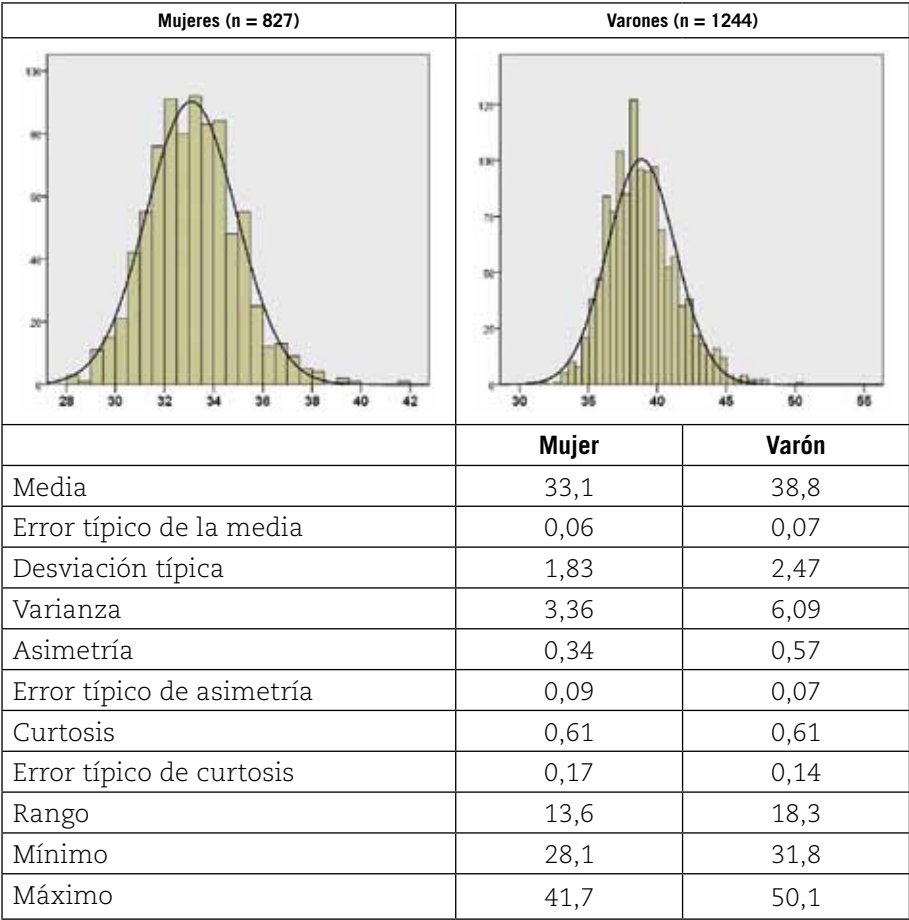


Gráfico 6. Distribución variable perímetro del cuello.

2.2.2.3 Perímetro de los hombros

a) Definición

El perímetro de los hombros se define como la circunferencia tomada a nivel de la máxima prominencia deltoidea. Este perímetro representa el desarrollo óseo y muscular de la cintura escapulohumeral, abarcando la parte superior del tórax y de los brazos. El material empleado es una cinta antropométrica. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.

b) Técnica



El sujeto se coloca de pie, el tronco recto, hombros ligeramente hacia atrás y los brazos colgando libremente a los lados del cuerpo y el peso distribuido por igual en ambas piernas. El técnico se coloca delante del sujeto, con la caja de la cinta en la mano izquierda y el cabo suelto en mano derecha, rodeamos la zona

a medir, que se sitúa a nivel de la máxima prominencia del fascículo medio del deltoides y realizamos el cruce de las cintas, pasando la caja a la mano derecha y el cabo a la mano izquierda, de forma que el lado de la caja quede por arriba y la marca del cero por debajo, donde realizaremos la lectura. La cinta ha de quedar paralela al suelo, salvo en casos de marcada dismetría. Como en todas las medidas que realicemos delante del sujeto el cruce de los lados de la cinta lo situaremos lateralmente. La lectura se efectúa al final de una espiración normal.

c) Revisión literatura

Esta variable no está incluida en el protocolo completo del esquema de estandarización de la ISAK. Otros autores miden a nivel de la articulación del hombro, tomando como referencia puntos óseos, quedando a veces la cinta en la parte anterior a nivel de la articulación de la segunda costilla con el esternón ⁷. También influye el momento del ciclo respiratorio,

pudiendo tener ligeras variaciones en la toma de la medida, sino se realiza al final de la espiración normal.

d) Datos estadísticos de la muestra

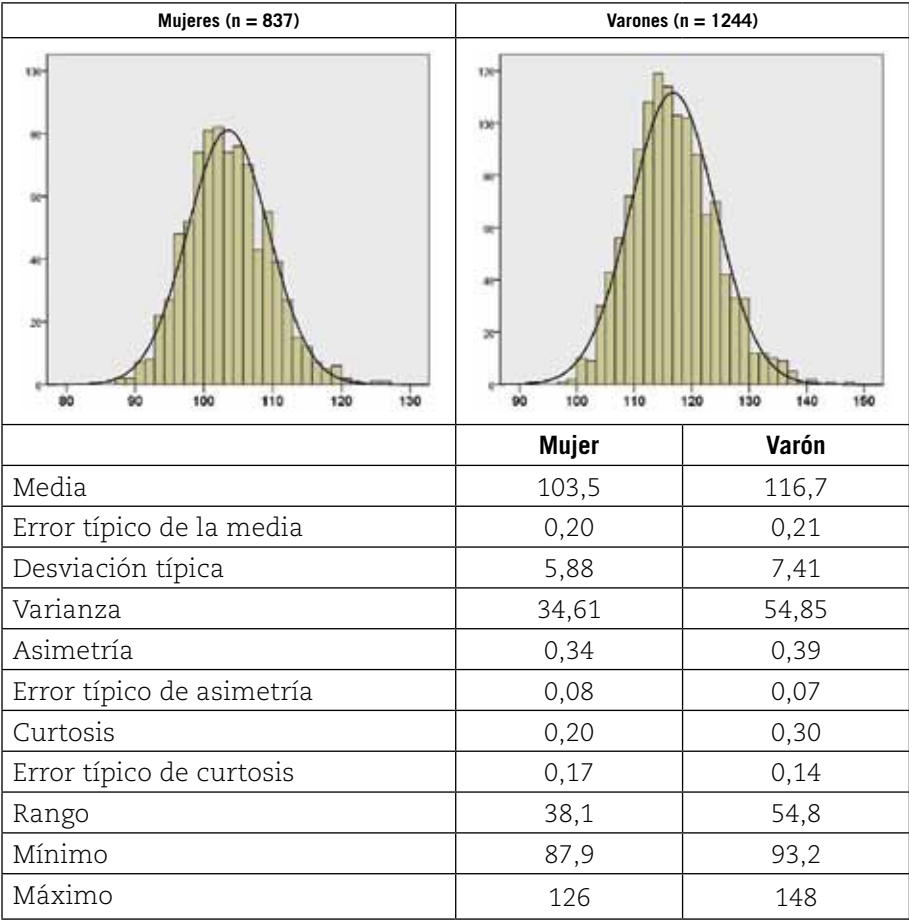


Gráfico 7. Distribución variable perímetro de los hombros.

2.2.2.4 Perímetro del tórax

a) Definición

El perímetro del tórax se define como la circunferencia tomada a nivel mesoesternal, donde la cuarta costilla se articula con el esternón. Otras denominaciones son torácico y mesoesternal. Este perímetro representa el desarrollo visceral, óseo y muscular del tórax. Puede ser utilizado como índice del tamaño de la estructura corporal y en el cálculo de la masa muscular. El material empleado es una cinta antropométrica. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.



b) Técnica

El sujeto de pie, tronco recto y el peso distribuido por igual en ambas piernas, separará los brazos para facilitar la colocación de la cinta, unos 90° de abducción, mientras colocamos la cinta alrededor del tórax, al nivel mesoesternal marcado previamente en

la línea media del esternón, después volverá a la posición inicial, con los brazos caídos libremente a los lados del cuerpo. Debemos comprobar que en la zona posterior la cinta quede por debajo de las escápulas, mientras sujetamos con una mano los dos cabos de la cinta. Finalmente colocándonos delante del sujeto, con la caja de la cinta en la mano izquierda y el cabo suelto en mano derecha, realizamos el cruce, pasando la caja a la mano derecha y el cabo a la mano izquierda, de forma que el lado de la caja quede por arriba y la marca del cero por debajo, donde realizaremos la lectura al final de una espiración normal. Si en el protocolo figura el perímetro de hombros, esta variable se tomará a continuación, sin soltar los dos cabos de la cinta, los descendemos a lo largo de cada brazo hasta su final, pedimos al sujeto que los separe y ascendemos la cinta hasta el nivel requerido, siguiendo posteriormente con normalidad. Para localizar la 4ª articulación costo-esternal, partiremos de la segunda costilla que es fácil de identificar en el ángulo de Louis.

c) Revisión literatura

Otras referencias descritas son a nivel de las papilas mamarias o justo superior a éstas y el apéndice xifoides ⁷. Se han definido los perímetros de tórax en inspiración máxima y en espiración máxima, como índices de capacidad funcional respiratoria.

d) Datos estadísticos de la muestra

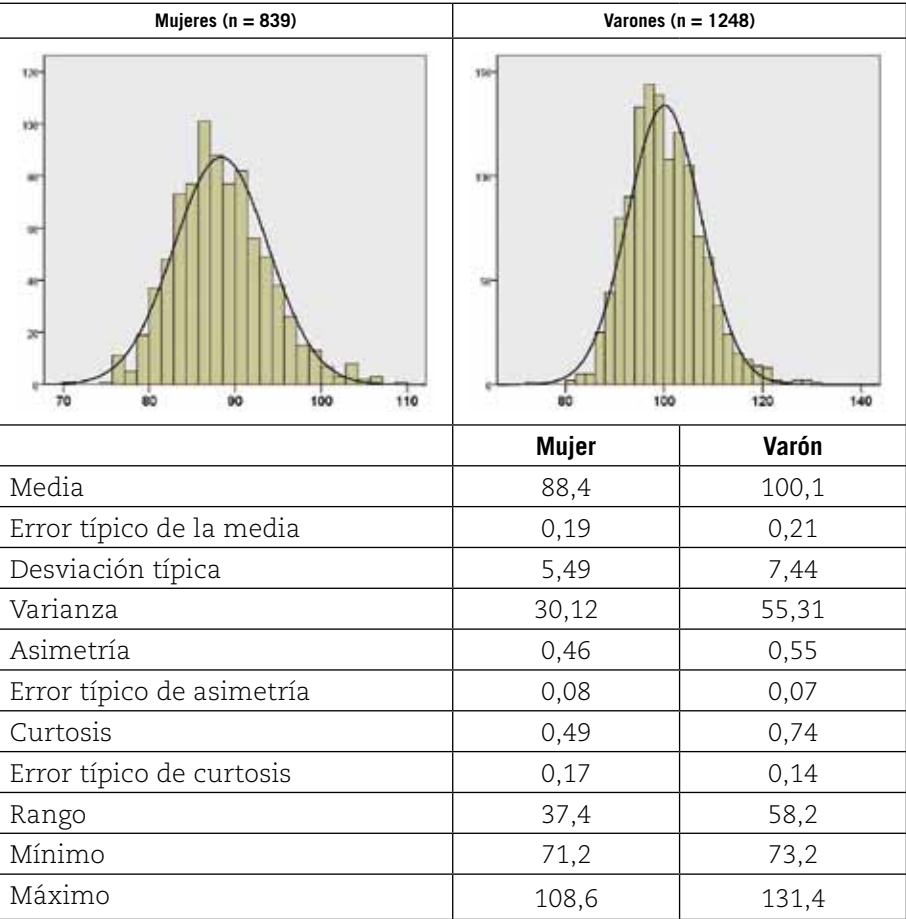


Gráfico 8. Distribución variable perímetro del tórax.

2.2.2.5 Perímetro de la cintura

a) Definición

El perímetro de la cintura es la circunferencia tomada en el abdomen a nivel del talle natural. También se denomina perímetro del talle o abdominal 1.

Es una medida que se utiliza para valorar la grasa corporal y su distribución; siendo un criterio de riesgo cardiovascular dentro del llamado síndrome metabólico. También interviene en el cálculo del índice de conicidad.

El material empleado es una cinta antropométrica. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.

b) Técnica

El sujeto estará de pie, con el tronco recto y los talones juntos. El técnico se coloca delante del sujeto, y le indicaremos que separe ligeramente los brazos. Con la caja de la cinta en la mano izquierda y el cabo suelto en mano derecha, pasaremos la cinta, a nivel de la cintura, en el talle



natural, el sujeto volverá a dejar los brazos relajados y realizamos el cruce de la cinta pasando la caja a la mano derecha y el cabo a la mano izquierda, de forma que el lado de la caja quede por arriba y la marca del cero por debajo, donde realizaremos la lectura al final de una espiración normal. La cinta quedará en un plano horizontal al suelo y procuraremos en el cruce situarnos lateralmente. La zona a medir deberá estar libre de ropa. Cuando no se puede distinguir el talle natural en un abdomen muy recto se tomará en el punto medio entre el borde costal y la cresta iliaca.

Si en el protocolo está incluido el perímetro de tórax, mediremos esta variable a continuación, sin soltar los dos cabos de la cinta descenderemos hasta el nivel requerido.

c) Revisión literatura

A pesar de ser una medida muy utilizada, su estandarización no está totalmente consensuada, estando descritas varias técnicas: a nivel umbilical; referencia que definiremos a continuación como perímetro umbilical; justo por encima de las crestas iliacas; en el punto medio entre reborde costal y cresta iliaca; en la zona máxima; y justo por debajo de la última costilla ¹⁹. Estudios de investigación son necesarios para indicar cual es la referencia de mayor correlación con la grasa visceral abdominal y que además se pueda aplicar de forma fiable en estudios de screening.

d) Datos estadísticos de la muestra

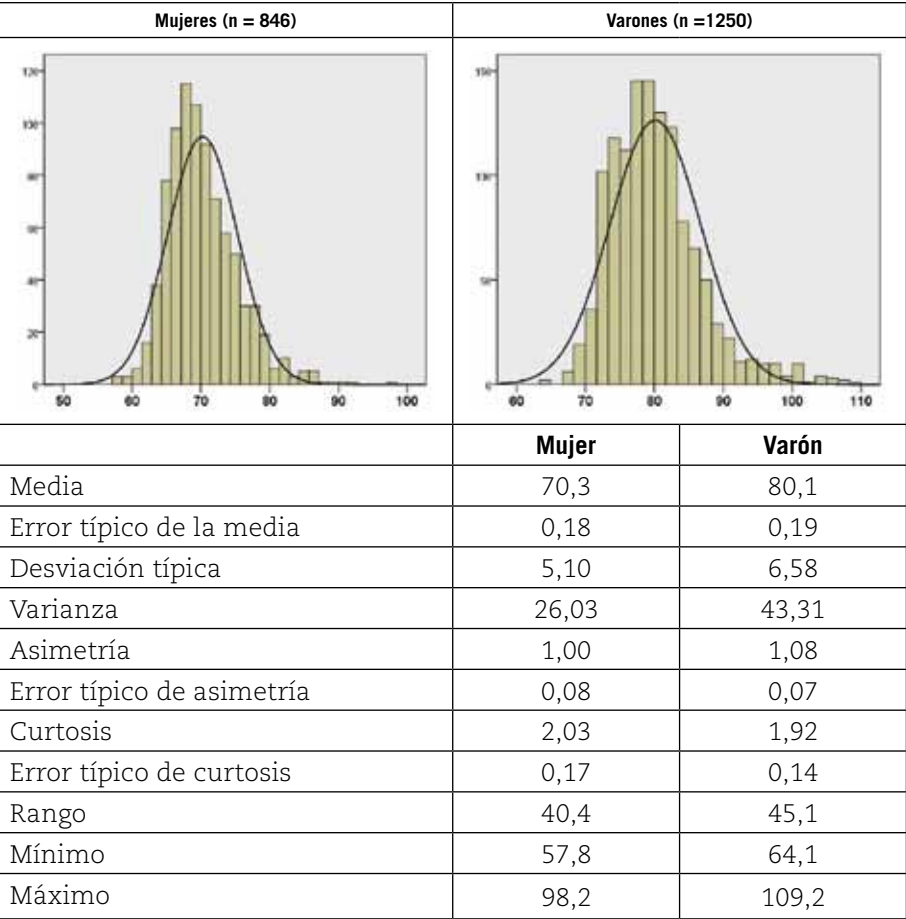


Gráfico 9. Distribución variable perímetro de la cintura.

2.2.2.6 Perímetro abdominal

a) Definición

El perímetro abdominal es la circunferencia tomada a nivel del punto medio de la cicatriz umbilical (onfalio). También denominado perímetro del abdominal 2 o umbilical.

Es una medida que se utiliza para valorar la grasa corporal y su distribución; constituye un criterio de riesgo cardiovascular dentro del llamado síndrome metabólico.

El material empleado es una cinta antropométrica. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.

b) Técnica

El sujeto estará de pie, con el tronco recto y los talones juntos. El técnico se coloca delante del sujeto, y le indicaremos que separe ligeramente los brazos. Con la caja de la cinta en la mano izquierda y el cabo suelto en mano derecha, pasaremos la cinta, a nivel del ombligo (punto medio), el sujeto volverá a dejar los brazos relajados y realizamos el cruce de la cinta pasando la caja a la mano derecha y el cabo a la mano izquierda, de forma que el lado de la caja quede por arriba y la marca del cero por debajo, donde realizaremos la lectura al final de una espiración normal. La cinta quedará en un plano horizontal al suelo y procuraremos en el cruce situarnos lateralmente. La zona a medir deberá estar libre de ropa.

Si en nuestro protocolo está incluido el perímetro de la cintura, tomaremos la medida de esta variable a continuación sin soltar los dos cabos de la cinta, descenderemos hasta el nivel requerido.

c) Revisión literatura

Como hemos comentado en la variable anterior, a nivel abdominal hay diferentes referencias anatómicas descritas: en la cicatriz umbilical (perímetro abdominal); justo por encima de las crestas iliacas; en el punto



medio entre el reborde costal y la cresta iliaca; en la zona máxima; en la zona mínima (perímetro de la cintura) y justo por debajo de la última costilla ⁹.

Estudios de investigación son necesarios para indicar cual es la referencia de mayor correlación con la grasa visceral abdominal y que además se pueda aplicar de forma fiable en estudios de screening.

d) Datos estadísticos de la muestra

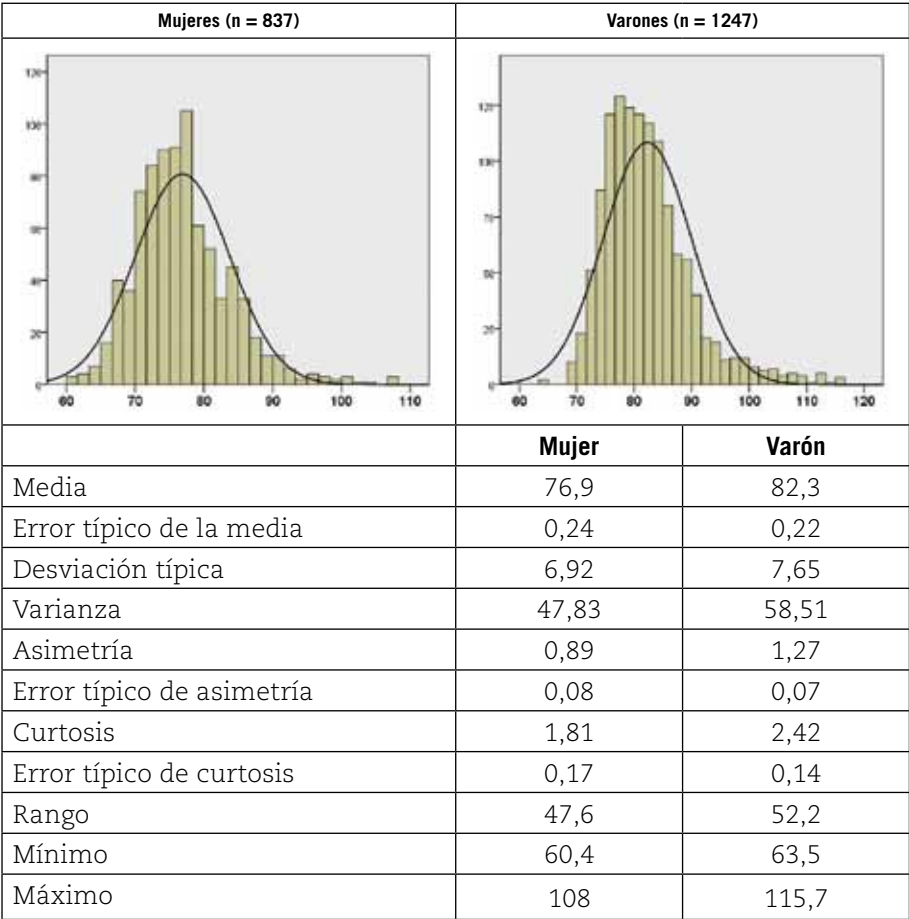


Gráfico 10. Distribución variable perímetro abdominal.

2.2.2.7 Perímetro de la cadera

a) Definición

El perímetro de la cadera es la circunferencia tomada a nivel de la máxima prominencia glútea. También se le denomina perímetro de los glúteos o gluteal. Es una medida que indica el grado de desarrollo óseo, muscular y de panículo graso de la cintura pélvica. Se utiliza también para valorar el patrón de la distribución de la grasa, mediante el índice cintura-cadera que constituye un factor de riesgo cardiovascular dentro del llamado síndrome metabólico. El material empleado es una cinta antropométrica. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.

b) Técnica



El sujeto estará de pie, con el tronco recto y los talones juntos, los brazos separados del cuerpo hacia delante o cruzados sobre el tórax. Situados a la derecha del sujeto pasaremos la cinta alrededor de la cadera, a nivel de la máxima prominencia glútea y realizaremos el cruce de la cinta pasando la caja a

la mano derecha y el cabo a la mano izquierda, de forma que el lado de la caja quede por arriba y la marca del cero por debajo. La cinta quedará en un plano horizontal al suelo, para asegurarnos de que la posición es correcta pediremos a nuestro ayudante que nos lo confirme, nos serviremos de un espejo, o bien sujetando la cinta con mano izquierda lo comprobaremos nosotros mismos accediendo a la parte delantera y comprobando que el lado derecho e izquierdo de la cinta están a la misma altura. La medida se realizará con el sujeto en ropa interior o ropa ligera, para permitir la visualización correcta de la referencia, aunque tampoco se debe llevar ropa de tejido que comprima o ajuste la zona a medir ya que puede disminuir su valor real.

c) Revisión literatura

Otros autores toman como referencia la prominencia del trocánter mayor, en el extremo superior del fémur ⁷, en ocasiones ambos niveles pueden coincidir. Ésta es una referencia ósea que a veces es difícil de localizar si hay exceso de panículo adiposo. También se ha descrito como la máxima circunferencia existente entre la cintura y los muslos.

d) Datos estadísticos de la muestra

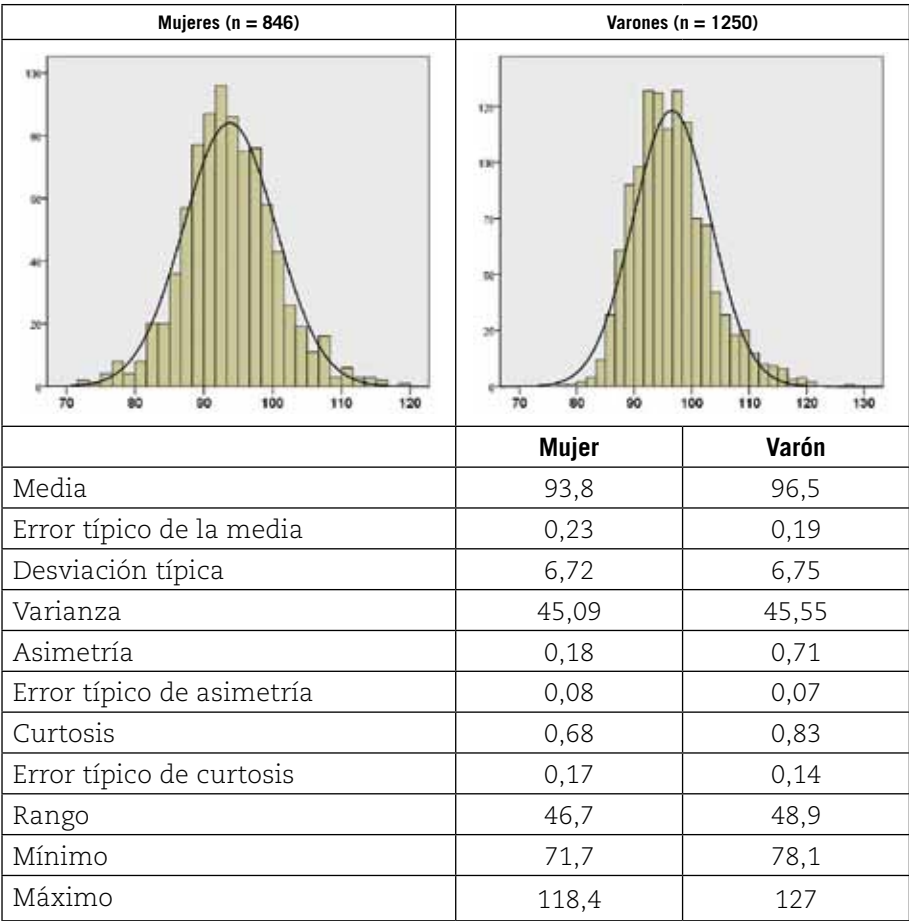


Gráfico 11. Distribución variable perímetro de cadera.

2.2.2.8 Perímetro del brazo

a) Definición

El perímetro del brazo es la circunferencia tomada a nivel mesobraquial, punto medio entre acromion y radial. También se le denomina perímetro de brazo relajado y de brazo medio. Es una medida que indica el grado de desarrollo muscular braquial. Se utiliza junto al pliegue cutáneo tomado al mismo nivel como índice del grado de nutrición (depósito graso y proteico), en el cálculo del área muscular transversal y para estimar la masa muscular corporal. El material empleado es una cinta antropométrica. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.

b) Técnica



El sujeto estará de pie, con el tronco recto y los brazos relajados a lo largo del cuerpo. El técnico se sitúa lateralmente al sujeto, si es necesario puede indicarle que separe ligeramente el brazo para poder pasar la cinta a su alrededor y luego lo volverá a la posición inicial. El nivel, punto medio acromiale-radiale, lo tendremos marcado previamente. Para ello señalaremos las referencias óseas (acromial y radial) y luego el punto medio tomado en proyección entre ambas. El acromiale es el punto más superior del borde externo del proceso acromial de la escápula. El radiale es el punto más superior o proximal del borde lateral de la cabeza del radio. Realizaremos el cruce de la cinta pasando la caja a la mano derecha y el cabo a la mano izquierda, de forma que el lado de la caja quede por arriba y la marca del cero por debajo. La cinta quedará perpendicular el eje longitudinal del brazo. Tendremos cuidado para no comprimir la zona con la cinta. Tras realizar la lectura y sin mover la cinta marcaremos el nivel de los puntos de referencia del pliegue bíceps en la cara anterior del brazo y del pliegue tríceps en la cara posterior.

c) Revisión literatura

Otros autores toman como referencia el olécranon del cúbito, prominencia dorsal del codo, en lugar del radial. El nivel medio se marca entre el punto acromial y el olécranon con el codo flexionado a 90 grados y posteriormente se mide el brazo con el codo extendido ⁷. Debido a que es una medida que sirve para valorar el desarrollo músculo-esquelético deberemos tomar el lado dominante.

d) Datos estadísticos de la muestra

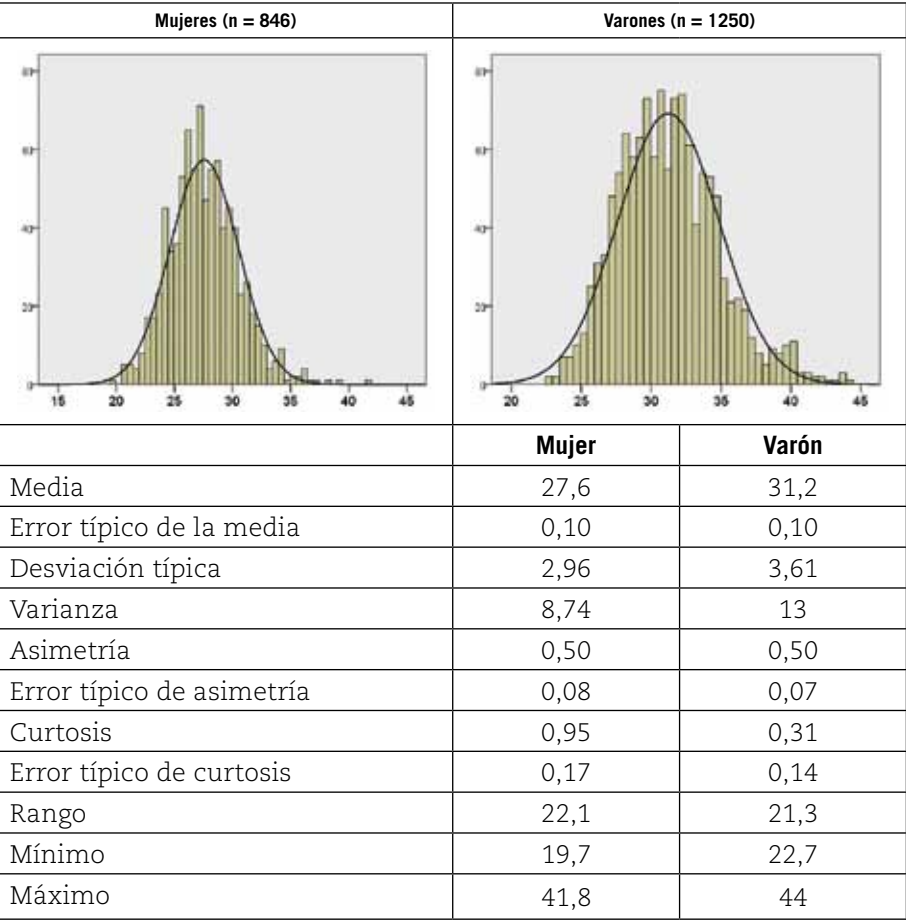


Gráfico 12. Distribución variable perímetro del brazo.

2.2.2.9 Perímetro del brazo flexionado y contraído

a) Definición

El perímetro del brazo flexionado y contraído es la mayor circunferencia obtenida durante la máxima contracción activa de la musculatura del brazo estando el hombro y el codo flexionados. Es una medida que indica el grado de desarrollo muscular de la zona y se utiliza en el cálculo del componente mesomórfico del somatotipo. El material empleado es una cinta antropométrica. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.

b) Técnica



El sujeto estará de pie, con el hombro en flexión de 90°, el codo flexionado con el antebrazo en supinación formando con el brazo un ángulo de 45 grados. El técnico se sitúa lateralmente al brazo a medir. Pasaremos el cabo suelto de la cinta sobre la prominencia que forma el bíceps, en la cara anterior del brazo y lo recogeremos

de forma que el cruce con el otro extremo de la cinta quede a nivel de nuestra vista y tras indicar al sujeto que realice la contracción máxima del músculo bíceps, “saca la máxima bola” y que la mantenga durante unos segundos, mediremos a diferentes niveles buscando el máximo perímetro, pudiendo volver a animar al sujeto para asegurarnos que la contracción es máxima. La cinta quedará perpendicular al eje longitudinal y podemos ayudarnos de los dedos para evitar que queden huecos entre la cinta antropométrica y el brazo, en la zona que no visualizamos.

c) Revisión literatura

Otros autores permiten que el sujeto se ayude con el otro brazo para realizar la contracción muscular contra-resistencia. Existe cierta controversia en relación a si la medición se debe realizar

en el lado derecho o en el lado izquierdo según la lateralidad del sujeto. Debido a que es una medida que sirve para valorar el desarrollo músculo-esquelético deberemos tomar el lado dominante, o mejor, medir ambos brazos y elegir el de mayor valor.

d) Datos estadísticos de la muestra

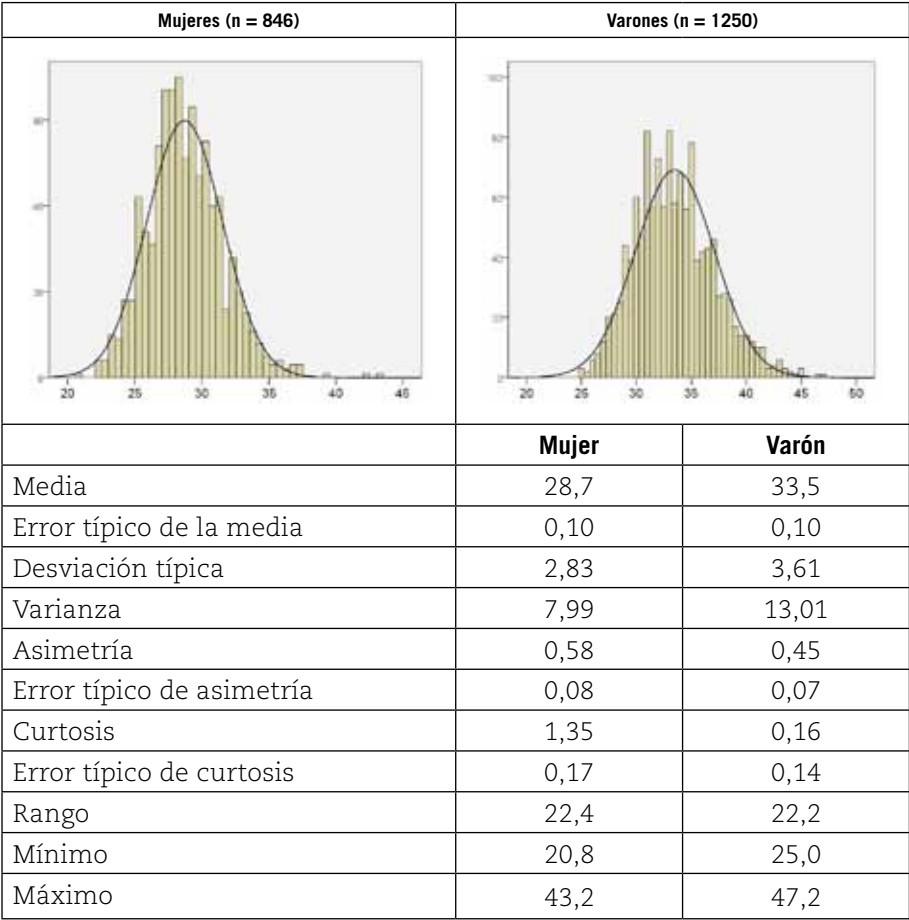


Gráfico 13. Distribución variable perímetro del brazo flexionado y contraído.

2.2.2.10 Perímetro del antebrazo

a) Definición

El perímetro del antebrazo se define como la máxima circunferencia tomada en el antebrazo cuando está relajado y en supinación. Es una medida que indica el grado de desarrollo muscular-esquelético de la zona. Su valor es utilizado para estimar la masa muscular. El material empleado es una cinta antropométrica. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.

b) Técnica



El sujeto estará de pie con el antebrazo en supinación, quedando la palma de la mano mirando hacia arriba. Situados delante del sujeto, colocaremos la cinta alrededor del antebrazo y realizaremos el cruce de la cinta pasando la caja a la mano derecha y el cabo a la mano izquierda, de

forma que el lado de la caja quede por arriba y la marca del cero por debajo. Mediremos a diferentes niveles buscando el máximo perímetro, bajando desde la flexura del codo en dirección distal. La cinta quedará perpendicular al eje longitudinal y podemos ayudarnos de los dedos para evitar que queden huecos entre la cinta y el antebrazo. Tendremos cuidado para no comprimir la zona con la cinta.

c) Revisión literatura

Algunos autores indican que la medición se realice inmediatamente distal a la articulación del codo ⁶, otros recomiendan que el nivel de la medición esté dentro de los 6 cm distales al radiale, pero ésto es relativo ya que dependerá de la longitud total del antebrazo. Lo que debemos buscar es donde la circunferencia es máxima, por el mayor volumen muscular que según la modalidad deportiva se localizará más proximal o distal a la flexura del codo. En ciertos estudios de composición corporal se mide el

pliegue cutáneo del antebrazo, el cual se tomará a este nivel. Debido a que es una medida que sirve para valorar el desarrollo músculo-esquelético deberemos tomar el lado dominante.

d) Datos estadísticos de la muestra

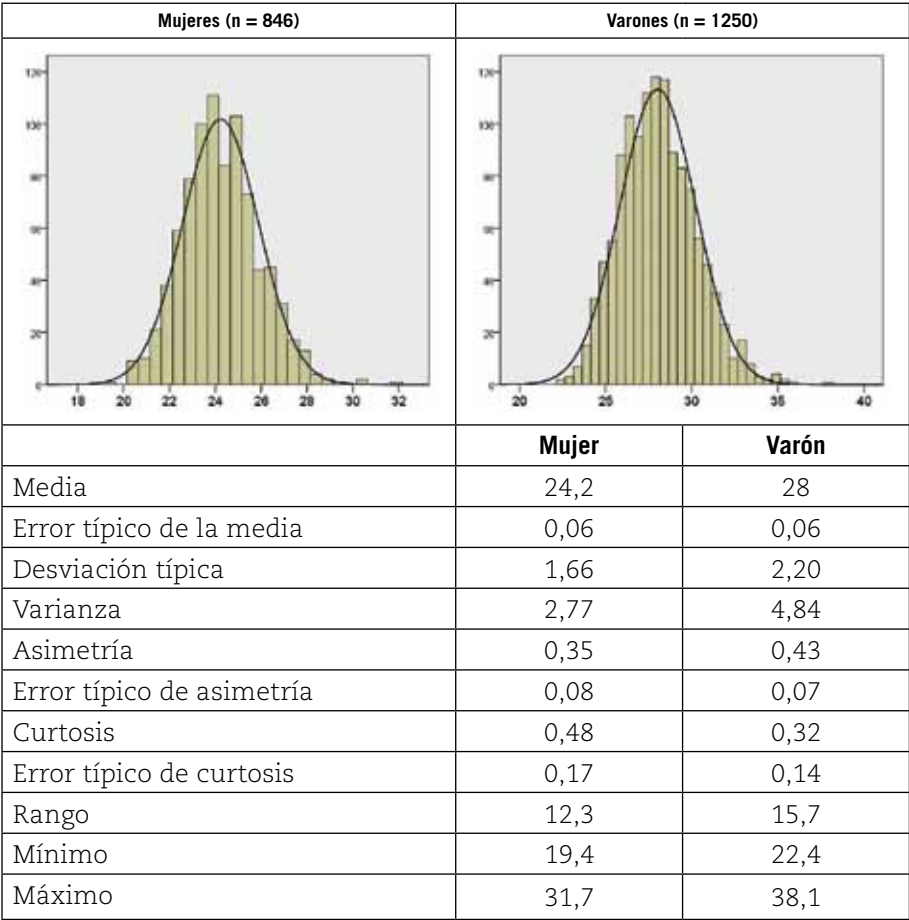


Gráfico 14. Distribución variable perímetro del antebrazo.

2.2.2.11 Perímetro de la muñeca

a) Definición

El perímetro de la muñeca es la mínima circunferencia tomada por debajo de las apófisis estiloides de cúbito y de radio. Esta medida es utilizada para estimar el tamaño de la estructura corporal junto con la estatura y en estudios de composición corporal para estimar el componente óseo. El material empleado es una cinta antropométrica. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.

b) Técnica



El sujeto estará de pie con el antebrazo supinado, quedando la palma de la mano mirando hacia arriba. Tanto el antebrazo como la mano deberán estar relajados. El técnico situado delante del sujeto, colocará la cinta alrededor de la muñeca, y realizará el cruce de la cinta pasando la caja a la mano derecha y el cabo a la mano izquierda, de forma que el lado de la caja quede por arriba y la marca del cero por debajo, donde se efectúa la lectura. Mediremos buscando el mínimo perímetro por debajo de las apófisis estiloides. La cinta quedará perpendicular al eje longitudinal y tendremos cuidado para no comprimir la zona. Para localizar las referencias óseas podemos palpar con el dedo índice o medio de cada mano. Si en nuestro protocolo están incluidas las longitudes de la extremidad superior, tendremos marcado el stylium, que es el punto más distal del proceso estiloides del radio. La cinta métrica nos quedará por tanto inmediatamente inferior a esta señalización. Si hemos medido el antebrazo, la medición de la muñeca se realizará a continuación, soltando ligeramente el cruce y deslizando la cinta sin quitarla de alrededor del antebrazo hasta el nivel requerido.

c) Revisión literatura

En algunos estudios la medición próxima a los procesos estiloides se la ha denominado mínima circunferencia de antebrazo ⁷.

d) Datos estadísticos de la muestra

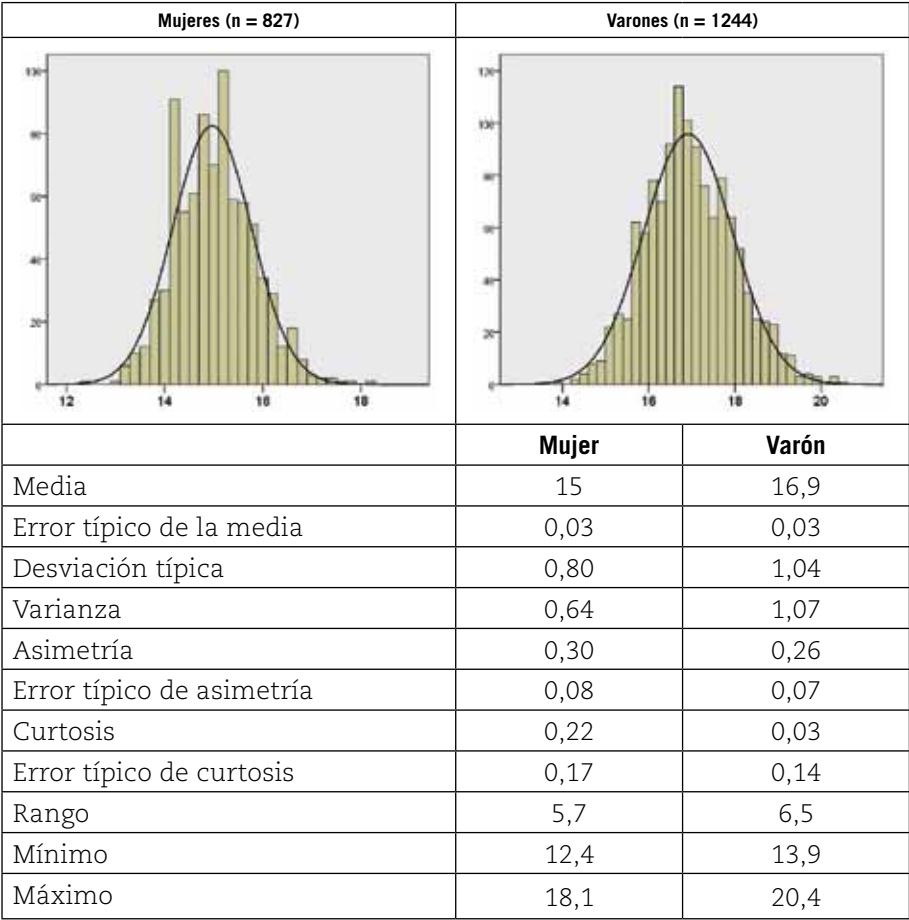


Gráfico 15. Distribución variable perímetro de la muñeca.

2.2.2.12 Perímetro del muslo medio

a) Definición

El perímetro del muslo medio es la circunferencia del muslo tomada en el punto equidistante entre el pliegue inguinal y el borde superior de la rótula. Esta medida es utilizada para estimar el desarrollo muscular a este nivel junto al pliegue cutáneo de muslo anterior y para el cálculo de la masa muscular. El material empleado es una cinta antropométrica. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.



b) Técnica

El sujeto se situará de pie, sobre una banqueta para facilitarnos la medición, con los pies ligeramente separados y el peso distribuido por igual en ambas piernas. Situados lateralmente, colocaremos la cinta alrededor del nivel que previamente hemos marcado. Realizamos el cruce de la cinta pasando la caja a la mano derecha y el cabo a la mano izquierda, de forma que el lado de la caja quede por arriba y la marca del cero por debajo, donde realizaremos la lectura. La cinta quedará perpendicular al eje longitudinal y tendremos cuidado para no comprimir la zona. La marca la señalizamos con el sujeto sentado, cadera y rodilla en flexión de 90 grados, en el punto medio entre el pliegue inguinal, formado en

la unión del tronco con el muslo, y el polo superior de la rótula, siguiendo el eje longitudinal medio del muslo.

c) Revisión literatura

En el muslo se describen tres perímetros: el superior, se toma un centímetro por debajo del pliegue glúteo, considerándose que es donde toma su máximo valor; el medio; y el inferior, por encima de la rótula que se considera como el valor mínimo del muslo. En cuanto al perímetro de muslo medio, la ISAK recomienda otra técnica distinta

a la comentada, ya que el punto medio del muslo es marcado entre trocánter (punto superior del trocánter mayor del fémur) y tibial lateral (punto superior de la cara lateral de la cabeza tibial). Debido a que es una medida que sirve para valorar el desarrollo músculo-esquelético deberemos tomar el lado dominante.

d) Datos estadísticos de la muestra

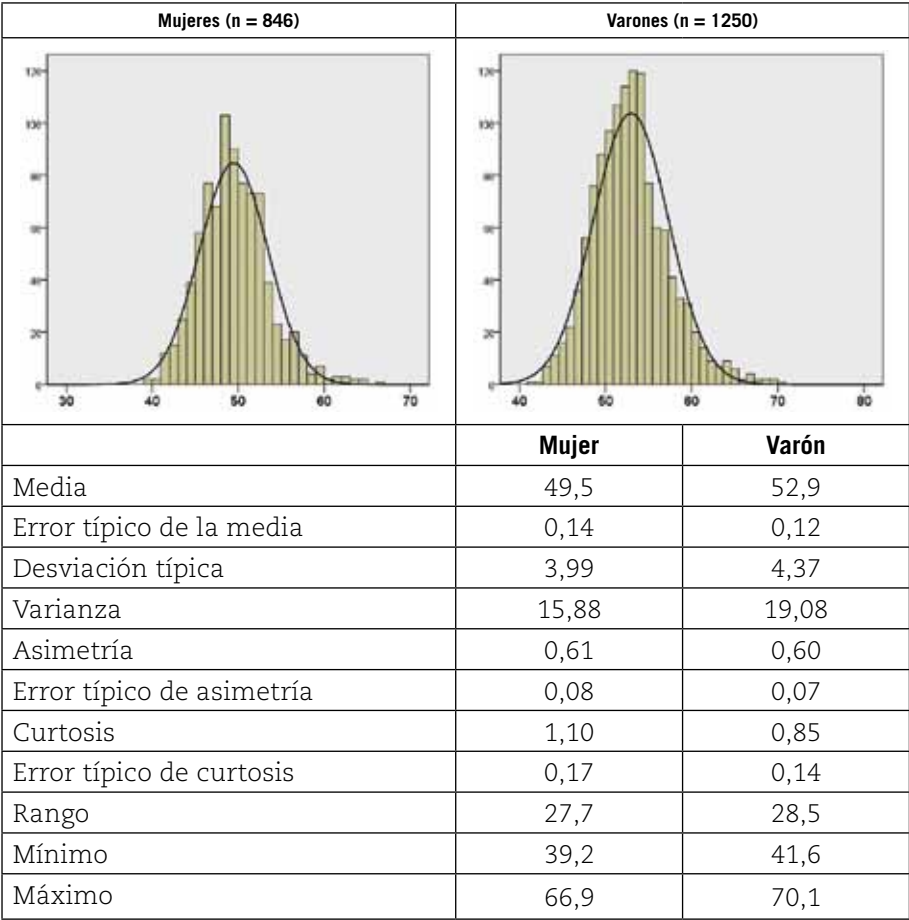


Gráfico 16. Distribución variable perímetro del muslo medio.

2.2.2.13 Perímetro de la pierna

a) Definición

El perímetro de la pierna se define como la máxima circunferencia tomada en la pierna cuando esta se encuentra relajada. También se le denomina perímetro de pierna máxima y perímetro de la pantorrilla. Esta medida es utilizada para estimar el desarrollo muscular a este nivel junto al pliegue cutáneo de pierna medial. También para el cálculo de masa muscular y del componente mesomórfico del somatotipo. El material empleado es una cinta antropométrica. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.

b) Técnica



El sujeto estará de pie con los pies ligeramente separados y apoyando el peso por igual en ambas piernas. Para facilitar la medición diremos al sujeto que se sitúe sobre la banqueta. Situados lateralmente al sujeto pasaremos la cinta alrededor de la pierna, de forma que quede perpendicular a su eje longitudinal. Realizamos el cruce de la cinta pasando la caja a la mano derecha y el cabo a la mano izquierda, de forma que el lado de la caja quede por arriba y la marca del cero por debajo, donde realizaremos la lectura. Mediremos a diferentes niveles buscando el máximo perímetro, bajando desde la rodilla en dirección distal. Al realizar esta medición aprovecharemos para marcar la señal correspondiente al pliegue cutáneo de pierna medial que se tomará a este nivel, en su parte más medial. Si esta medida se tomara a continuación de la de muslo medio, sin soltar la cinta, bajaremos desde ese nivel a la zona de la pierna.

c) Revisión literatura

Algunos autores recomiendan que la separación entre los pies sea de unos 20 cm. Cuando se toma con el sujeto tumbado, se flexionará la rodilla 90 grados y si está sentado las piernas colgarán libremente ⁷. Debido a que

es una medida que sirve para valorar el desarrollo músculo-esquelético deberemos tomar el lado dominante.

d) Datos estadísticos de la muestra

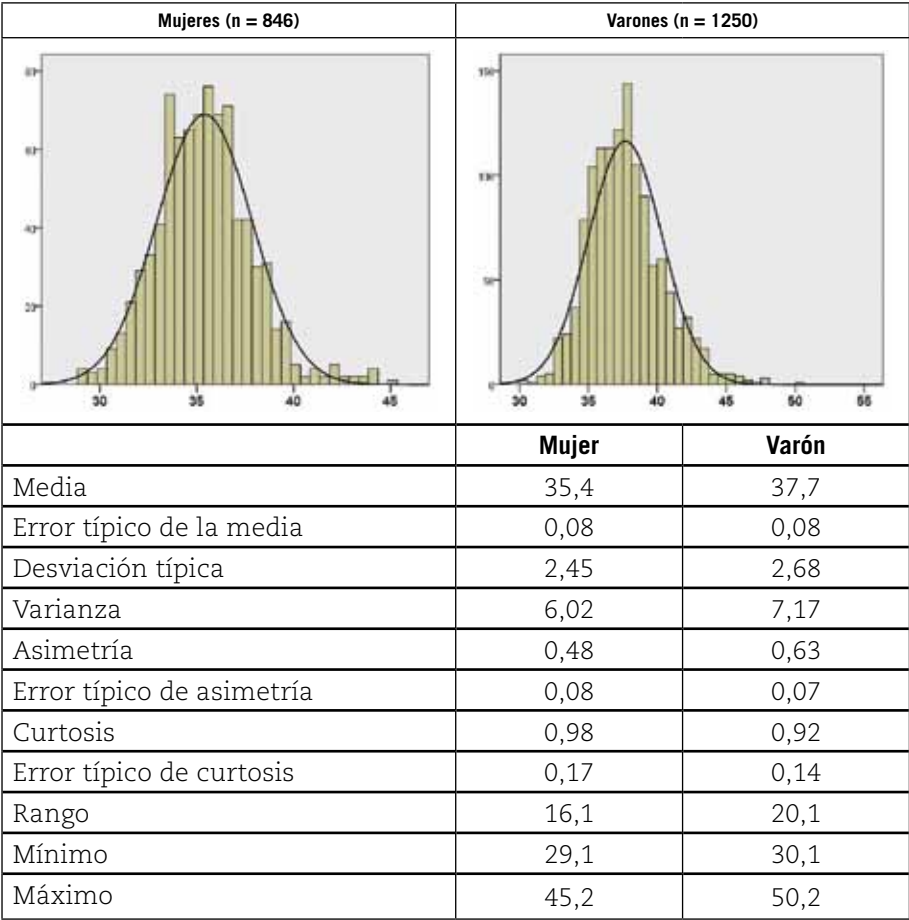


Gráfico 17. Distribución variable perímetro de la pierna.

2.2.2.14 Perímetro del tobillo

a) Definición

El perímetro del tobillo se define como la mínima circunferencia de la pierna tomada inmediatamente superior a los maléolos tibial y maleolar. Esta medida es utilizada para estimar el tamaño de la estructura corporal y en estudios de composición corporal para estimar el componente óseo. El material empleado es una cinta antropométrica. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.



b) Técnica

El sujeto estará de pie con los pies ligeramente separados y apoyando el peso por igual en ambas piernas. Para facilitar la medición diremos al sujeto que se sitúe sobre la banqueta. Situados a la derecha del sujeto pasaremos la cinta alrededor de la pierna, a la altura del tobillo, de forma que quede perpendicular a su eje longitudinal, mediremos a diferentes niveles buscando el mínimo perímetro, por encima de los maléolos tibial y maleolar. Realizamos el cruce de la cinta pasando la caja a la mano derecha y el cabo a la mano izquierda, de forma que el lado de la caja quede por arriba y la marca del cero por debajo, donde realizaremos la lectura.

c) Revisión literatura

En caso de no tomar la medida con el sujeto en bipedestación, debe tenerse en cuenta el grado de dorsiflexión del tobillo y el estado de contracción de los músculos de la pierna que pueden incrementar el valor de la medición. Otros autores determinan el perímetro de forma que el borde superior de la cinta quede sobre la prominencia del maléolo medial⁷. La medida del perímetro del tobillo ha sido utilizada de forma indirecta sustituyendo al diámetro bimalleolar del tobillo cuando este no era incluido en los protocolos antropométricos.

d) Datos estadísticos de la muestra

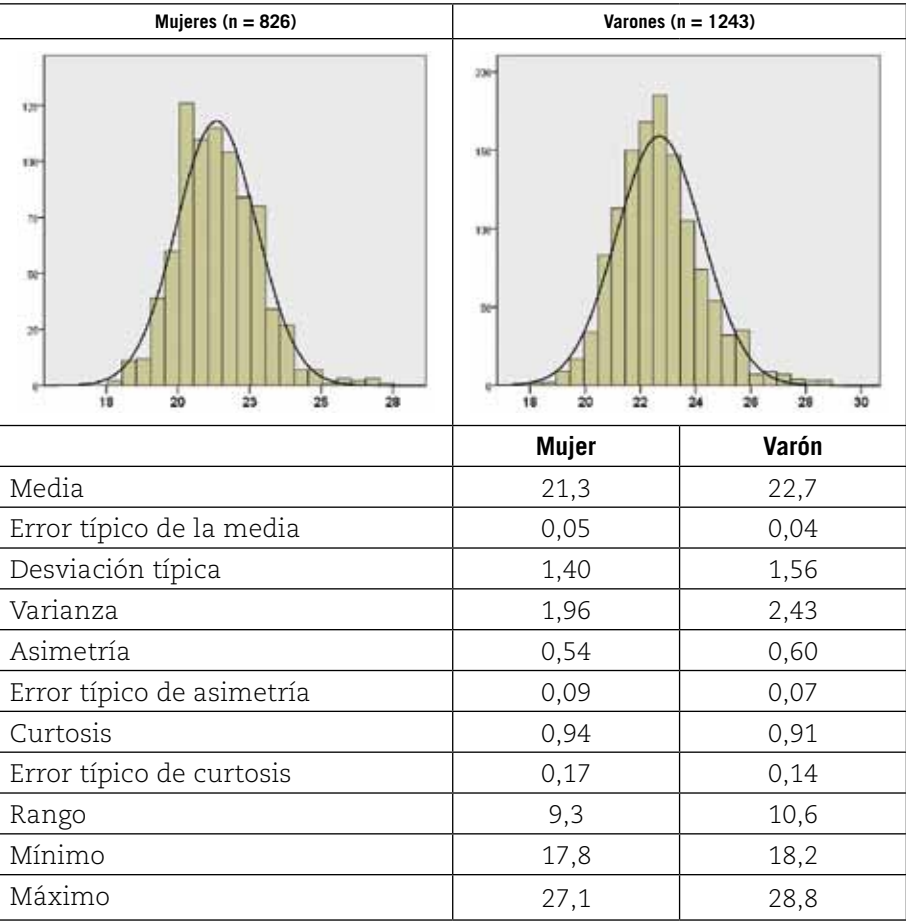


Gráfico 18. Distribución variable perímetro del tobillo.

2.2.3 Diámetros óseos

El diámetro óseo es la distancia tomada en proyección entre dos puntos óseos de referencia. Los diámetros tomados tanto a nivel de tronco como de extremidades, nos van a definir el tamaño y forma de la estructura ósea. Los incluidos en el estudio son: biacromial, biiliocrestal, transverso de tórax, antero-posterior de tórax, biepicondíleo de húmero, biestiloideo de muñeca, bicondíleo de fémur y bimaleolar de tobillo. En relación al protocolo de la ISAK su perfil completo no contiene los diámetros de muñeca ni de tobillo y tradicionalmente figura la longitud del pie dentro de este apartado por medirse de forma similar. También se les denomina anchos y anchuras.

En el estudio antropométrico los diámetros óseos pueden ser valorados directamente o mediante índices de proporcionalidad. También intervienen en ecuaciones de composición corporal, para determinar el componente óseo y componente residual y en el cálculo del somatotipo.

En ciertos deportes, los atletas conseguirán mejores resultados cuando su constitución se corresponda a un modelo determinado. Un ejemplo conocido es el de los nadadores, unos hombros anchos (diámetro biacromial) y unas caderas estrechas (diámetro biiliocrestal) facilitarán el avance dentro del agua.

Para su medición se utiliza diferente instrumental: los diámetros de extremidades se miden con un paquímetro o calibrador óseo pequeño y los de tronco con un antropómetro con las dos ramas rectas acopladas, excepto en caso del diámetro antero-posterior de tórax que se requiere de ramas curvas, ramas en forma de L o de un antropómetro específico, denominado antropómetro grande de ramas curvas. Cuando la zona lo requiera se ha de aplicar una presión firme para comprimir los tejidos blandos.

Figura 6. Paquímetro o nonio corredero. Marca Holtain (0 - 140mm).



Figura 7. Antropómetro GPM. Siber Hegner (0 - 950 mm).



Figura 8. Antropómetro GPM grande de ramas curvas y puntas romas. Siber Hegner (0 - 600 mm).



2.2.3.1 Diámetro biacromial

a) Definición

El diámetro biacromial se define como la distancia tomada en proyección entre los procesos acromiales de cada articulación acromio-clavicular. Este diámetro representa la anchura de la cintura escapular. Es utilizado en estudios de composición corporal para el cálculo del peso residual y en proporcionalidad para determinar la forma del tronco. El material empleado es el antropómetro, con las dos ramas rectas acopladas. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.

b) Técnica



El sujeto se coloca de pie, el tronco recto, hombros relajados y los brazos colgando libremente a los lados del cuerpo y el peso distribuido por igual en ambas piernas. El técnico se coloca detrás del sujeto, y se localizarán con el dedo índice de cada mano el punto más lateral de los procesos acromiales de la escápula

derecha e izquierda. Después se sustituyen los dedos por las ramas del antropómetro, colocándolas de forma firme para que contacten con el punto a medir. El antropómetro debe formar un ángulo de 45 grados con la horizontal.

c) Revisión literatura

Algunas referencias indican que se deben tener los talones juntos y al relajar los hombros dejarlos caer hacia abajo y ligeramente hacia delante para obtener la máxima lectura ⁷. También se aconseja que el antropometrista relaje la zona palpando desde la base del cuello hacia afuera a lo largo de los hombros eliminando cualquier tensión.

d) Datos estadísticos de la muestra

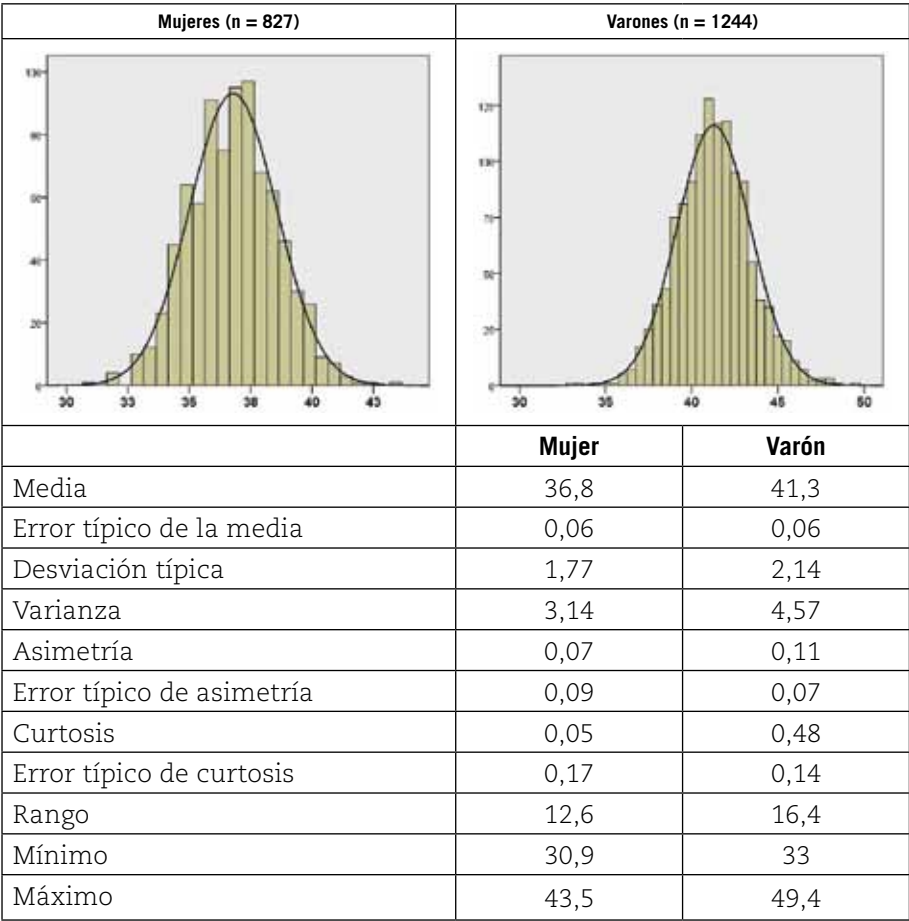


Gráfico 19. Distribución variable diámetro biacromial.

2.2.3.2 Diámetro biiliocrestal

a) Definición

El diámetro biiliocrestal se define como la distancia tomada en proyección entre los puntos más laterales del borde superior del ala del ilion o cresta iliaca. También se denomina diámetro: bicrestídeo, biliaco, transverso pélvico y pélvico. Este diámetro representa la anchura de la cintura pélvica. Es utilizado en composición corporal para calcular el peso residual y en proporcionalidad para determinar la forma del tronco. El material empleado es el antropómetro, con las dos ramas rectas acopladas. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.



b) Técnica

El antropometrista situado por detrás del sujeto que estará de pie y con los talones juntos, localizará ambos puntos con el dedo índice de cada mano. Para facilitar la localización cuando hay mucho tejido blando, puede iniciarse más anteriormente la palpación de la pelvis,

sobre la espina iliaca antero-superior y recorrer hacia atrás el borde superior del ala del ilion o cresta iliaca, hasta la línea medio axilar. Posteriormente colocará con presión firme las ramas del antropómetro sobre los puntos de referencia. El antropómetro formará un ángulo de 45 grados con la horizontal.

c) Revisión literatura

Otros puntos de referencia citados son: procesos de la cresta iliaca; tubérculos iliacos; puntos iliocrestales; espina iliaca antero-superior. ISAK mide accediendo desde posición anterior ⁸; nosotros como otros autores preferimos medir desde la región posterior; si el punto de referencia es el mismo, el lugar desde donde se acceda no debería alterar la medición. También se ha aconsejado que los pies estén separados unos 5 cm para

facilitar la estabilidad del sujeto y aconsejan que los brazos se crucen sobre el pecho para no interferir con la medición. En cuanto a la presión de las ramas sobre el tejido blando hay también diferencias, en obesos será mayor, pero hay quien considera que siempre debe ser ligera ⁷.

d) Datos estadísticos de la muestra

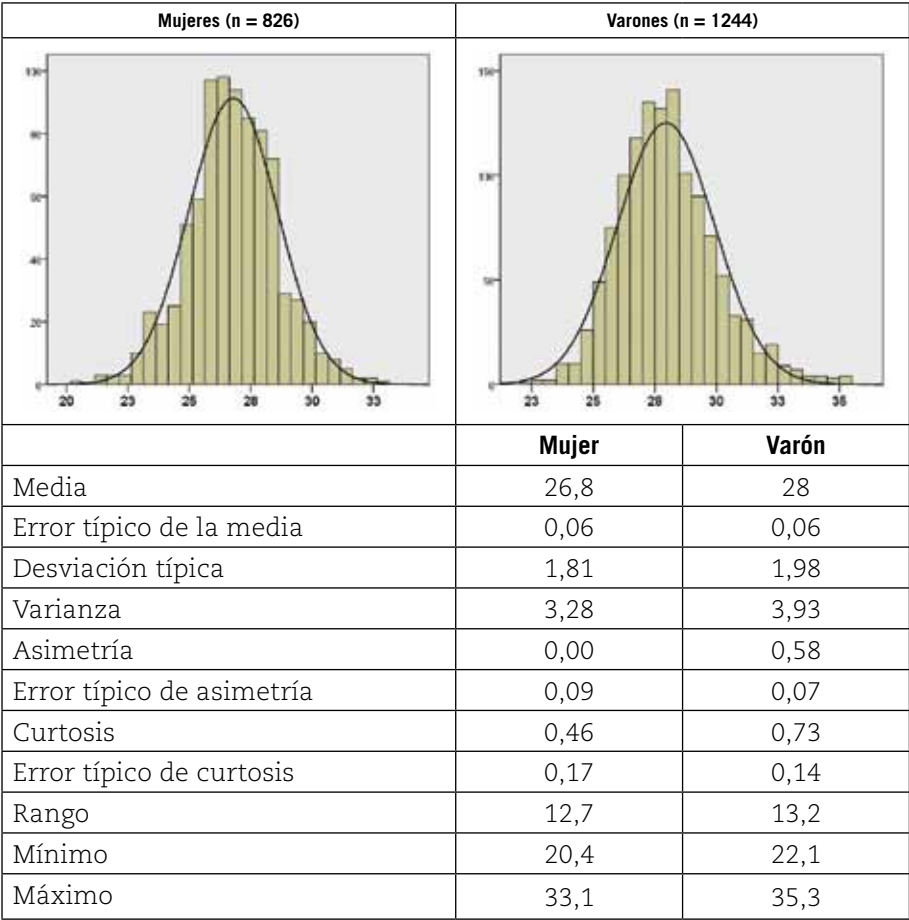


Gráfico 20. Distribución variable diámetro biiliocrestal.

2.2.3.3 Diámetro transverso del tórax

a) Definición

El diámetro transverso del tórax se define como la distancia tomada en proyección entre los puntos más laterales del tórax, situados en un plano horizontal al nivel mesoesternal. Suele corresponderse a la sexta costilla en la línea medio axilar. También se denomina diámetro laterolateral de tórax y anchura del tórax. Representa el ancho de la caja torácica, es decir el desarrollo óseo, visceral y muscular del tórax. Es utilizado en composición corporal para calcular el peso residual y en proporcionalidad para determinar la forma del tórax. El material empleado es el antropómetro, con las dos ramas rectas acopladas. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.

b) Técnica



El sujeto puede estar de pie o sentado, con el tronco recto. Para facilitar la colocación de las ramas, el sujeto abducirá ligeramente los brazos. El antropometrista se sitúa delante del sujeto y coloca el antropómetro, de forma que el borde superior del segmento del antropómetro quede a nivel de la marca

mesoesternal (nivel marcado previamente sobre el esternón a nivel de la cuarta articulación condroesternal), orientándolo de arriba hacia abajo unos 30 grados con la horizontal. Las ramas se situarán sobre el reborde costal, en la línea medio axilar y se evitará que se deslicen al espacio intercostal. La lectura se realiza al final de una espiración normal y una vez que el sujeto vuelva a colocar los brazos a lo largo del cuerpo.

c) Revisión literatura

Otras referencias citadas son: a nivel de las mamilas, apéndice xifoides, borde más alto axilar; y nivel donde se registre el valor máximo. Otros

autores miden con el antropómetro grande de ramas curvas y lo sitúan en un plano horizontal. En cuanto a la fase respiratoria se han descrito los diámetros en máxima inspiración y espiración, pudiendo dar la media de ambos como valor del diámetro ⁷.

d) Datos estadísticos de la muestra

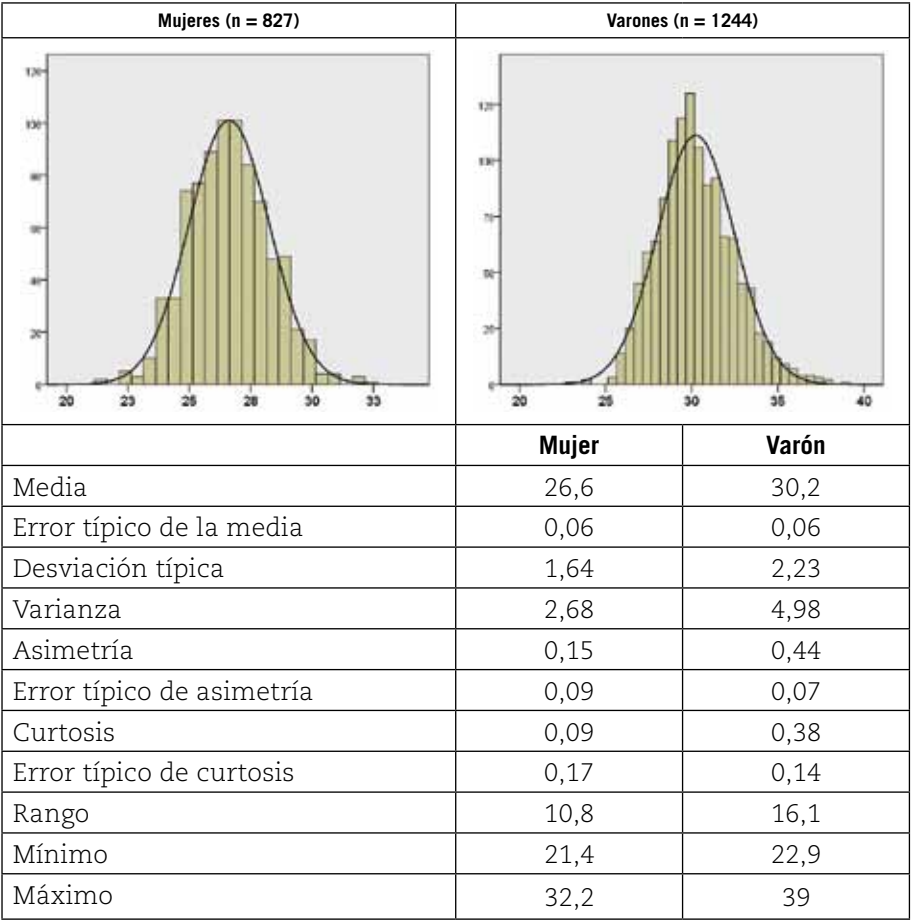


Gráfico 21. Distribución variable diámetro transverso del tórax.

2.2.3.4 Diámetro antero-posterior del tórax

a) Definición

El diámetro antero-posterior del tórax es la distancia tomada en proyección entre el punto mesoesternale en la parte anterior y la apófisis espinosa de la vertebra torácica situada al mismo nivel en la parte posterior. También se le denomina profundidad de tórax. Junto al diámetro transverso del tórax representa el tamaño de la caja torácica. Es utilizado en composición corporal para calcular el peso residual y en proporcionalidad para determinar la forma del tórax. El material empleado para su medición es el antropómetro grande de ramas curvas con puntas redondas, o bien acoplando unas ramas curvas o interiores al antropómetro. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.



b) Técnica

El sujeto estará sentado, con el tronco recto y los brazos relajados. El antropometrista se sitúa a la derecha del sujeto y coloca la rama anterior del antropómetro a nivel de la marca mesoesternal (cuarta articulación condroesternal) y la otra se sitúa por detrás en la

apófisis espinosa de la vértebra situada al mismo nivel, sujetándolas entre índice y pulgar. El antropómetro se eleva de forma que quede por encima del hombro derecho y esté angulado de arriba hacia abajo. La presión debe ser muy ligera, ya que a este nivel apenas hay tejido blando. Lectura se realiza al final de una espiración normal.

c) Revisión literatura

Otros puntos de referencia citados son: en el plano posterior la línea interescapular; en el plano anterior a nivel de las mamilas ⁷. Como en el resto de las medidas del tórax, influye la fase respiratoria en la que se toma la medida. se han descrito los diámetros en máxima inspiración y espiración, pudiendo dar la media de ambos como valor del diámetro.

d) Datos estadísticos de la muestra

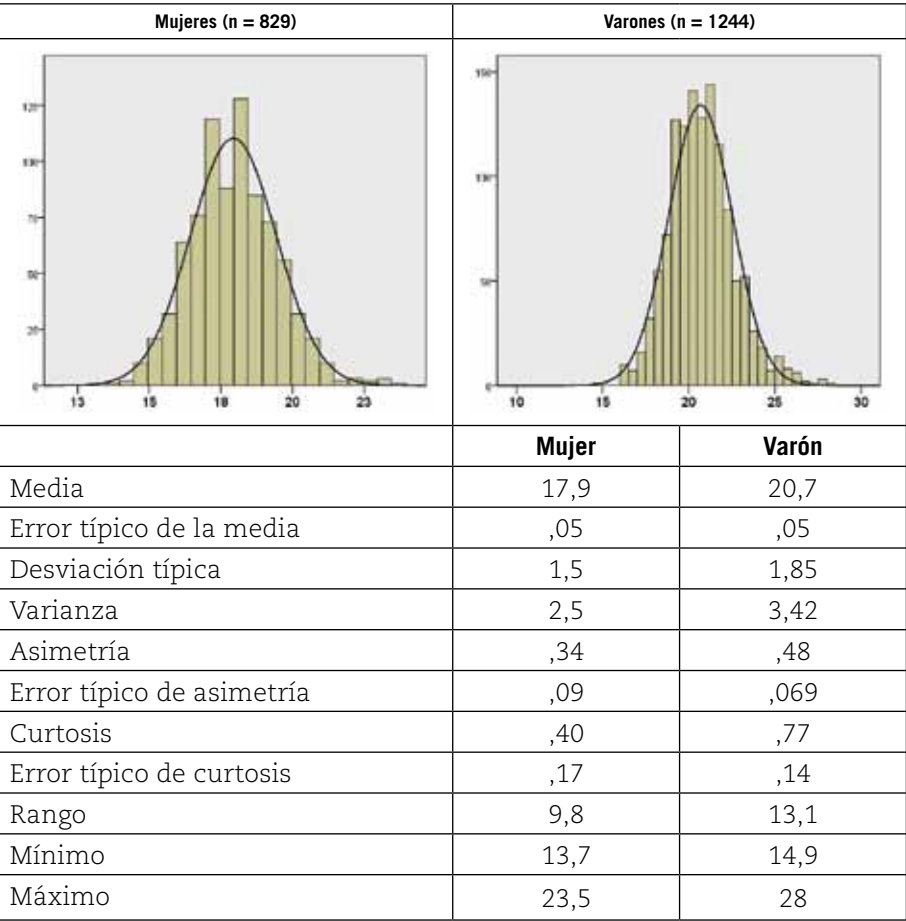


Gráfico 22. Distribución variable diámetro antero-posterior del tórax.

2.2.3.5 Diámetro biepicondíleo del húmero

a) Definición

El diámetro biepicondíleo del húmero es la distancia tomada en proyección entre los epicóndilos medial y lateral del húmero. Representa la anchura o diámetro del codo. Esta medida es utilizada para estimar el tamaño corporal, la masa ósea y para el cálculo del componente mesomórfico del somatotipo. El material empleado es el paquímetro o calibrador óseo pequeño tipo vernier. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.

b) Técnica



El sujeto de pie o sentado, con el brazo levantado hacia delante hasta la horizontal y antebrazo flexionado en ángulo recto en relación al brazo. El dorso de la mano del sujeto mira hacia el antropometrista. Situados frente al sujeto, se realiza la palpación con el tercer dedo de cada mano de los puntos de referencia, epicóndilos lateral y medial y se sustituyen por las ramas del paquímetro o calibrador óseo. Se le dirige hacia arriba orientándole unos 45 grados sobre la horizontal, pudiendo quedar ligeramente oblicuo, al estar el epicóndilo medial más distal que el lateral. Daremos el valor obtenido más alto. La presión será firme sobre los puntos para disminuir la influencia del tejido blando.

c) Revisión literatura

Se le denomina también diámetro bicondilar del húmero ⁶, pero es más correcto biepicondilar ya que los puntos de referencia son los epicóndilos. Los epicóndilos medial y lateral del húmero son fácilmente palpables y visibles con el codo flexionado. Al epicondileo medial también se le denomina epitróclea.

d) Datos estadísticos de la muestra

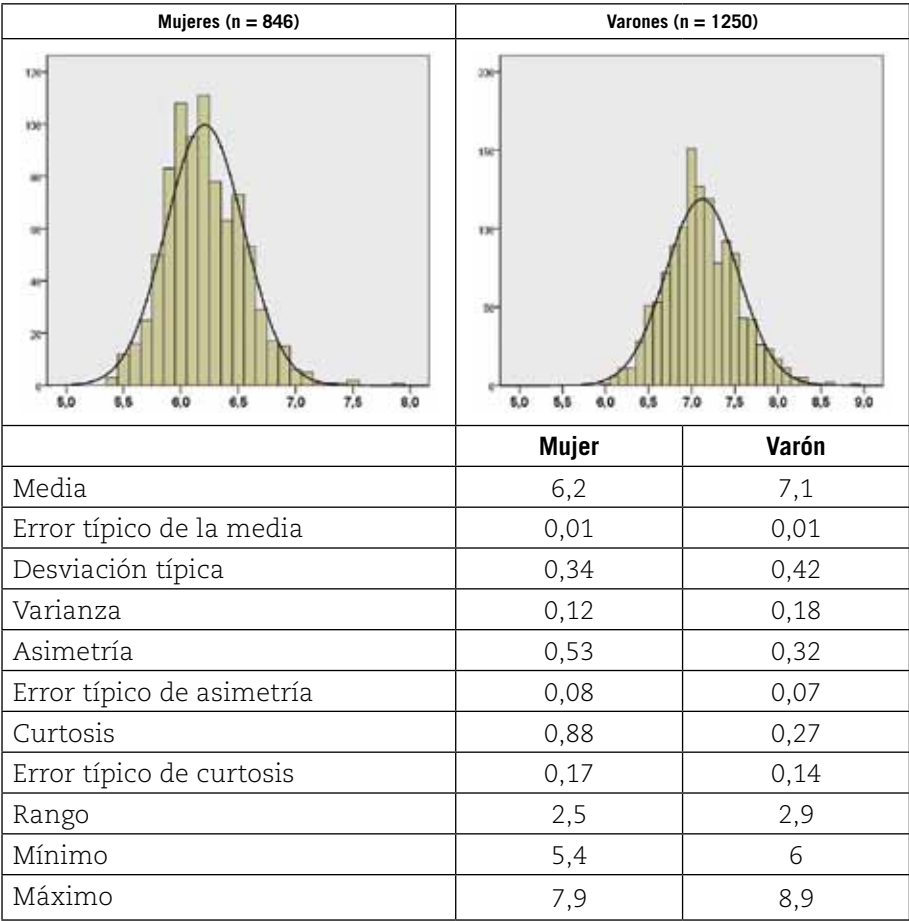


Gráfico 23. Distribución variable diámetro biepicondíleo del húmero.

2.2.3.6 Diámetro biestiloideo de la muñeca

a) Definición

El diámetro biestiloideo de la muñeca es la distancia tomada en proyección entre las apófisis estiloides del cúbito y del radio. Representa la anchura o diámetro de la muñeca. Esta medida es utilizada para estimar el tamaño corporal y para el cálculo de la masa ósea. El material empleado es el paquímetro o calibrador óseo pequeño tipo vernier. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.



b) Técnica

Sujeto de pie o sentado, con el codo en flexión, antebrazo en pronación, quedando el dorso de la mano mirando hacia el técnico y la muñeca en flexión con la mano relajada. El antropometrista se coloca delante del sujeto, y tras localizar en las referencias óseas, apófisis estiloides, los margenes más lateral y medial respectivamente con los dedos medios de cada mano, los sustituye por las ramas del calibrador, orientándolo unos 45 grados sobre la horizontal y aplicando firme presión. La distancia puede ser ligeramente oblicua, al estar la apófisis estiloidea del radio más distal que la del cúbito.

c) Revisión literatura

Este diámetro no figura dentro del protocolo completo de la ISAK. Algunos autores le denominan anchura radio-cubital y no la identifican como la anchura de la muñeca ⁶. La distancia se mide a las tangentes de los procesos estiloides, puntos más medial y lateral respectivamente y no a la zona más protuberante de estos. También se ha descrito la medición con un calibrador de ramas curvas pequeño ⁷.

d) Datos estadísticos de la muestra

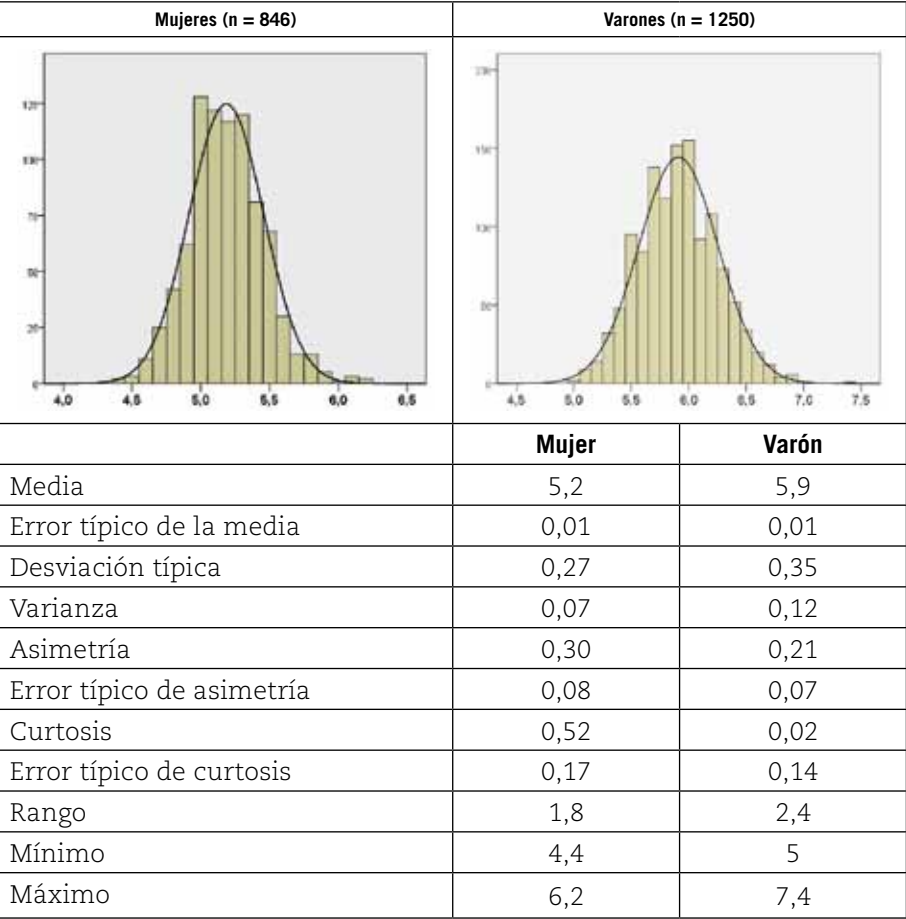


Gráfico 24. Distribución variable diámetro biestiloideo de la muñeca.

2.2.3.7 Diámetro bicondíleo del fémur

a) Definición

El diámetro bicondíleo del fémur es la máxima distancia tomada en proyección entre los cóndilos femorales. Representa la anchura o diámetro de la rodilla. Esta medida es utilizada para estimar el tamaño corporal y para el cálculo de la masa ósea y del componente mesomórfico del somatotipo. El material empleado es el paquímetro o calibrador óseo pequeño tipo vernier. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.

b) Técnica



Sujeto sentado, con la pierna flexionada a nivel de la rodilla en ángulo recto con el muslo. El antropometrista colocado frente al sujeto, palpará con los dedos índice o medio de cada mano, la zona más sobresaliente del cóndilo lateral y medial respectivamente, buscando la máxima distancia entre ambos puntos. Después se

sustituyen los dedos por las ramas del calibrador, que se orientará unos 45 grados sobre la horizontal. En ocasiones hay que realizar una fuerte presión para minimizar el espesor del tejido blando, ya que a este nivel además de la grasa subcutánea se encuentra una potente musculatura.

c) Revisión literatura

Algunos autores le denominan diámetro biepicóndileo de fémur, ya que los puntos más lateral y medial de los cóndilos se conocen también como epicóndilos lateral y medial respectivamente ⁷. La medida es citada como la anchura de las partes más externas de la extremidad inferior del fémur ⁶. El sujeto puede estar en bipedestación y colocar el pie sobre una banqueta de forma que tanto la articulación de la rodilla como la cadera estén en flexión de 90 grados.

d) Datos estadísticos de la muestra

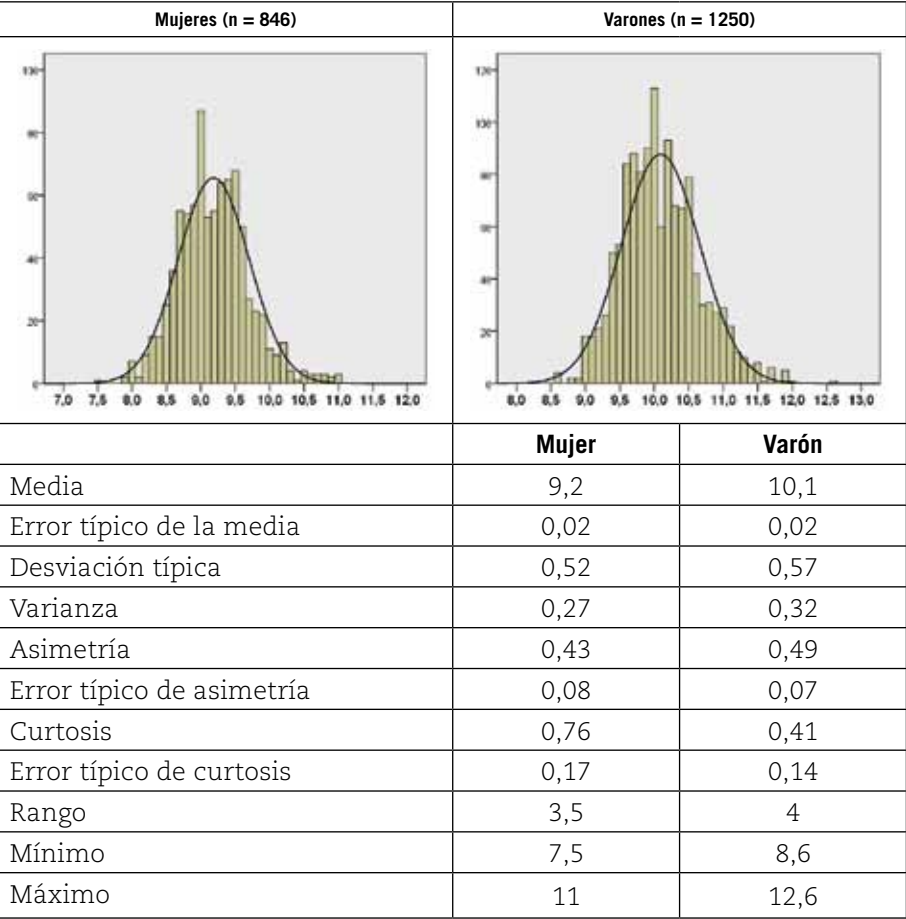


Gráfico 25. Distribución variable diámetro bicondíleo del fémur.

2.2.3.8 Diámetro bimalleolar del tobillo

a) Definición

El diámetro bimalleolar del tobillo es la máxima distancia tomada en proyección entre los maléolos lateral y medial del peroné y de la tibia respectivamente. Representa la anchura o diámetro del tobillo. Esta medida es utilizada para estimar el tamaño corporal y para el cálculo de la masa ósea. El material empleado es el paquímetro o calibrador óseo pequeño tipo vernier. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.

b) Técnica



Sujeto de pie sobre una banqueta para facilitar la medición, con los pies ligeramente separados y el peso distribuido por igual en ambas piernas. El antropometrista situado delante del sujeto, tras localizar las referencias óseas, maléolo interno y maléolo externo, sustituye los dedos por las ramas del calibrador,

que se orientará unos 45 grados sobre la horizontal. Se debe buscar la máxima distancia, situando cada rama en la prominencia más medial del maleólo tibial (interno) y en la prominencia más lateral del maléolo peroneal (externo). El segmento del calibrador quedará perpendicular al eje longitudinal del pie.

c) Revisión literatura

Este diámetro no está incluido en el perfil completo de la ISAK. En otras referencias el técnico se sitúa por detrás del sujeto y se recomienda una distancia de separación entre los pies de unos 6 cm; la medida no cambia siempre que las referencias óseas sean las mismas; de hecho los mismo autores indican que puede medirse desde la parte anterior si no hay disponibilidad de espacio. La medición con un calibrador de ramas curvas

pequeño no es recomendada por presentar mayor dificultad ⁷. En caso de la existencia de edema y/o hematoma debe registrarse ⁶.

d) Datos estadísticos de la muestra

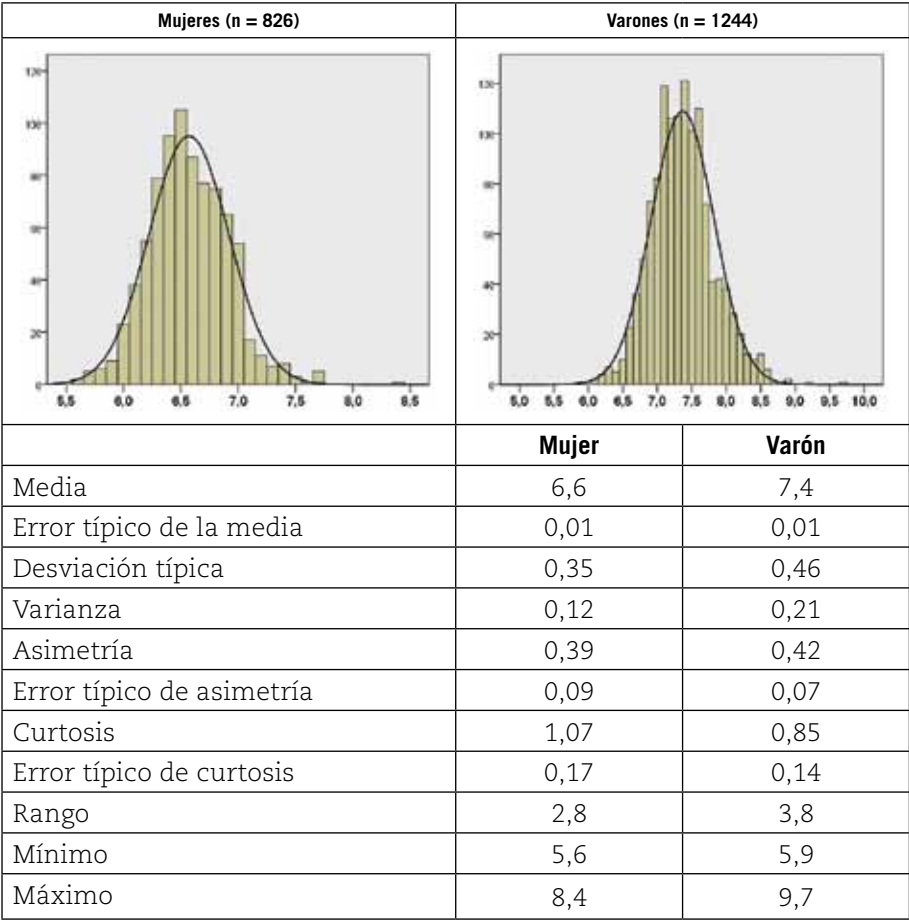


Gráfico 26. Distribución variable diámetro bimalleolar del tobillo.

2.2.4 Longitudes de segmentos. Alturas

La longitud de un segmento es la distancia tomada en proyección entre dos puntos anatómicos de referencia. Hay dos métodos para medir los segmentos corporales, el directo y el derivado. En el primero, se miden las distancias entre los dos puntos de referencia, mientras que en el segundo, éstas se obtienen por sustracción de las alturas correspondientes a los puntos anatómicos. Las alturas son las distancias verticales tomadas desde el punto de referencia al plano de sustentación del sujeto.

En este apartado se incluyen las medidas de las alturas y las longitudes de los diferentes segmentos corporales. En el perfil de la ISAK figuran: acromial-radial, radial-estiloidea, medioestiloidea-dedal, altura ileoespinal, altura trocantérea, trocantérea-tibial lateral, altura tibial lateral, tibial medial-maleolo tibial. En nuestro protocolo las denominamos no por los puntos de referencia sino por el del segmento correspondiente: longitud del brazo, longitud del antebrazo, longitud de la mano, longitud del muslo, longitud de la pierna, longitud del pie, altura trocantérea y altura tibial. Nosotros recogemos en este apartado la longitud del pie y no incluimos la altura ileoespinal. Hay otras longitudes que no figuran en esta lista y que pueden ser de interés en algunos deportes, por ejemplo en voleibol y baloncesto se puede incluir en el protocolo la medida del alcance de mano.

Mientras que la estatura da información del tamaño global de la persona, la medición de las longitudes nos informa de la contribución específica de los distintos segmentos al total. Desde el punto de vista biomecánico, en muchos deportes, es necesario conocer la longitud de los segmentos que constituyen los vectores del movimiento. También se utilizan en el estudio de la proporcionalidad.

En clínica, algunos síndromes se caracterizan por tener un crecimiento disarmónico, con desproporción de las longitudes de las extremidades o de sus segmentos (proximal, medio o distal).

La medición se realiza con un antropómetro grande de segmentos acoplables con las ramas rectas, si no disponemos de éste se puede utilizar un segmómetro. Cuando medimos las alturas, el antropómetro debe estar perpendicular al suelo, para asegurarnos que podemos situar un pequeño nivel en el cursor o bien fijar el antropómetro en una base de sustentación que mantenga su verticalidad.

La medida se da en cm, con una precisión de 1 mm. Para algunas de las variables necesitaremos una banqueta para hacer más accesible y cómoda la medición o bien en el caso que utilicemos el segmómetro como punto de sustentación de este.

Figura 9. Antropómetro. marca GPM (0 mm - 2100 mm). Posición para determinar alturas.



Figura 10. Antropómetro marca GPM (0 mm - 950 mm). Para la longitud de segmentos posición igual que en diámetros..



2.2.4.1 Longitud del brazo

a) Definición

La longitud del brazo es la distancia tomada en proyección entre el punto acromial de la escápula y el punto radial de la cabeza del radio. También se denomina longitud del segmento acromial-radial. Esta variable indica la contribución del segmento proximal o rizomélico a la medida total del miembro superior y es utilizada en los estudios de proporcionalidad. El material empleado para su medición es un antropómetro con las dos ramas rectas. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.



b) Técnica

El sujeto se coloca de pie, con el miembro superior recto a lo largo del cuerpo y las palmas ligeramente separadas del muslo. El técnico habrá localizado y señalado previamente los punto anatómicos de referencia, acromial (punto más superior del borde lateral del proceso acromial) y radial (punto más superior del borde lateral de la cabeza del radio). Nos situamos a la derecha del sujeto y colocamos la rama fija del antropómetro en el punto acromial y se desliza la otra hasta el punto radial. El antropómetro ha de quedar en paralelo con el eje longitudinal del brazo. Podemos fijar el cursor deslizante con la mano y proceder a la lectura de forma cómoda.

c) Revisión literatura

En otros estudios el punto radial es sustituido por el olécranon y la medición se efectúa con el codo en flexión de 90 grados, antebrazo y manos en el mismo plano horizontal, y las palmas de la mano mirándose entre sí. Se coloca la rama superior del antropómetro en el punto acromial y la rama inferior en la cara posterior del olécranon ⁷, denominándose longitud hombro-codo. En caso del método indirecto, primero se mide la altura acromial (distancia del punto acromial

al plano de sustentación) y seguidamente se desciende la rama del antropómetro hasta el punto radial, donde se realiza la segunda lectura, correspondiente a la altura radial ⁹. La resta entre ambas nos da la longitud del segmento.

d) Datos estadísticos de la muestra

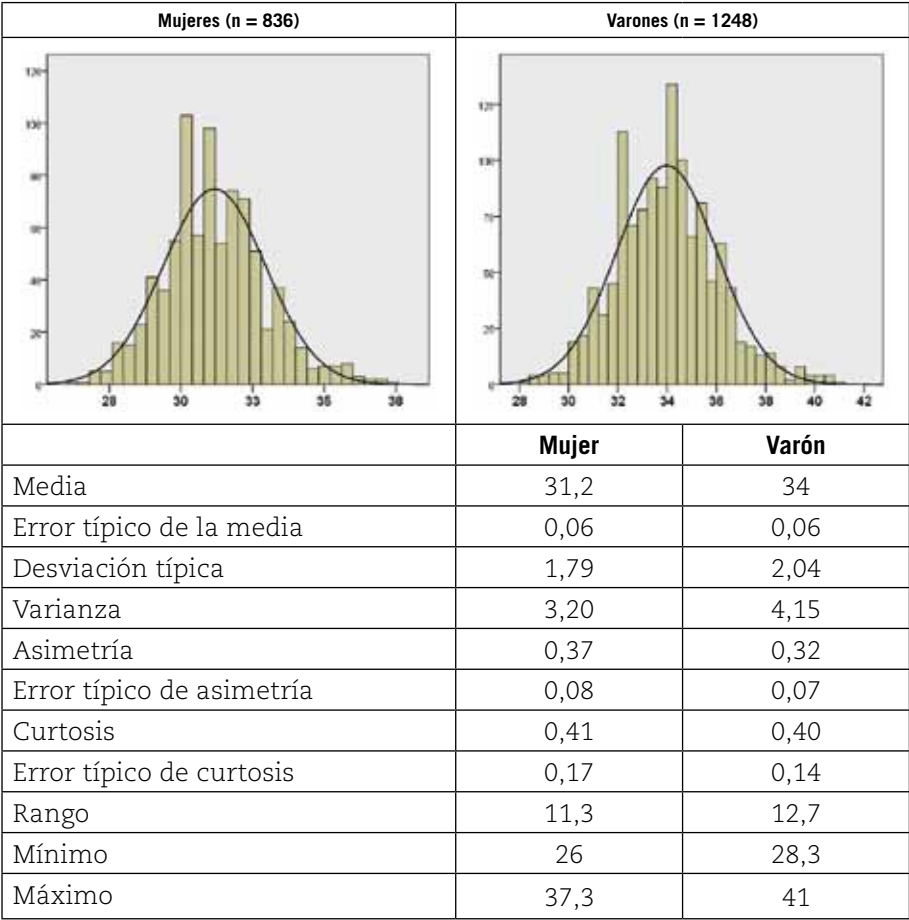


Gráfico 27. Distribución variable longitud del brazo.

2.2.4.2 Longitud del antebrazo

a) Definición

La longitud del antebrazo se define como la distancia tomada en proyección entre los puntos radial y estiloides del radio. También se denomina longitud segmentaria radial-estiloidea. Esta variable indica la contribución del segmento medio o mesomérico a la medida total del miembro superior y es utilizada en los índices de proporcionalidad. El material empleado para su medición es un antropómetro con las dos ramas rectas. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.



b) Técnica

El sujeto se coloca de pie, con el codo extendido y la palma de la mano mirando hacia delante. El técnico habrá localizado y señalado previamente los puntos anatómicos de referencia, radial (punto más superior del borde lateral de la cabeza del radio) y estiloides (punto más inferior de la apófisis estiloides del radio). Nos colocamos a la derecha del sujeto y colocamos la rama fija en el punto radial y deslizamos la otra rama hasta el punto estiloides. El antropómetro ha de quedar en paralelo con el eje longitudinal del antebrazo. Como la segunda referencia queda más anterior, se puede acortar la longitud de la rama superior del antropómetro. Podemos fijar el cursor

deslizante con la mano y proceder a la lectura de forma cómoda. Esta medida se efectuará a continuación de la variable de la longitud del brazo, después de indicar al sujeto que adopte la posición requerida.

c) Revisión literatura

En otros estudios el punto radial es sustituido por el olécranon. La medición se efectúa colocando una rama del antropómetro en la parte posterior del olécranon y la otra rama en el punto estiloides,

estando el codo en flexión de 90 grados, antebrazo y manos en el mismo plano horizontal, y las palmas de la mano mirándose entre sí⁷, denominándose longitud codo-muñeca. En el método indirecto, primero se mide la altura radial (distancia del punto radial al plano de sustentación) y seguidamente se desciende la rama del antropómetro hasta el punto estiloides, donde se realiza la lectura⁹. La resta entre ambas nos da la longitud del segmento.

d) Datos estadísticos de la muestra

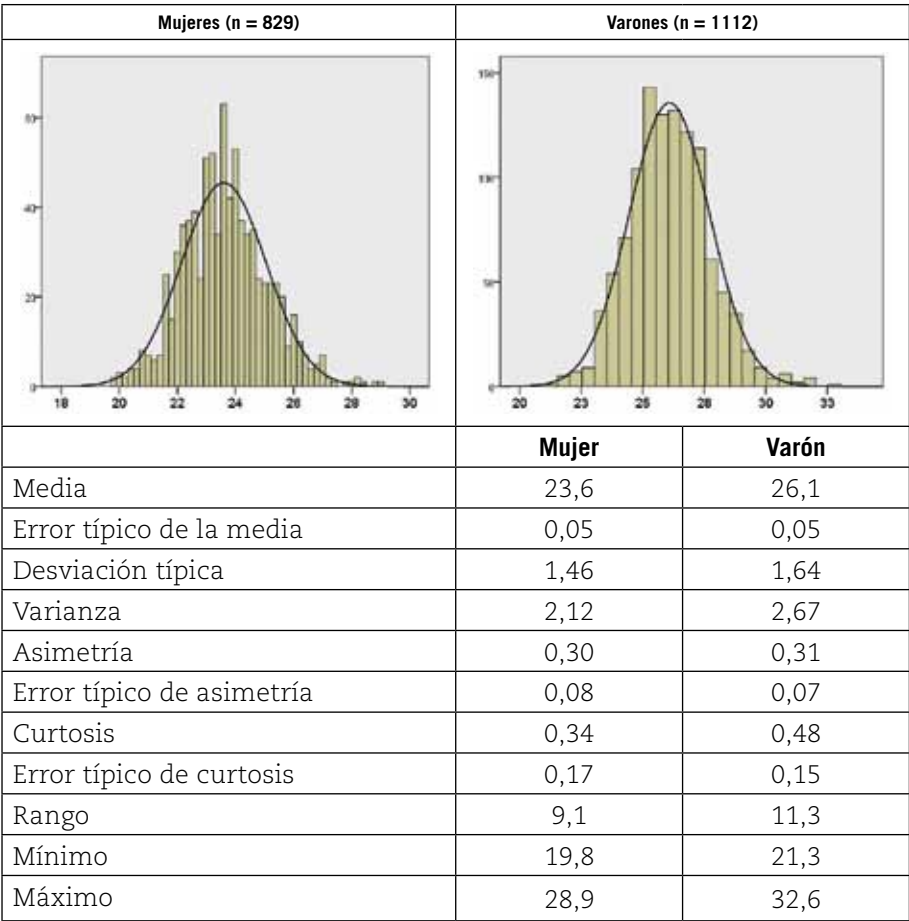
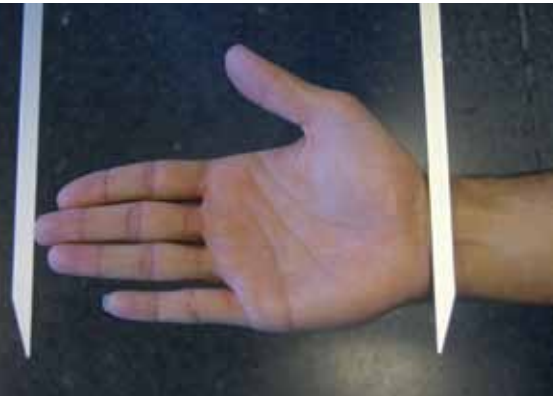


Gráfico 28. Distribución variable longitud del antebrazo.

2.2.4.3 Longitud de la mano

a) Definición

La longitud de la mano se define como la distancia tomada en proyección entre el punto estiloides del radio y el punto dactilio del tercer dedo. También se denomina longitud segmentaria medioestiloidea-dactiloidea. Esta variable indica la contribución del segmento distal o acromélico a la medida total del miembro superior y es utilizada en los índices de proporcionalidad. El material empleado para su medición es un antropómetro con las dos ramas rectas. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.



b) Técnica

El sujeto coloca la mano en posición de supinación, es decir, con la palma hacia arriba, muñeca y dedos deben estar bien extendidos, pero sin que se produzca una hiperextensión, debiendo quedar la mano en el mismo plano horizontal y siguiendo

el eje longitudinal del antebrazo (mano en posición neutra). El antropometrista previamente habrá localizado y señalado el estiloides (punto más inferior de la apófisis estiloides del radio). El extremo fijo del antropómetro se coloca sobre la muñeca a nivel estiloides y el extremo deslizante se sitúa en el punto más distal del dedo medio o tercer dedo, de forma que el antropómetro quede paralelo con el eje longitudinal de la mano. Esta medida se efectuará a continuación de la variable de la longitud del antebrazo, después de indicar al sujeto que adopte la posición requerida.

c) Revisión literatura

En el método indirecto, se mide la altura estiloides (distancia del punto estiloides al plano de sustentación) y seguidamente se desciende la

rama del antropómetro hasta el punto dactilio, donde se realiza la segunda medida ⁹. La resta entre ambas nos da la longitud del segmento. La ISAK, toma como referencia el punto medio-estiloide, el cual se marca a nivel de la apófisis estiloide del radio, en la cara anterior de la muñeca, en su punto medio ⁹. Esta marca es útil cuando medimos con el segmómetro.

d) Datos estadísticos de la muestra

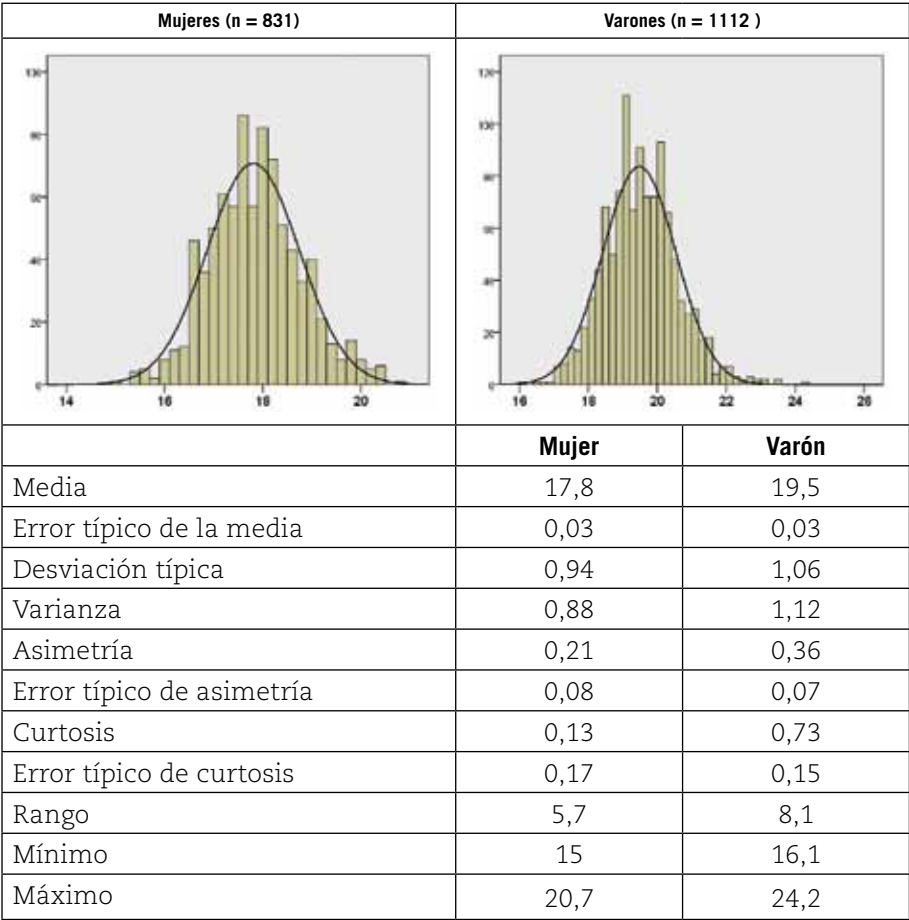


Gráfico 29. Distribución variable longitud de la mano.

2.2.4.4 Altura trocantérea

a) Definición

La altura trocantérea se define como la distancia vertical que existe entre punto trocantéreo y el plano de sustentación. Esta variable representa la longitud del miembro inferior, incluye las longitudes de muslo (fémur), pierna (tibia-peroné) y la altura del pie (astrágalo, calcáneo y almohadilla plantar). Es utilizada en los estudios de proporcionalidad. El material empleado para su medición es un antropómetro con una rama recta. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.

b) Técnica



El sujeto estará de pie con las piernas rectas y los talones juntos, sobre la banqueta para facilitar la lectura. El brazo derecho estará colocado de forma que deje accesible la zona a medir, a veces debe ayudarnos retirando la ropa que la cubre. El técnico se sitúa a la derecha del estudiado, colocando el antropómetro sobre el mismo plano de sustentación y de forma perpendicular (nos podemos ayudar de un nivel colocado sobre el cursor), la rama móvil se sitúa en la referencia trocantérea marcada previamente, punto más superior o proximal del trocánter mayor del fémur. En ocasiones el tejido blando de esta zona dificulta su localización. Nos podemos ayudar con la palma de nuestra mano derecha situada en la parte superior del muslo e indicar

al sujeto que movilice la articulación de la cadera (rotación) con lo cual apreciaremos el movimiento del trocánter mayor y será más fácil determinar el nivel requerido. La mano izquierda sujetará la cadera contralateral para que el sujeto no se desestabilice.

c) Revisión literatura

La longitud de miembro inferior puede estar representada por otras variables como son: la altura de la sínfisis del pubis (utilizada en la relación segmento superior/segmento inferior), medida en el borde superior el pubis en la línea media del abdomen; la altura ileoespinal, en el punto inferior de la espina iliaca antero-superior ⁸; y de forma indirecta como la diferencia entre estatura y talla sentada, denominándose longitud subisquiática ⁷.

d) Datos estadísticos de la muestra

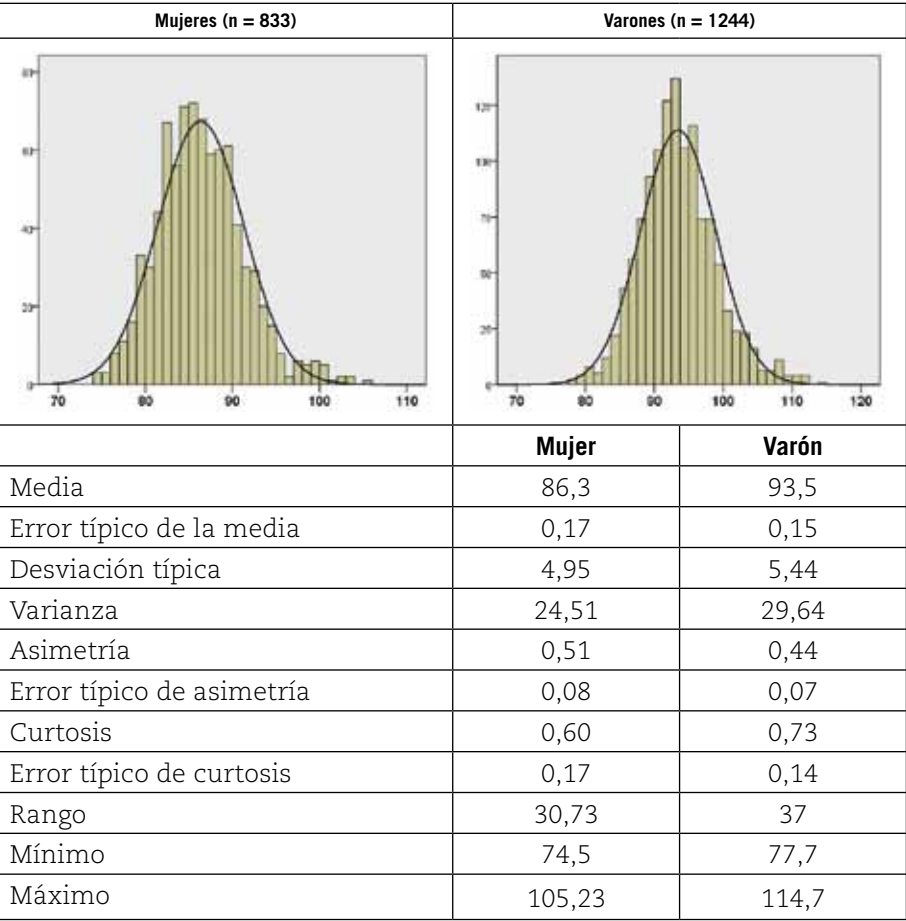


Gráfico 30. Distribución variable altura trocantérea.

2.2.4.5 Altura tibial

a) Definición

La altura tibial se define como la distancia vertical que existe entre punto tibial lateral y el plano de sustentación. Esta variable representa el segmento medio o mesomélico de la longitud del miembro inferior, incluye la longitud de la pierna (tibia-peroné) y la altura del pie (astrágalo, calcáneo y almohadilla plantar). Es utilizada en los estudios de proporcionalidad. El material empleado para su medición es un antropómetro con una rama recta. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.

b) Técnica



El sujeto estará de pie con las piernas rectas y los talones juntos, sobre la banqueta para facilitar la lectura. El técnico se sitúa a la derecha del estudiado, colocando el antropómetro sobre el mismo plano de sustentación y de forma perpendicular (nos podemos ayudar de un nivel colocado sobre el cursor), la rama móvil se sitúa en la referencia tibial lateral, marcada previamente, en el punto más superior o proximal del borde lateral de la cabeza tibial. Este punto es más fácil de localizar cuando la rodilla está en flexión, procederemos partiendo de la zona anterior de la tibia y desplazándonos lateralmente buscaremos el punto más proximal de la tibia en la línea interarticular. Una vez localizado se marca con la pierna completamente recta. Este punto está aproximadamente a un tercio de distancia en dirección antero-posterior y en el mismo plano transversal que el tibial medial. Esta medida se realizará en el protocolo después de la lectura de la altura trocantérea, deslizado la rama móvil hasta el nivel indicado.

c) Revisión literatura

La altura tibial se considera como representante de la longitud de la pierna, aunque se debería restar a ésta la altura maleolar para que fuera estrictamente la medida de la pierna ⁹. Otras variables antropométricas que estiman también este segmento del miembro inferior son: altura patelar inferior, altura poplítea y altura de la rodilla, que se toman con el sujeto sentado ⁷.

d) Datos estadísticos de la muestra

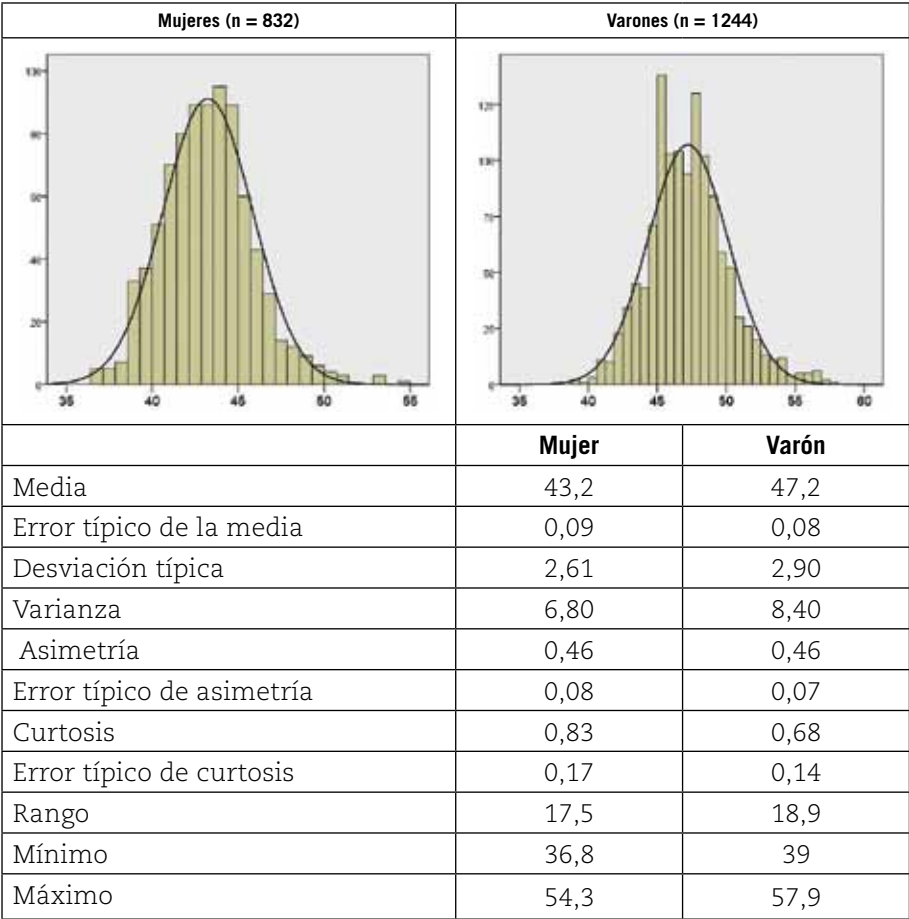


Gráfico 31. Distribución variable altura tibial.

2.2.4.6 Longitud del muslo

a) Definición

La longitud del muslo en la distancia tomada en proyección entre el punto trocántero del fémur y el punto tibial lateral. También se denomina longitud del segmento trocantéreo-tibial. Esta variable indica la contribución del segmento proximal o rizomélico a la medida total del miembro inferior y es utilizada en los estudios de proporcionalidad. El material empleado para su medición es un antropómetro con las dos ramas rectas. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.

b) Técnica



El sujeto estará de pie con las piernas rectas y los talones juntos, situado sobre la banqueta para facilitar la lectura. El técnico se sitúa a la derecha del estudiado, colocando la rama fija sobre uno de los puntos y deslizando la rama móvil hasta situarla en la otra marca de referencia, y de forma que el segmento de antropómetro quede paralelo con el eje longitudinal del muslo. Las referencias marcadas previamente son: trocantérea, punto más superior o proximal del trocánter mayor del fémur; y tibial lateral, punto más superior o proximal de borde lateral de la cabeza tibial (ver en las variables de sus alturas respectivas como se localizan). Podemos fijar el cursor deslizable con la mano y proceder a la lectura de forma cómoda.

c) Revisión literatura

En el método indirecto se mide en primer lugar la altura trocantérea y posteriormente la altura tibial ⁹. La resta entre ambas da la longitud del segmento. Otra técnica es la que utiliza la cinta métrica, se toma como referencia proximal el punto medio del pliegue inguinal y distalmente el punto proximal de la patela, estando tanto la cadera como la rodilla

en flexión de 90 grados ⁷. Formas menos comunes serían restando la altura tibial a otras medidas que representa la longitud de miembro inferior como la altura de sínfisis del pubis, altura ilioespinal o la altura subisquiática.

d) Datos estadísticos de la muestra

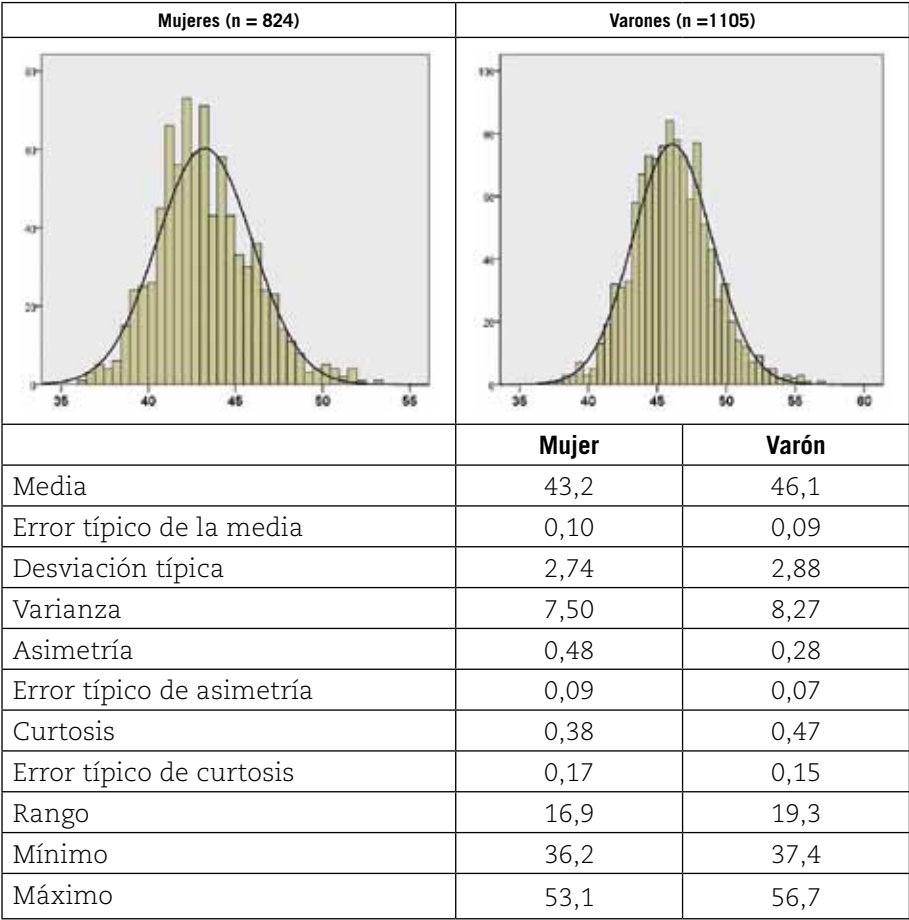


Gráfico 32. Distribución variable longitud del muslo.

2.2.4.7 Longitud de la pierna

a) Definición

La longitud de la pierna se define como la distancia tomada en proyección entre el punto tibial medial y el punto maleolar. También denominada longitud segmentaria tibial medial-maleolar medial. Esta variable indica la contribución del segmento medio o mesomérico a la medida total del miembro inferior y es utilizada en los índices de proporcionalidad. El material empleado para su medición es un antropómetro con las dos ramas rectas. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.



b) Técnica

El sujeto se coloca sentado en la banqueta con la pierna derecha cruzada sobre la pierna izquierda, de forma que el tobillo de la pierna derecha apoye sobre la rodilla izquierda, dejando el pie derecho en posición relajada. El antropómetro con sus dos ramas acopladas se sitúa

de forma que quede paralelo al eje longitudinal de la pierna. La rama fija del antropómetro se coloca sobre el punto tibial medial y se desliza la rama móvil hasta el punto maleolar. La referencia tibial media se sitúa en la extremidad superior de la tibia, en el punto más proximal del borde medial de la cabeza tibial; y la referencia maleolar corresponde al punto más distal del maléolo medial de la tibia. Para su localización el sujeto estará sentado con la pierna derecha cruzada sobre la rodilla izquierda, de manera que quede visible el borde medial de la pierna.

c) Revisión literatura

Como comentamos anteriormente existen diferentes referencias para estimar la longitud de este segmento como son la altura tibial y la altura de la rodilla ⁷. Pero esta medida es la única que solo mide al hueso tibial sin incluir las articulaciones de rodilla y tobillo, ni tejido blando.

d) Datos estadísticos de la muestra

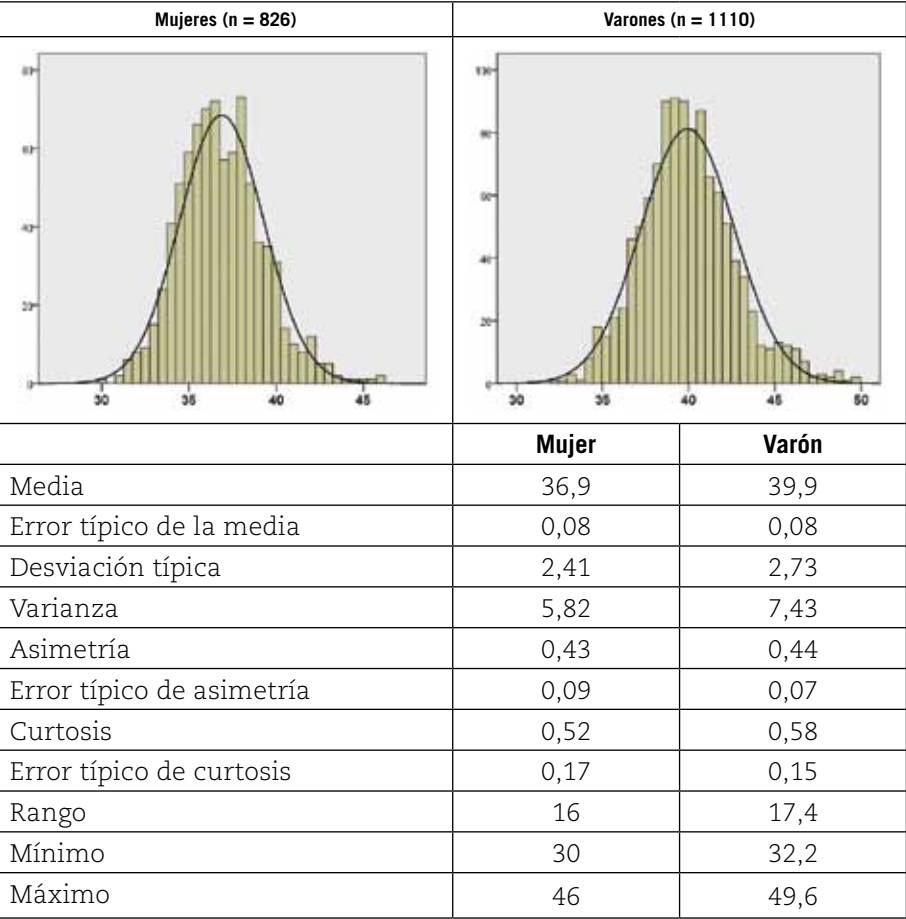


Gráfico 33. Distribución variable longitud de la pierna.

2.2.4.8 Longitud del pie

a) Definición

La longitud del pie se define como la distancia tomada en proyección entre los puntos pternion y acropodion. Es decir, entre el punto más posterior del talón (calcáneo) y el punto más anterior del pie, situado en el primer o segundo dedo (falange distal). También se denomina longitud del segmento pternion- acropodión. Esta variable indica la longitud del segmento distal o acromélico del miembro inferior y es utilizada en estudios de proporcionalidad. El material empleado para su medición es un antropómetro con las dos ramas rectas. La medida se expresa en centímetros (cm), con una precisión de 1 mm.

b) Técnica



El sujeto se coloca de pie sobre la banqueta para facilitar la medición, los pies ligeramente separados y con los dedos rectos. El antropómetro con sus dos ramas acopladas se sitúa de forma que quede paralelo al eje longitudinal del pie. La rama fija del antropómetro se coloca justo por detrás de la porción más prominente del talón (pternion) y la rama móvil se sitúa por delante del dedo más largo del pie (acropodion). La presión de las ramas del antropómetro ha de ser mínima para no comprimir el tejido blando. En la medida no debemos incluir la uña del dedo, sino que contactaremos con la parte más anterior del pulpejo del dedo más largo, que será el primer dedo (pie egipcio) o el segundo dedo (pie griego).

c) Revisión literatura

La variación es en la posición del sujeto que en lugar de estar de pie sobre una plataforma, pueda estar sentado con el pie apoyado sobre un plano de sustentación. También algunos autores indican que el

peso se distribuya por igual en ambas piernas ⁸. La ISAK ha incluido tradicionalmente esta variable dentro del apartado de los diámetros.

d) Datos estadísticos de la muestra

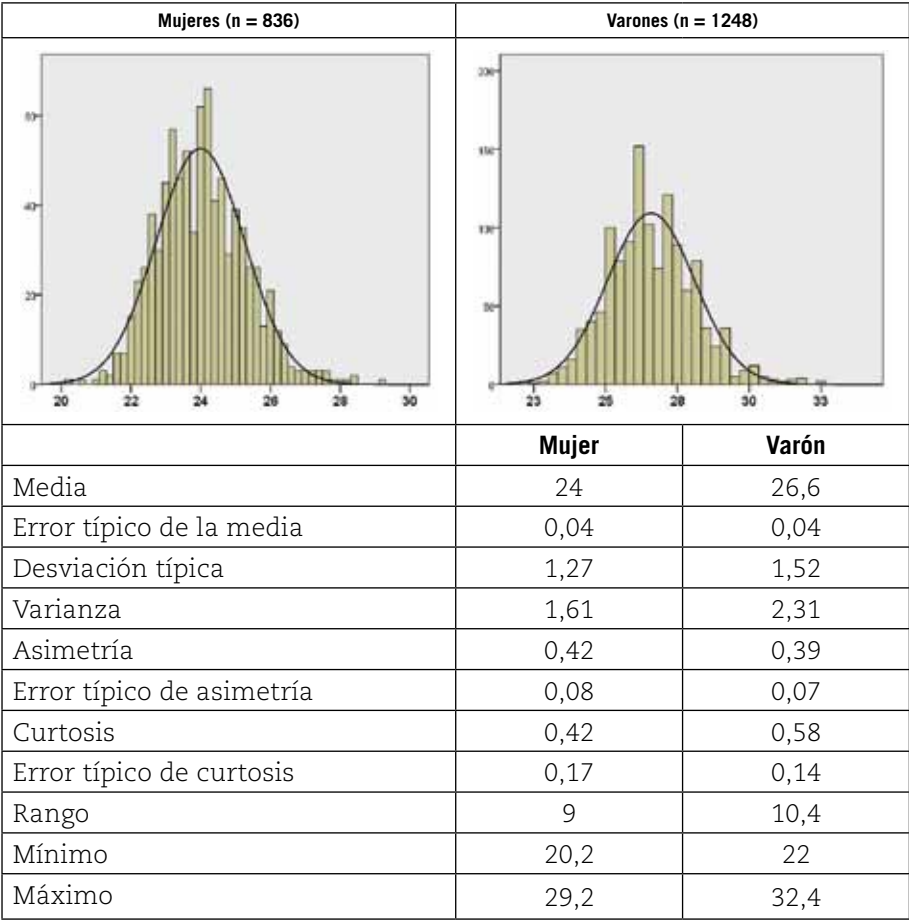


Gráfico 34. Distribución variable longitud del pie.

2.2.5 Pliegues cutáneos

La medida de los pliegues cutáneos representa el grosor de una doble capa de la piel. La piel esta formada por tres capas principales: epidermis, dermis e hipodermis o tejido celular subcutáneo. En la hipodermis se localizan los adipocitos en una trama lobular de tejido conjuntivo fibroso, que son las células en donde se almacena la grasa corporal de reserva. El perfil de pliegues cutáneos representa la distribución de la grasa subcutánea en las diferentes zonas del cuerpo y su sumatorio una estimación de la cantidad total de grasa subcutánea. Al realizar la medición del pliegue con el calibrador se efectúa una presión constante sobre este por lo que su valor sufre una disminución que dependerá de la compresibilidad de cada zona.

Los pliegues cutáneos incluidos en el protocolo son nueve: pectoral, cresta iliaca o ileocrestal, supraespinal, abdominal, bíceps, tríceps, subescapular, muslo anterior y pierna medial. En relación al protocolo de la ISAK, que lo forman ocho pliegues, nosotros tomamos uno más: el pliegue pectoral ²⁰.

En medicina deportiva es importante la determinación de la grasa corporal. Como hemos mencionado los pliegues cutáneos son una medida de la grasa subcutánea. Su medición en diferentes localizaciones nos va a dar información sobre la distribución del tejido adiposo subcutáneo del deportista y su evolución a lo largo de la temporada, siendo útil para determinar a que nivel se producen los cambios en el tejido graso subcutáneo cuando hay modificaciones en la masa corporal total. El estudio del perfil de pliegues cutáneos nos va a determinar si existe una tendencia de distribución de la grasa particular en cada deporte. Además mediante la grasa subcutánea podemos estimar por ecuaciones de regresión la grasa corporal total y el porcentaje que supone del peso o masa corporal. Analizando si los valores obtenidos son los óptimos para la modalidad deportiva practicada y si se modifican por el entrenamiento a lo largo de la temporada. También los pliegues cutáneos son utilizados en la corrección de los perímetros corporales tomados a su mismo nivel para el cálculo de la masa muscular, de las áreas musculares transversales y del somatotipo.

El pliegue cutáneo se toma con los dedos índice y pulgar de la mano izquierda. Abriendo una pinza se eleva una doble capa de piel que incluirá hasta el tejido adiposo subyacente en la zona previamente

señalada, efectuando una pequeña tracción hacia afuera para que se forme bien el pliegue y queden ambos lados paralelos. La pinza de nuestros dedos se mantendrá firme hasta que finalicemos la medición. Con la mano derecha se aplica el compás, colocándolo a 1 cm del lugar donde se toma el pliegue, perpendicular al sentido de éste y en su base, liberando sus ramas para que ejerzan la presión. La ISAK indica que como guía el compás debe quedar a la altura aproximada de la mitad de la uña del dedo. La lectura se efectúa aproximadamente a los dos segundos después de colocar el compás, aunque la aguja pueda seguir descendiendo.

Los pliegues cutáneos se medirán en lado derecho, dando el valor medio de dos o tres mediciones, pudiendo descartar las claramente erróneas. Las repeticiones no se harán pliegue a pliegue, sino tras terminar todos los pliegues incluidos en el estudio, evitando así comprimir la zona y el sesgo del evaluador. Es importante la correcta localización del sitio, siendo necesario marcar las referencias anatómicas antes de iniciar la medición de los pliegues. Es una de las causas por las que nosotros preferimos medir los pliegues cutáneos en último lugar dentro del protocolo, ya que tres de las marcas necesarias las realizamos durante la medición de los perímetros de brazo y de pierna. El orden de medición de las variables dentro del protocolo debe ser práctico y razonable, aconsejándose seguir siempre el mismo con objeto de agilizar su toma y evitar omisiones.

Debemos tomar los pliegues cutáneos en condiciones basales, es decir, evitando las circunstancias que afectan al grosor y compresibilidad del pliegue, como son el ejercicio previo, el baño, las sesiones de sauna o los estados de deshidratación.

El material empleado para medir el espesor del pliegue es el compás de pliegues cutáneos o plicómetro, marca Holtain. La medida de los pliegues cutáneos se expresa en milímetros (mm), se admite la aproximación a 0,1 mm, cuando la aguja queda entre las dos divisiones del plicómetro de precisión de 0,2 mm. En caso de pliegues cutáneos mayores al rango de medición del Holtain, se utilizó el plicómetro Slim-Guide, precisión 1 mm, aceptándose también la aproximación a 0,5mm.

2.2.5.1 Pliegue pectoral

a) Definición

El pliegue pectoral se define como el espesor de una doble capa de piel formada en la cara anterior del tórax sobre la zona del pectoral mayor. Esta variable es utilizada en el área de la composición corporal, para la caracterización del perfil de distribución de la grasa subcutánea y en la estimación de la densidad y/o grasa corporal. El material empleado es el compás de pliegues cutáneos marca Holtain. La medida de los pliegues cutáneos se expresa en milímetros (mm), se admite la aproximación a 0,1 mm.



b) Técnica

El sujeto se coloca de pie con los brazos relajados a lo largo del cuerpo. El antropometrista delante y a la derecha del sujeto, formará el pliegue en la marca de referencia y aplicará el compás a 1 cm inferior. La señal estará situada en la línea imaginaria que une el

borde axilar anterior con el pezón. En caso de las mujeres estará lo más próximo al borde axilar, sobre la unión del tercio superior con los dos tercios inferiores, para quedar fuera de la zona de la glándula mamaria.; mientras que en varones el cruce se realizará en el punto medio. Es un pliegue oblicuo, hacia abajo y adentro, sobre 45 grados sobre la horizontal. En mujeres si es necesario se le solicitará que separe parte de la ropa para acceder a la zona de medición.

c) Revisión literatura

Otros autores recomiendan que el pliegue se tome en el mismo sitio tanto en mujeres como en varones, en la parte más alta del pliegue axilar anterior ⁷. Se ha descrito en esta zona, el pliegue yuxta-mamilar, que se toma a dos centímetros de la mamila, en la línea imaginaria que une el pezón derecho con el proceso acromial izquierdo ²¹. La ISAK no incluye el pliegue pectoral dentro del protocolo completo, donde figuraba

el pliegue axilar medio (línea axilar media a nivel del apéndice xifoides) que posteriormente fue excluido.

d) Datos estadísticos de la muestra

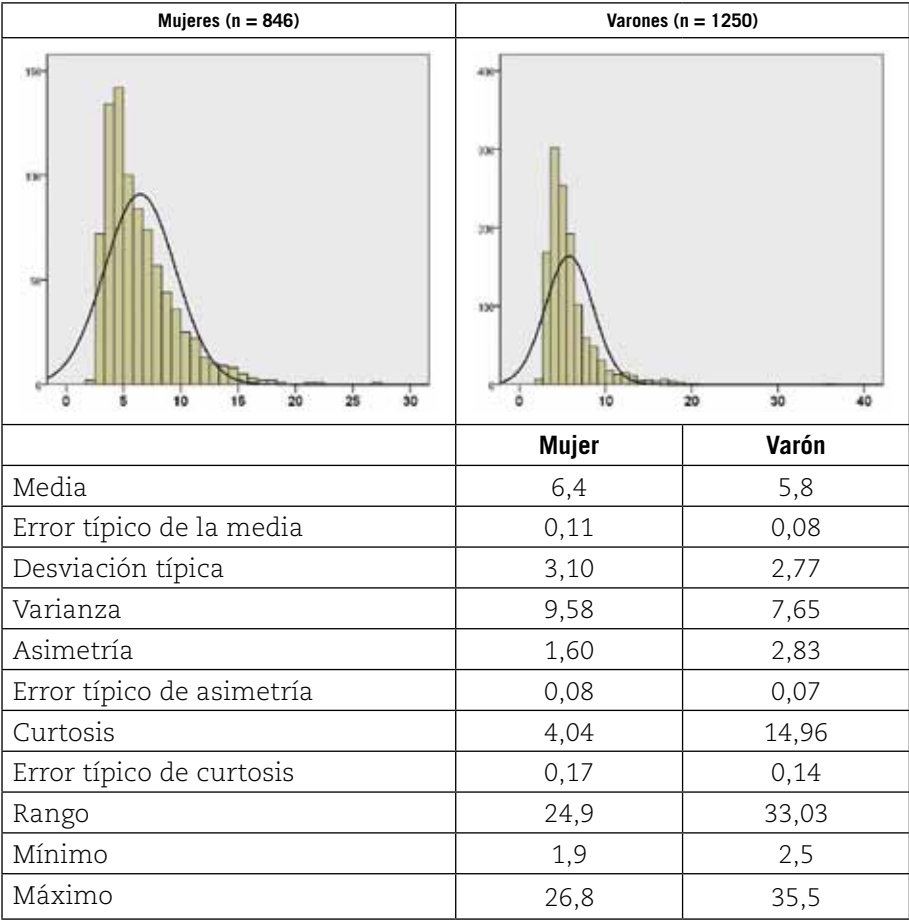


Gráfico 35. Distribución variable pliegue cutáneo pectoral.

2.2.5.2 Pliegue de la cresta iliaca

a) Definición

El pliegue de la cresta iliaca se define como el espesor de una doble capa de piel formada justo por encima de la cresta iliaca, en la línea medioaxilar. También se denomina iliocrestal y suprailiaco. Esta variable es utilizada en el área de la composición corporal, para la caracterización del perfil de distribución de la grasa subcutánea y en la estimación de la densidad y/o grasa corporal. El material empleado es el compás de pliegues cutáneos marca Holtain. La medida de los pliegues cutáneos se expresa en milímetros (mm), se admite la aproximación a 0,1 mm.



b) Técnica

El sujeto se coloca de pie con el brazo derecho en ligera abducción o cruzado sobre el pecho, para permitir el acceso a la zona. El antropometrista a la derecha del sujeto, aplica el compás 1 cm anterior al pliegue formado en la línea medioaxilar, justo por encima de la cresta iliaca (borde superior del ilión). Es un pliegue que sigue la dirección natural de la piel (Líneas de menor tensión o de Langer), hacia delante y ligeramente hacia abajo. El técnico para asegurar la correcta señalización puede marcar previamente el nivel de la cresta iliaca (punto más lateral del borde superior del ala del ilion), quedando el pliegue por arriba o superior a esta señalización, fuera de la zona ósea de la pelvis.

c) Revisión literatura

La denominación del pliegue como suprailiaco es mejor evitarla ya que se puede confundir con el pliegue supraespinal. De hecho, en algunas traducciones de la literatura en lengua inglesa se refieren al supraespinal cuando en el trabajo original el pliegue cutáneo era cresta iliaca. El error también radica en la descripción, ya que la referencia de la línea axilar puede figurar como línea axilar media o como línea axilar anterior, hablándose entonces de un pliegue suprailiaco medio y

de un pliegue suprailiaco anterior que equivaldrían al de cresta iliaca y supraespinal respectivamente. La dirección del pliegue ha sido descrita como oblicua, horizontal y vertical. La ISAK se refiere a línea axilar media como línea ilioaxilar ⁸.

d) Datos estadísticos de la muestra

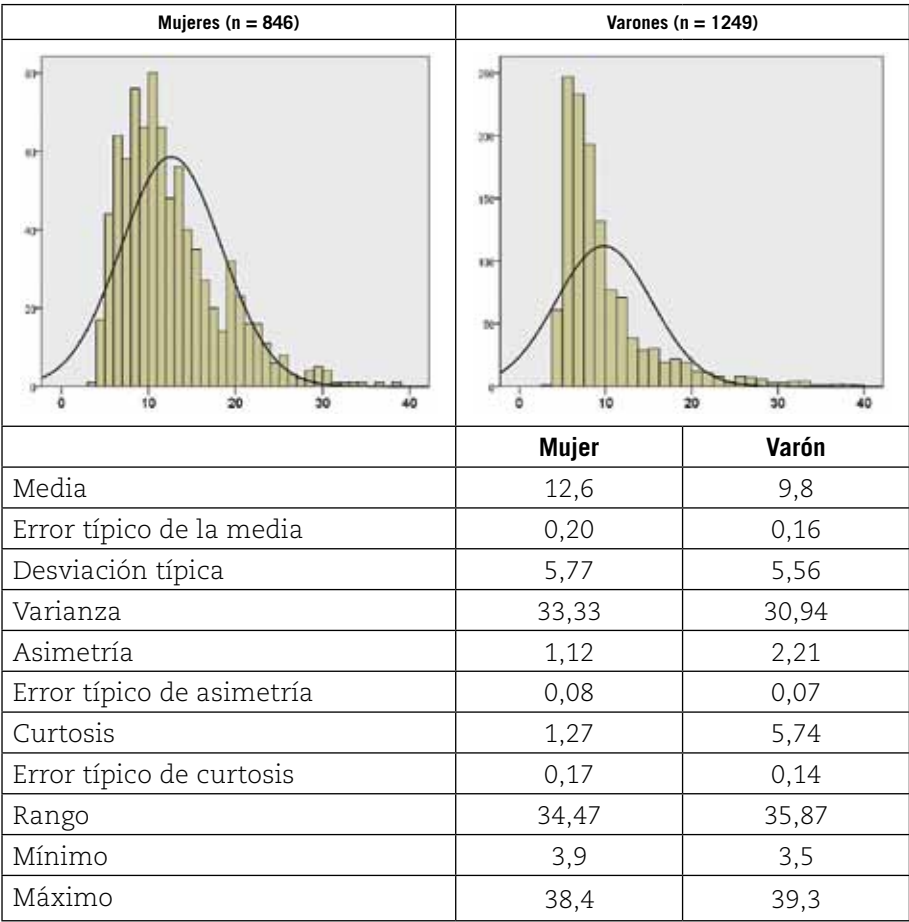


Gráfico 36. Distribución variable pliegue cutáneo de la cresta iliaca.

2.2.5.3 Pliegue supraespinal

a) Definición

El pliegue supraespinal se define como el espesor de una doble capa de piel formada en la pared anterior del abdomen, a nivel de la cresta iliaca y sobre la línea imaginaria que une el borde axilar anterior con la espina iliaca antero-superior. Esta variable es utilizada en el área de la composición corporal, para la caracterización del perfil de distribución de la grasa subcutánea, en la estimación de la densidad y/o grasa corporal y en el cálculo del componente endomórfico del somatotipo. El material empleado es el compás de pliegues cutáneos marca Holtain. La medida de los pliegues cutáneos se expresa en milímetros (mm), se admite la aproximación a 0,1 mm. Los pliegues mayores al rango del Holtain, fueron tomados con un Slim Guide, precisión de 0,5mm.



b) Técnica

El sujeto se coloca de pie con los brazos a lo largo del cuerpo. El técnico situado delante y ligeramente a la derecha del sujeto aplica el compás 1 cm medial al pliegue formado en la intersección del nivel del borde superior del ílion (cresta iliaca), con una línea imaginaria que fuera desde la espina iliaca antero-superior hasta el borde axilar anterior. Es un pliegue oblicuo hacia adentro y abajo, orientado unos 45 grados con la horizontal. El técnico para asegurar la correcta localización puede marcar previamente las tres referencias: cresta

iliaca (punto más lateral del borde superior del ilion), punto inferior de la espina iliaca antero-superior (EIAS) y el cruce entre la línea imaginaria que une el borde axilar anterior con la EIAS con el nivel marcado de la cresta iliaca.

c) Revisión literatura

Como comentamos existe el error de confundir el pliegue supraespinal con el pliegue suprailiaco o de cresta iliaca.

El error también radica en la descripción del pliegue suprailiaco por los diferentes autores, ya que la referencia de la línea axilar puede figurar como línea axilar media o como línea axilar anterior, hablándose entonces de un pliegue suprailiaco medio y de un pliegue suprailiaco anterior que equivaldrían al de cresta iliaca y supraespinal respectivamente. La ISAK indica que el pliegue supraespinal suele quedar entre 5-7 cm superior a la EIAS ⁸.

d) Datos estadísticos de la muestra

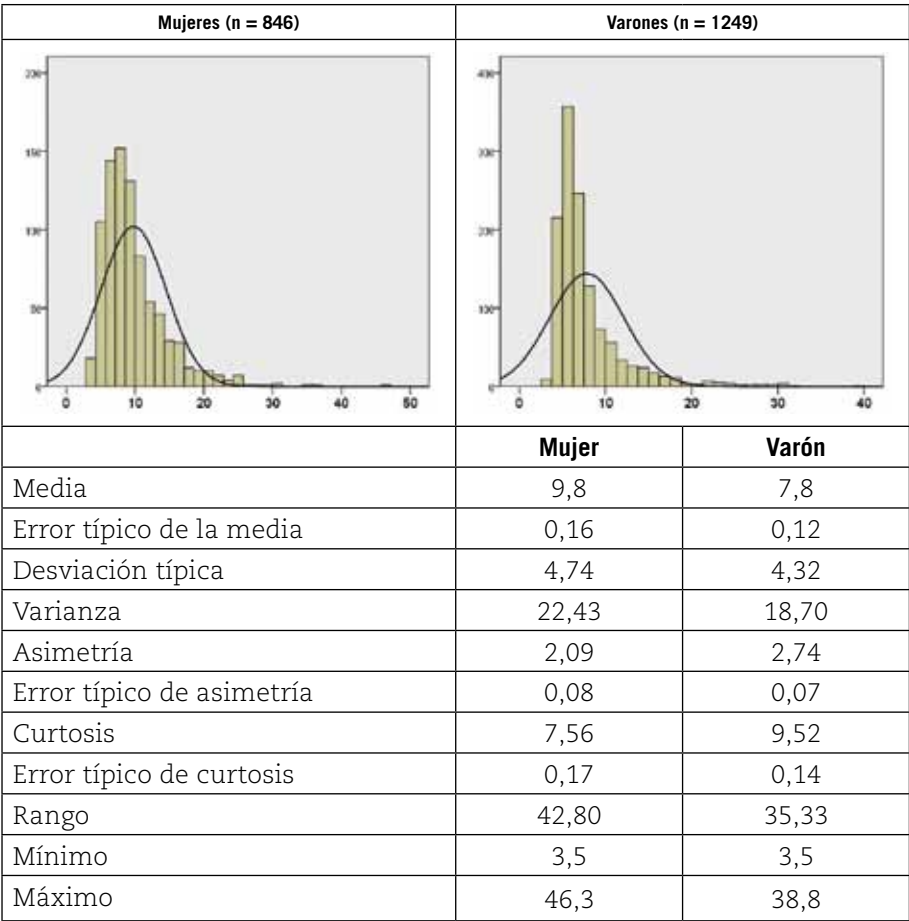


Gráfico 37. Distribución variable pliegue cutáneo supraespinal.

2.2.5.4 Pliegue abdominal

a) Definición

El pliegue abdominal se define como el espesor de una doble capa de piel formada en la pared anterior del abdomen, a nivel umbilical sobre el cuerpo del recto anterior. Esta variable es utilizada en el área de la composición corporal, para la caracterización del perfil de distribución de la grasa subcutánea y en la estimación de la densidad y/o grasa corporal. El material empleado es el compás de pliegues cutáneos marca Holtain. La medida de los pliegues cutáneos se expresa en milímetros (mm), se admite la aproximación a 0,1 mm. Los pliegues mayores al rango del Holtain, fueron tomados con un Slim Guide, precisión de 0,5mm.



b) Técnica

El sujeto se coloca de pie con los brazos a lo largo del cuerpo. El antropometrista situado delante y ligeramente a la derecha del sujeto aplica el compás 1 cm inferior al pliegue formado sobre la línea media del cuerpo del músculo recto anterior del abdomen a nivel umbilical. El pliegue sigue una dirección vertical. El técnico tendrá cuidado para no introducir los dedos en la cicatriz umbilical. Para asegurarse de la correcta localización se puede medir la distancia entre el centro del ombligo y el vértice del pliegue formado que suele quedar entre 3 y 5 cm según el tamaño del sujeto. En abdómenes muy globulosos se puede optar por medir el pliegue con la persona en decúbito supino, debiendo quedar reflejado en la ficha antropométrica.

c) Revisión literatura

La ISAK indica que el pliegue del abdominal debe quedar a 5 cm a la derecha del centro de la cicatriz umbilical u omphalion ⁸. Otros autores recomiendan que el sujeto apoye el peso corporal por igual en ambas piernas, mantenga la musculatura abdominal relajada y una

respiración normal ⁷. El pliegue abdominal también ha sido descrito en dirección horizontal y 1 cm inferior del nivel umbilical ⁷. En referencias anteriores se realizaba la medición en lado izquierdo del abdomen ⁶, posteriormente por convención se fijó en el lado derecho.

d) Datos estadísticos de la muestra

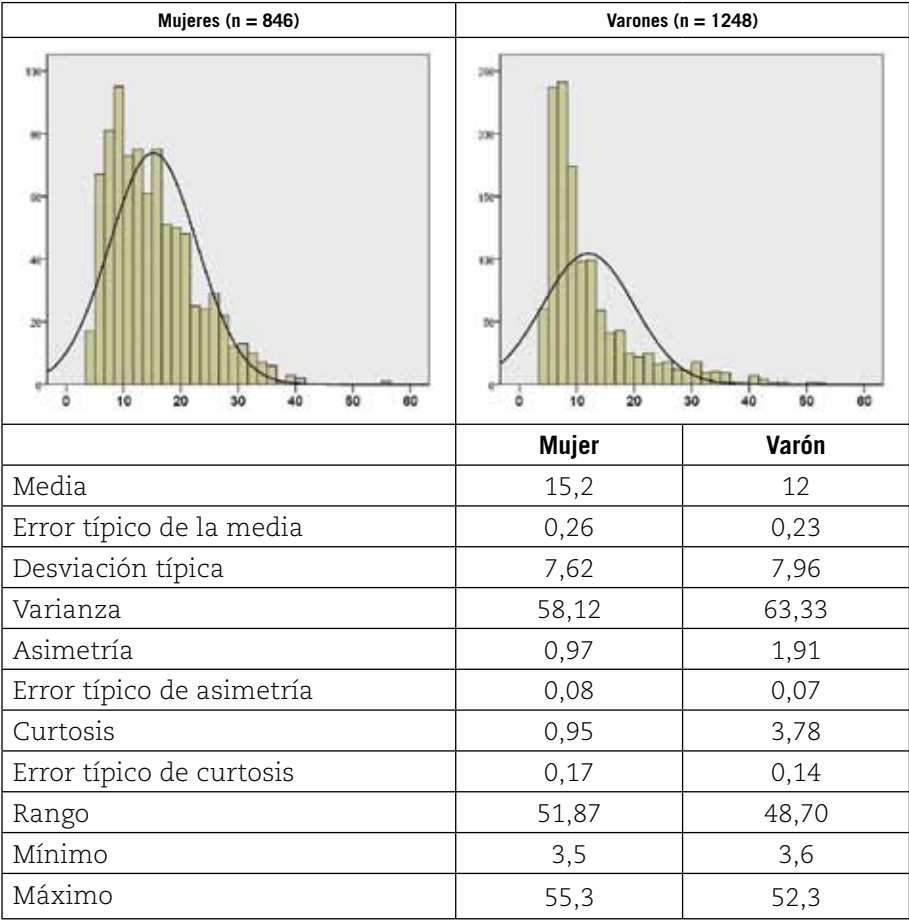


Gráfico 38. Distribución variable pliegue cutáneo abdominal.

2.2.5.5 Pliegue del bíceps

a) Definición

El pliegue del bíceps se define como el espesor de una doble capa de piel formada en la cara anterior del brazo, sobre el cuerpo del bíceps braquial. También se le denomina bicipital. Esta variable es utilizada en el área de la composición corporal, para la caracterización del perfil de distribución de la grasa subcutánea y en la estimación de la densidad y/o grasa corporal. El material empleado es el compás de pliegues cutáneos marca Holtain. La medida de los pliegues cutáneos se expresa en milímetros (mm), se admite la aproximación a 0,1 mm.

b) Técnica



El sujeto estará de pie con el brazo derecho relajado a lo largo del cuerpo, el codo extendido y el antebrazo en supinación. El técnico situado delante y ligeramente a la derecha del sujeto aplica el compás 1 cm inferior al pliegue formado sobre la línea media del cuerpo del músculo bíceps braquial, a nivel del punto medio entre el acromial y el radial. El pliegue sigue una dirección vertical. Previamente habremos señalado las referencias: acromial (punto más superior y externo del proceso acromial), radial (punto más superior del borde lateral de la cabeza del radio) y punto equidistante entre ambos. La señalización de los puntos de los pliegues cutáneos del miembro superior se realiza después de la medición del brazo relajado, sujetaremos la cinta antropométrica en la posición de medida y procederemos a marcar. El nivel para el pliegue del bíceps, se sitúa por encima de la cinta antropométrica y se cruza en la línea media del brazo siguiendo su eje longitudinal hacia la fosa antecubital. En personas muy delgadas este pliegue tiene un espesor mínimo, debiendo ser cuidadosos al colocar las ramas del compás para no pellizcar la zona y también evitar que se formen repliegues en la piel.

c) Revisión literatura

Otros autores toman como referencia en lugar del punto radial el olécranon, para localizar el punto medio del brazo ⁷. La ISAK indica que para asegurarse de su correcta localización podemos comprobar que el punto este situado en la parte más anterior del cuerpo del bíceps; también describen la posición del sujeto para la medición con la articulación del hombro en ligera rotación externa ⁸.

d) Datos estadísticos de la muestra

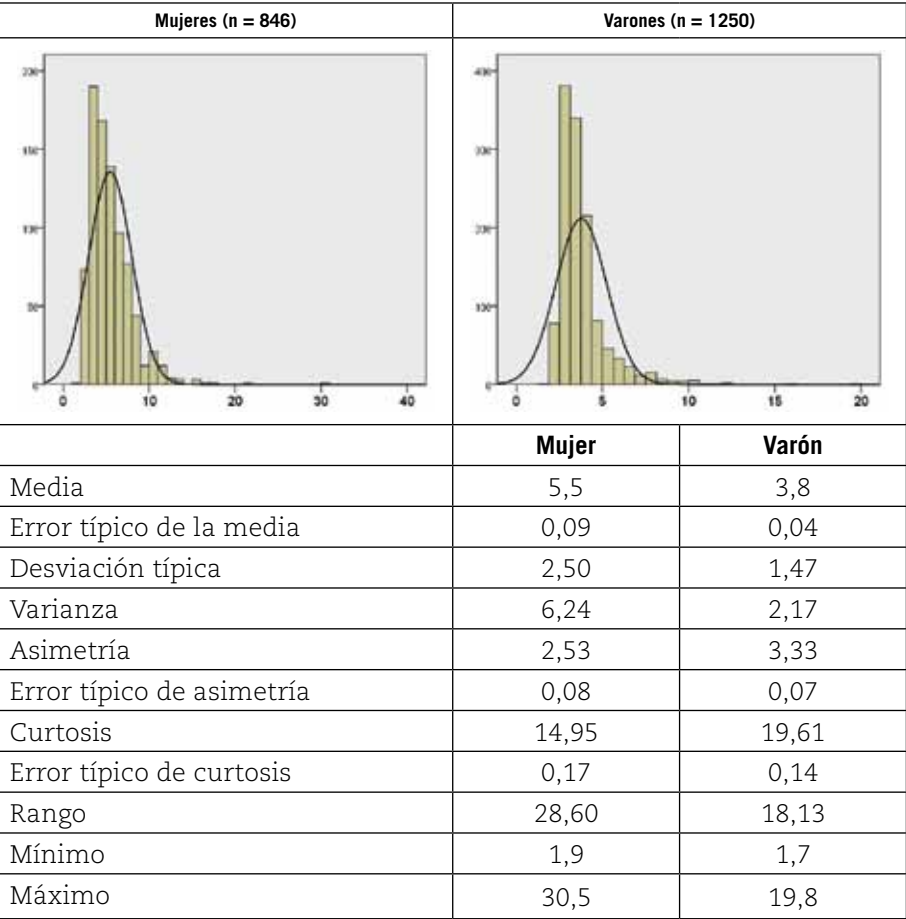


Gráfico 39. Distribución variable pliegue cutáneo del bíceps.

2.2.5.6 Pliegue del tríceps

a) Definición

El pliegue del tríceps se define como el espesor de una doble capa de piel formada en la cara posterior del brazo, sobre el cuerpo del tríceps braquial. También se le denomina tricipital. Esta variable es utilizada en el área de la composición corporal, para la caracterización del perfil de distribución de la grasa subcutánea, en la estimación de la densidad y/o grasa corporal, en la de masa muscular y en el cálculo del área transversal muscular; y en el somatotipo para obtener los componentes endomórfico y mesomórfico. El material empleado es el compás de pliegues cutáneos marca Holtain. La medida de los pliegues cutáneos se expresa en milímetros (mm), se admite la aproximación a 0,1 mm.



b) Técnica

El sujeto estará de pie con el brazo derecho relajado a lo largo del cuerpo. El técnico situado detrás del sujeto aplica el compás 1 cm inferior al pliegue formado sobre la línea media del cuerpo del músculo tríceps braquial, a nivel del punto medio entre acromial y radial. El pliegue sigue una dirección vertical. Previamente habremos señalado las referencias: acromial (punto más superior y externo del proceso acromial), radial (punto más superior del borde lateral de la cabeza del radio) y punto equidistante entre ambos. La señalización de los puntos de los pliegues cutáneos del miembro superior se realiza después de la medición del brazo relajado, sujetaremos la cinta antropométrica en la posición de medida y procederemos a marcar. El nivel para el pliegue del tríceps, se sitúa por debajo de la cinta antropométrica y se cruza en la línea media del brazo siguiendo su eje longitudinal hacia el olécranon. Si tenemos dudas sobre si hemos incluido el tejido muscular en el pliegue, indicaremos al sujeto realice una contracción del tríceps. También si el pliegue se forma con dificultad, podemos relajar la zona colocando el codo en ligera flexión.

c) Revisión literatura

Otros autores toman como referencia en lugar del punto radial el olécranon, para localizar el punto medio del brazo ⁷. La ISAK indica que para asegurarse de su correcta localización podemos comprobar que el punto esté situado en la parte más posterior del cuerpo del tríceps; y describen la posición del sujeto, con la articulación del hombro en ligera rotación externa ⁸.

d) Datos estadísticos de la muestra

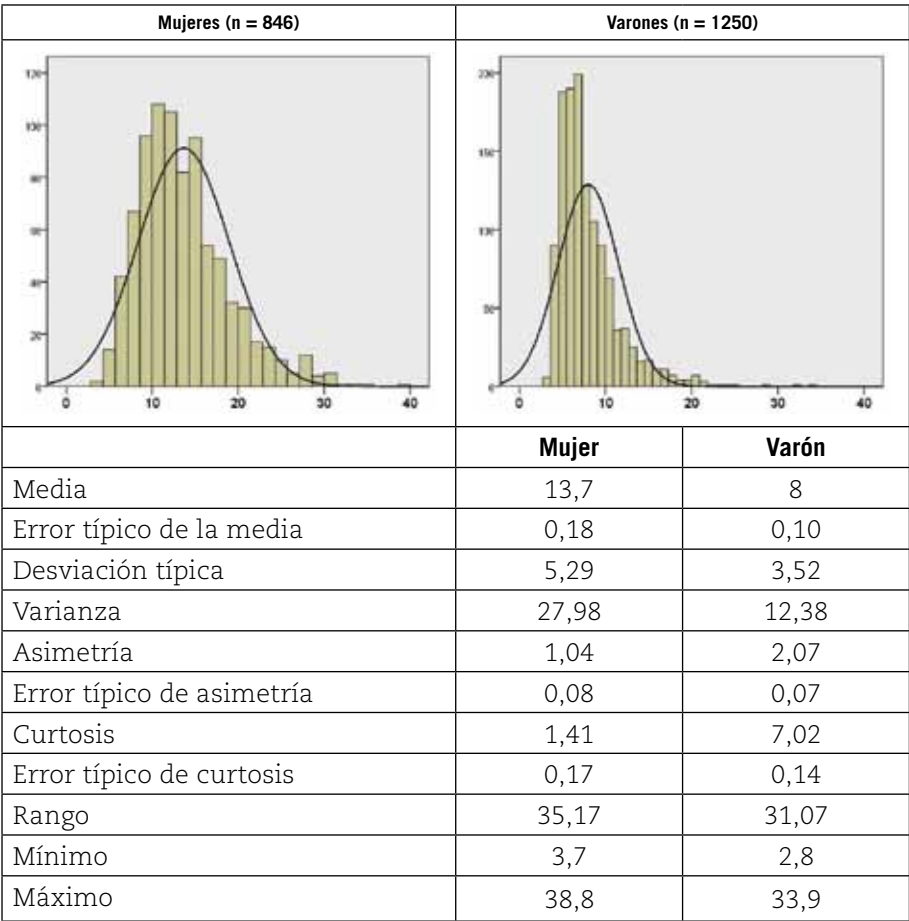


Gráfico 40. Distribución variable pliegue cutáneo del tríceps.

2.2.5.7 Pliegue subescapular

a) Definición

El pliegue subescapular se define como el espesor de una doble capa de piel formada en la cara posterior del tórax, inferior y lateral a la zona escapular.

Esta variable es utilizada en el área de la composición corporal, para la caracterización del perfil de distribución de la grasa subcutánea, en la estimación de la densidad y/o grasa corporal, en la de masa muscular; y en el somatotipo para calcular el componente endomórfico.

El material empleado es el compás de pliegues cutáneos marca Holtain. La medida de los pliegues cutáneos se expresa en milímetros (mm), se admite la aproximación a 0,1 mm. Los pliegues mayores al rango del Holtain, fueron tomados con un Slim Guide, precisión de 0,5 mm.

b) Técnica



El sujeto de pie, recto, con los hombros relajados y los brazos sueltos a lo largo del cuerpo. El técnico situado por detrás forma el pliegue en la marca de referencia y aplica el compás a 1 cm. Previamente señalizamos los dos puntos de referencia. Con la mano izquierda sobre el cuerpo de la escápula y el dedo

pulgar mirando hacia abajo, palparemos siguiendo el borde vertebral el ángulo inferior de la escápula y justo debajo de su vértice marcaremos el primer punto (subescapular); después con la cinta antropométrica marcaremos a dos centímetros en línea oblicua, hacia abajo y adentro, sobre 45 grados sobre la horizontal, el punto del pliegue subescapular. La dirección del pliegue es oblicua. Se podrá solicitar que retire parte de la ropa. Si tenemos dificultad en su localización podemos movilizar la escápula pidiendo al sujeto que se toque la espalda con la mano derecha, para posteriormente volver a la posición.

c) Revisión literatura

En otras referencias la dirección del pliegue ha sido descrita como vertical o ligeramente inclinada y en la escápula izquierda ⁶. Otros autores siguen tomándolo justo en el punto inferior al ángulo escapular ⁷.

d) Datos estadísticos de la muestra

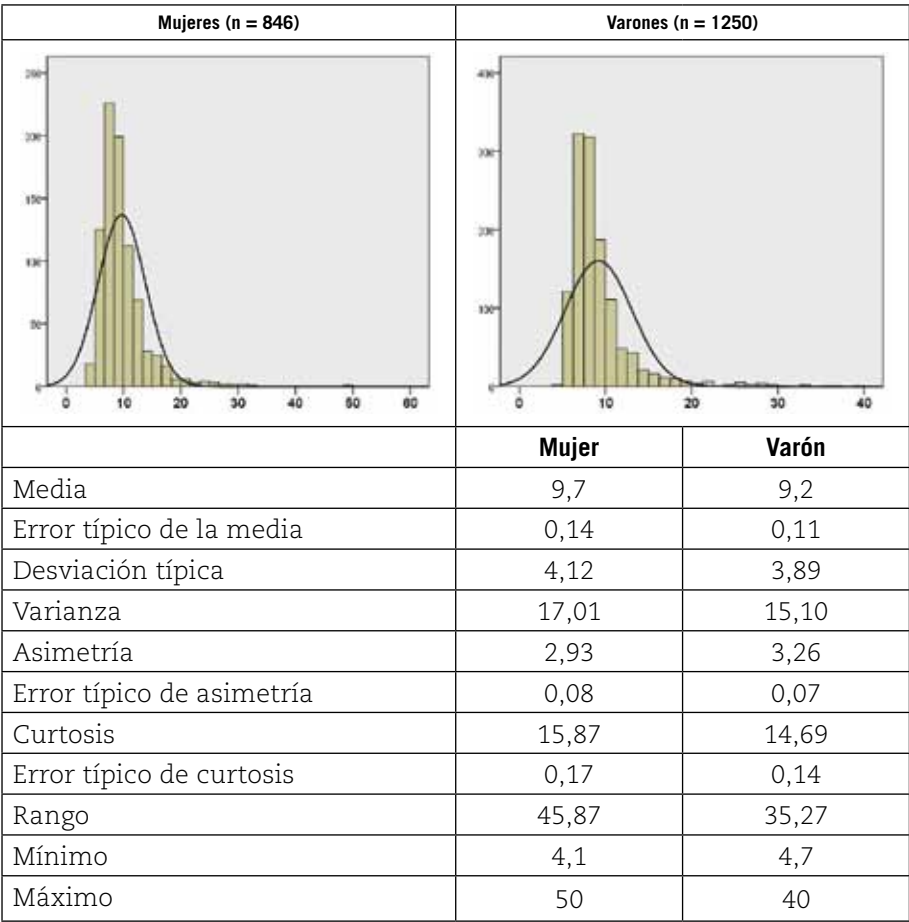


Gráfico 41. Distribución variable pliegue cutáneo subescapular.

2.2.5.8 Pliegue del muslo anterior

a) Definición

El pliegue del muslo anterior se define como el espesor de una doble capa de piel formada en la cara anterior del muslo, sobre la zona del recto anterior del músculo cuádriceps. Esta variable es utilizada en el área de la composición corporal, para la caracterización del perfil de distribución de la grasa subcutánea, estimación de la densidad y/o grasa corporal, en la de masa muscular y en el cálculo del área transversal muscular. El material empleado es el compás de pliegues cutáneos marca Holtain. La medida de los pliegues cutáneos se expresa en milímetros (mm), se admite la aproximación a 0,1 mm. Los pliegues mayores al rango del Holtain, fueron tomados con un Slim Guide, precisión de 0,5 mm.

b) Técnica



El sujeto sentado en la banqueta, pudiendo estar con la rodilla derecha en flexión de 90 grados, en menor grado de flexión o casi extendida, de forma que relajemos la zona a medir. El antropometrista a la derecha del sujeto formará el pliegue en su marca y aplicará el compás a 1 cm distal. La señal estará situada en el punto medio del muslo y a lo largo de su eje longitudinal. Las referencias son el pliegue inguinal y borde superior de la rótula y se marcará con cadera y rodilla en flexión. La dirección del pliegue es vertical. Si fuera necesario para disminuir la tensión, pediremos al sujeto que con ambas manos colocadas en la parte posterior del muslo nos lo levante antes y durante la toma del pliegue. Si a pesar de ello no formamos bien el pliegue, por ejemplo por celulitis, será nuestro ayudante quién lo forme y mantenga elevado por los dos extremos del punto a medir, uno en el sitio marcado y el otro a unos 6 cm distal, mientras el técnico sitúa el compás de la forma habitual.

c) Revisión literatura

En otras referencias el sujeto se sitúa de pie y flexiona ligeramente la rodilla ⁷. También esta descrito el pliegue de muslo posterior, pero no suele incluirse en los estudios.

d) Datos estadísticos de la muestra

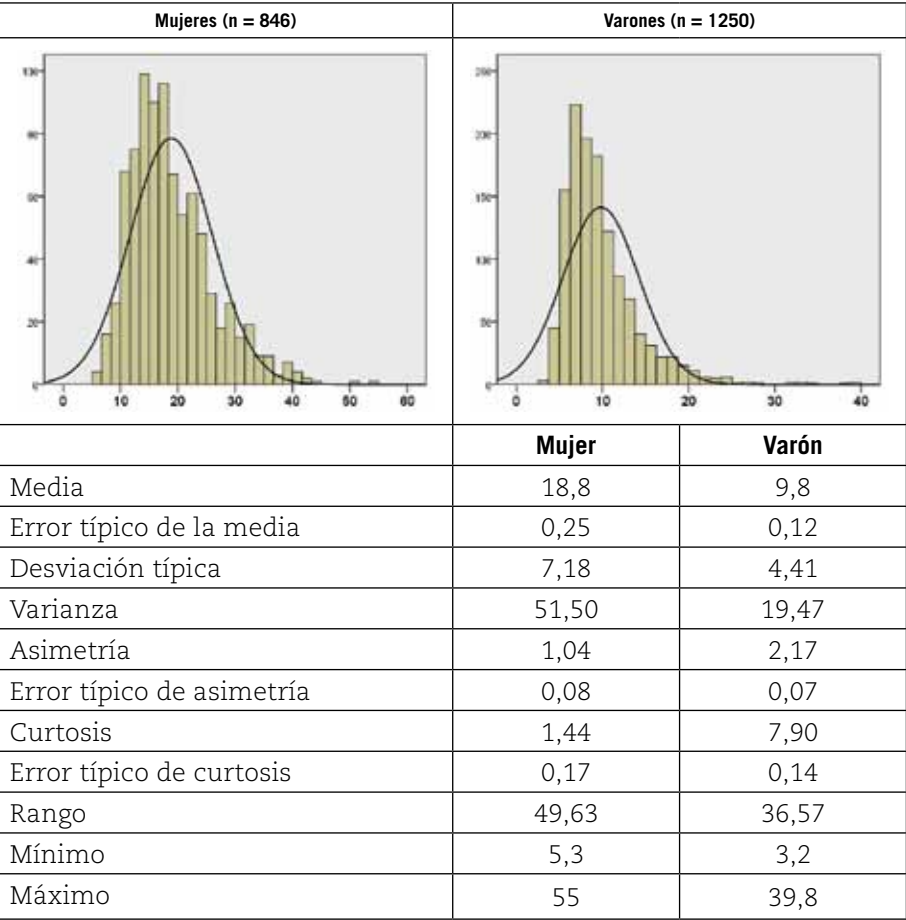


Gráfico 42. Distribución variable pliegue cutáneo del muslo anterior.

2.2.5.9 Pliegue de pierna medial

a) Definición

El pliegue de pierna medial se define como el espesor de una doble capa de piel formada en la cara medial de la pierna a nivel de su máxima circunferencia.

Esta variable es utilizada en el área de la composición corporal, para la caracterización del perfil de distribución de la grasa subcutánea, estimación de la densidad y/o grasa corporal, en la de masa muscular, en el cálculo del área transversal muscular; y en el somatotipo para calcular la mesomorfía.

El material empleado es el compás de pliegues cutáneos marca Holtain. La medida de los pliegues cutáneos se expresa en milímetros (mm), se admite la aproximación a 0,1 mm.

b) Técnica



El sujeto colocará el pie derecho sobre la banqueta, con la pierna relajada y la rodilla en flexión de 90 grados. El antropometrista situado delante del sujeto, aplica el compás a 1 cm de distancia por debajo del pliegue formado a nivel del perímetro máximo y en el lado medial de la pierna derecha. La marca se señala previamente cuando medimos el perímetro de pierna máxima. Sujetamos la cinta antropométrica tras realizar la lectura del perímetro, y situándonos por delante, marcamos el nivel por encima de la cinta y los cruzamos en la zona más medial de la pierna. La dirección del pliegue es vertical.

En esta zona como en la de muslo puede existir celulitis que dificulta la formación correcta del pliegue y además se puede producir cierta molestia al estudiado.

También es posible a este nivel encontrarnos con varices o dilataciones de la red venosa superficial, que puede obligar a medir en el lado izquierdo si está libre esa zona o formar el pliegue lo más cerca posible de su correcta localización, anotándolo en la ficha antropométrica.

c) Revisión literatura

También se le denomina pliegue gemelar. A nivel de la pierna han sido descritos además el pliegue de pierna lateral, pierna anterior y pierna posterior, que se tomarían igualmente a nivel de la máxima circunferencia, aunque son de más fácil acceso, no suelen incluirse en los protocolos habituales por lo que se carece de valores de referencia.

d) Datos estadísticos de la muestra

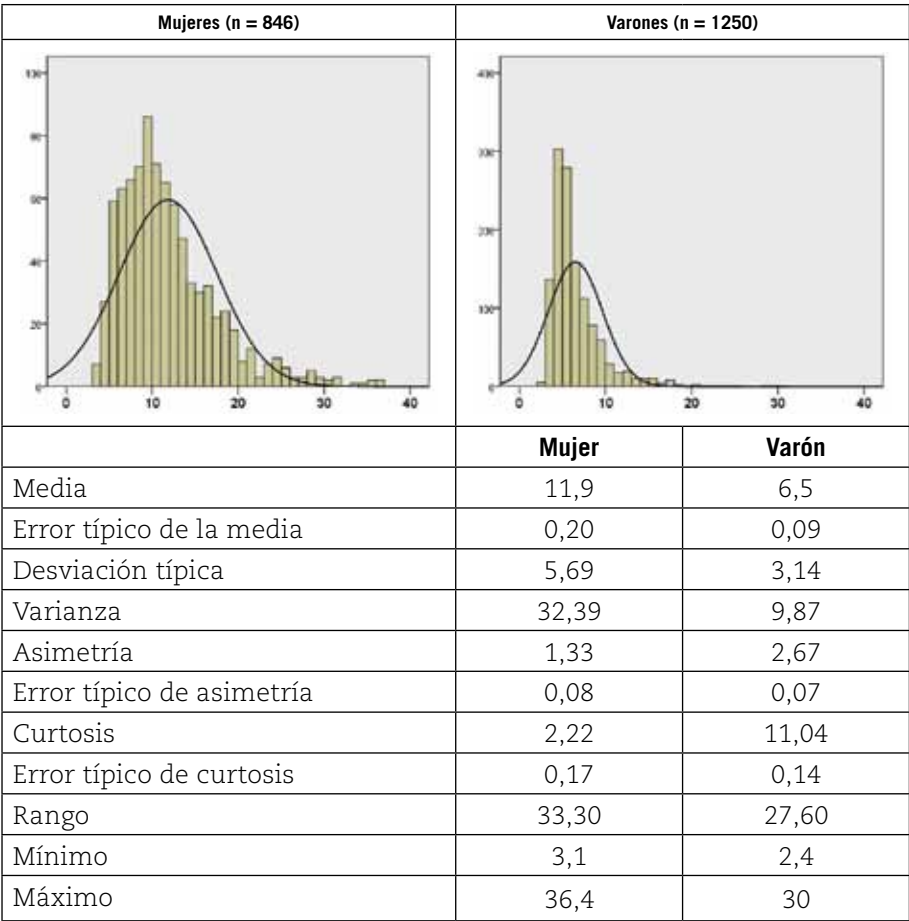


Gráfico 43. Distribución variable pliegue cutáneo de la pierna medial.

3. COMPOSICIÓN CORPORAL Y SOMATOTIPO

Las áreas de la cineantropometría, composición corporal y somatotipo, aunque se estudian separadamente están muy relacionadas. Mientras que la primera determina los principales componentes que constituyen la masa corporal; la segunda analiza la morfología externa del individuo, pero en relación con la composición y el predominio de los distintos tejidos y sistemas que son los que configuran la apariencia física.

Dentro de la composición corporal se han establecido diferentes modelos en la caracterización de los más de 30 componentes principales. Estos se clasifican en 5 niveles de complejidad creciente: atómico, molecular, celular, tisular y corporal total²². La suma de los componentes de cada nivel ha de ser igual al peso corporal y en cada nivel pueden utilizarse distintas técnicas de medición.

En esta monografía nos vamos a limitar a ofrecer los valores estimados mediante la técnica antropométrica de dos de los componentes principales de la masa o peso corporal, la grasa corporal y la masa muscular, por ser los de mayor relevancia en medicina deportiva.

Los deportes que exigen correr, saltar, es decir, trasladarse en contra de la gravedad, se beneficiarán de porcentajes de grasa corporal bajos, ya que la grasa actúa como un peso inerte y aumenta el coste energético de la actividad. Mientras que aquellas modalidades deportivas donde se necesite fundamentalmente potencia y fuerza deberán desarrollar el componente muscular. La aceleración tiene una relación inversa con el peso corporal, por lo que cuando éste aumenta se necesitará más fuerza para mantener la misma aceleración. El sobrepeso debido al aumento del componente graso conlleva una sobrecarga al aparato locomotor por lo que aumenta la frecuencia de las lesiones y por último también disminuye la tolerancia al calor siendo un factor limitante en ciertas condiciones climáticas o en esfuerzos prolongados.

Es importante el estudio de la composición corporal a lo largo de la temporada, debido a que los cambios del peso corporal en un adulto sano y en estado de hidratación normal son debidos a las variaciones de los componentes graso y muscular, pudiendo mantenerse el peso estable debido a una disminución de la grasa corporal acompañada de un aumento del desarrollo muscular.

3.1 Estimaciones de grasa corporal

El estudio de la grasa corporal por la técnica antropométrica se basa fundamentalmente en la medición de los pliegues cutáneos que representan la grasa subcutánea o de reserva. Existen otros indicadores antropométricos indirectos como son el índice de masa corporal (IMC), el perímetro de cintura, el perímetro de cuello, la relación perímetro de cintura y perímetro de la cadera o simplemente el peso corporal según talla, sexo y edad. Estas variables aunque útiles en la población general y para screening de factores de riesgo cardiovasculares, no son válidas en los deportistas de competición, ya que no diferencian dentro del peso corporal, lo que corresponde a masa grasa y a masa muscular. Muchos casos etiquetados de sobrepeso por los índices antropométricos de composición corporal lo son a expensas de una mayor hipertrofia muscular.

3.1.1 Sumatorio de pliegues cutáneos

Como comentamos anteriormente, el perfil de los pliegues cutáneos nos da el patrón de la distribución de grasa subcutánea, mientras que los sumatorios de los pliegues cutáneos nos indican la cantidad de grasa subcutánea total. Según los distintos protocolos los sumatorios incluyen dos, tres, cuatro, seis, siete, ocho, nueve o más pliegues cutáneos de distintas localizaciones. El sumatorio más recomendado es el de seis pliegues cutáneos que incluye tanto pliegues de tronco como de extremidades. En nuestro Servicio, en el perfil figuran nueve pliegues cutáneos: pectoral, cresta iliaca, supraespinal, abdominal, bíceps, tríceps, subescapular, muslo anterior y pierna medial. En el informe antropométrico ofrecemos los sumatorios de cuatro, seis y ocho pliegues cutáneos por ser los más habituales en los diferentes estudios. El sumatorio de los nueve pliegues no lo incluimos debido a que el pliegue pectoral no figura en el protocolo completo de la ISAK y no es manejado por otros autores. En esta monografía hemos optado por los valores obtenidos de los sumatorios que revisando la literatura científica hemos encontrado más referencias, que son:

- 4 pliegues: tríceps, subescapular, supraespinal y abdominal.
- 5 pliegues: tríceps, bíceps, subescapular, cresta iliaca y pierna medial.

- 6 pliegues: tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo anterior y pierna medial.
- 7 pliegues: tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo anterior, pierna medial, bíceps.
- 8 pliegues: tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo anterior, pierna medial, bíceps y cresta iliaca.

Los sumatorios de pliegues cutáneos son los indicadores principales antropométricos del estudio de la composición corporal en el área de la medicina deportiva y son la mejor herramienta para la valoración y monitorización a lo largo de toda la temporada del deportista.

Los datos estadísticos descriptivos de los sumatorios mencionados se recogen al final en el anexo (tablas 16 y 17). Aquí mostramos los valores del sumatorio de seis pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo anterior y pierna medial) por ser el más utilizado y su histograma con la curva de normalidad teórica. Podemos comprobar como su distribución es asimétrica (hacia la izquierda), siendo más marcado en la muestra masculina, donde también la curtosis es mayor. Esto nos indica que los valores más altos son mucho menos frecuentes, y que la mayoría se agrupa alrededor de un rango, en la zona media-baja. Si recordamos los gráficos de los pliegues cutáneos, también estos tienen una asimetría y curtosis positiva, mayor en varones. Los pliegues con mayor desviación de la distribución normal en ambos muestras son: pectoral, bíceps y subescapular.

Los deportistas tienen menor panículo adiposo que la población general, dando una media más baja en el sumatorio de pliegues cutáneos; comparando con los datos de referencia australianos ⁸, 79 mm vs 102 en las mujeres; 53,2 mm vs 63,7 mm en los varones. Siendo el valor del percentil 50 de la mujer deportista inferior al percentil 25 de la mujer de referencia. En varones la diferencia es menor siendo el percentil 25 de la referencia el equivalente al percentil 40 de los deportistas. Esto nos indica que la media de la mayoría de los deportes femeninos estará por debajo del rango intercuartílico de la población general, mientras que la media de una parte de los deportes masculinos quedará en la parte inferior del rango intercuartílico de la referencia general.

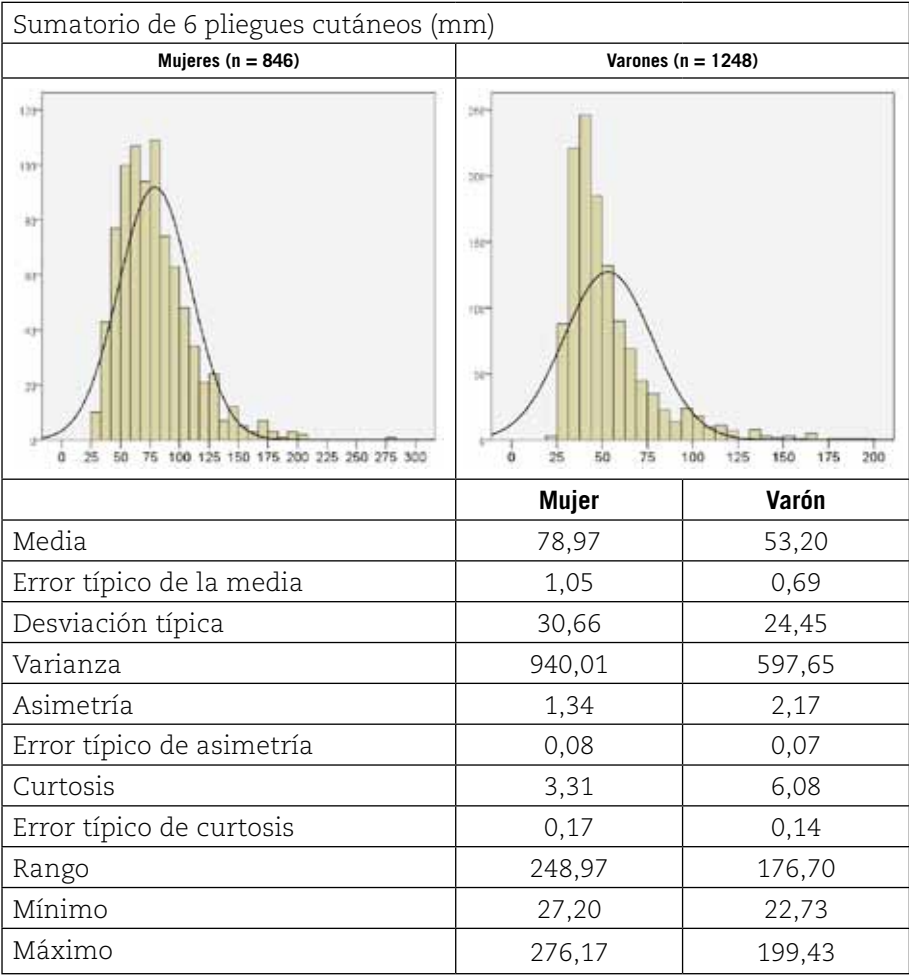


Gráfico 44. Distribución del sumatorio de 6 pliegues cutáneos.

El valor mínimo de la muestra femenina corresponde a una gimnasta de artística y de la muestra masculina a un saltador de longitud. Mientras que el valor más alto corresponde a una jugadora de rugby, delantera (primera línea) y a un tirador olímpico de foso.

En los siguientes gráficos podemos ver la media con más menos una desviación estándar del sumatorio de 6 pliegues cutáneos por

modalidades deportivas en orden alfabético, seleccionando solo las de un tamaño igual o mayor a cinco, y como quedan situadas respecto a los percentiles 5, 25, 50, 75 y 95 de la muestra deportista total.

En la muestra femenina se sitúan: inferior al P5: gimnasia artística. En P10: maratón y gimnasia rítmica. En P15: atletismo medio fondo y velocidad (400m). En P20: atletismo en las pruebas de, fondo y 3000 obstáculos. En P25: pruebas de atletismo de vallas, velocidad (100/200m), triatlón y natación (mariposa). Entre P25-30: salto de longitud. En P30: judo1 (-48kg y -52kg) y remo. Entre P30-35: salto con pértiga y pruebas combinadas. En P40: saltos de natación. Entre P45-50: marcha atlética, natación (espalda y estilos) y taekwondo1 (minimosca a ligero). Entre P50-55: lucha1 (de -48 kg a -63 kg), natación (libre) y fútbol. En P60: judo2 (-57kg-63kg), hockey hierba, pádel y kayak. Entre P60-65: beisbol, esquí alpino, rugby (defensas) y bádminton. Entre P65-70: baloncesto (1 y 2), esquí de montaña, halterofilia1(-49 kg a -58kg). En P70: boxeo (gallo, pluma y ligero) y esgrima (espada). Entre P70-75: balonmano y judo3 (-70kg). En P75: baloncesto (4 y 5), orientación y taekwondo2 (pluma y ligero). En P80: esgrima (sable). En P85: rugby (delanteras). Entre P85-90: tiro con arco y tiro olímpico. En P90: golf y waterpolo. Entre P90-95: judo4 (+-78kg) y lucha4 (-72kg).

En cuanto a las modalidades de la muestra masculina, tenemos en P15: atletismo fondo. En P20: atletismo medio fondo. En P20-25: salto de altura. En P25: pruebas de atletismo de maratón, salto de longitud y triple salto, velocidad (400 m), pruebas combinadas y ciclismo (carretera). Entre P25-30: atletismo vallas, 3000 obstáculos, velocidad (100/200m) y salto con pértiga. En P30: boxeo (mosca y mosca ligero), gimnasia artística, natación (espalda) y triatlón. Entre P30-35: judo1(-60kg y -66kg). En P40: natación (mariposa). En P45: marcha atlética, boxeo SLW (superligero y welter), lucha1 (-55 kg a -60 kg), natación (brazo) y saltos de natación. Entre P45-P50: judo2 (-73kg y -81kg) y kick boxing. En P50: boxeo PLG (gallo y ligero) y natación (libre). Entre P55-60: esquí de montaña, karate (katas), karate2 (-67kg y 75kg), lucha (-66kg a -84kg), piragüismo (kayak) y taekwondo2 (ligero y pluma). Entre P60-65: bádminton, esgrima (florete), boxeo (semipesado) y hockey hierba. En P65: fútbol, fútbol sala y orientación. En P70: piragüismo (canoas), baloncesto (1 y 2), esquí alpino y judo3 (-90kg). Entre P70-75: halterofilia2 (de-69 kg a -94 kg) y rugby (defensas). En P80: baloncesto (3, 4 y 5), pádel y waterpolo. Entre P80-85: esgrima (espada) y tiro con arco. En P85: lucha3 (67 kg),

esgrima (sable) y karate3 (+-84kg). Entre P85-90: balonmano. En P90: golf y rugby (delanteros). Entre P90-95: tiro olímpico. Entre P95-97: judo4(+/-100kg) y las pruebas de lanzamientos de atletismo.

Figura 11. Plicómetro o compás de pliegues utilizado. Marca Holtain (0 - 48 mm).



Figura 12. Plicómetro o compás de pliegues utilizado. Marca Slim Guide (0 - 80 mm).



Sumatorio de 6 pliegues cutáneos por modalidades deportivas.
Muestra femenina.

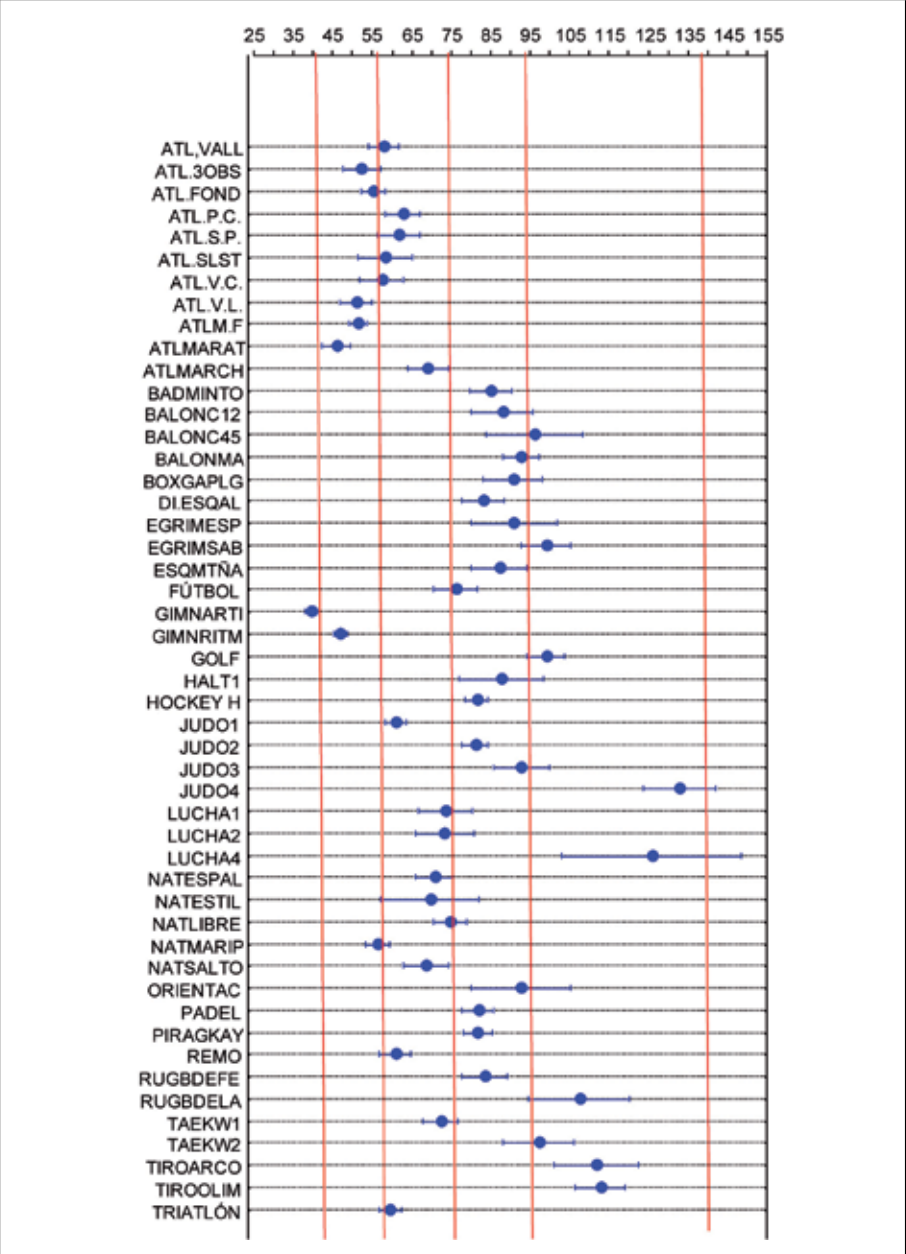


Gráfico 45 A. Media ± desviación estándar. Líneas percentiles 5, 25, 52, 75 y 95.

Sumatorio de 6 pliegues cutáneos por modalidades deportivas.
Muestra masculina.

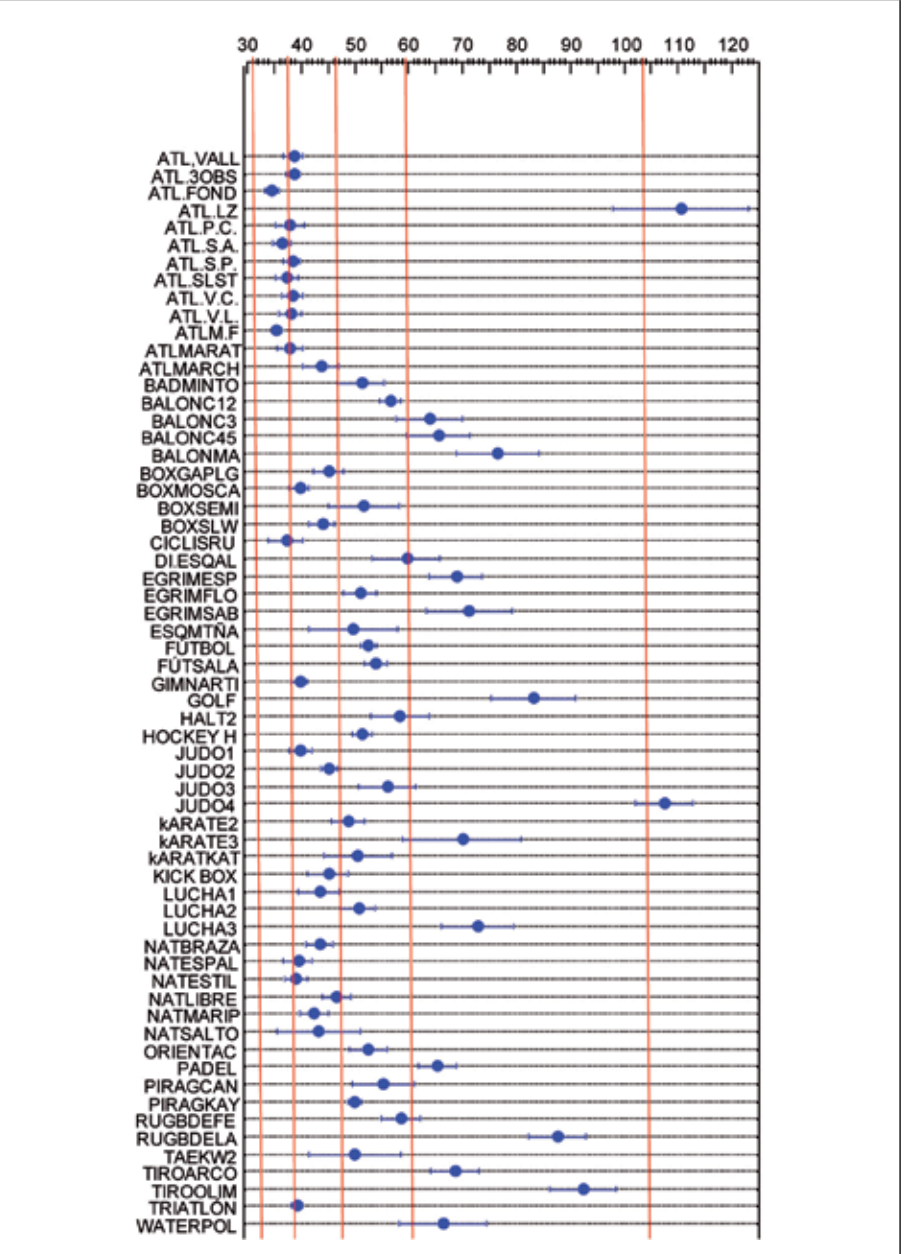


Gráfico 45 B. Media ± desviación estándar. Líneas percentiles 5, 25, 52, 75 y 95.

3.1.2 Porcentaje de grasa corporal

La grasa subcutánea o externa está relacionada con la grasa interna (visceral, intermuscular, intramuscular y esencial), pudiendo utilizarse los pliegues cutáneos o sus sumatorios como variables predictoras de la grasa corporal total. Existen en la literatura más de 100 ecuaciones de regresión desarrolladas por diferentes autores, a partir de mediciones antropométricas. La mayoría de los métodos primero calculan la densidad corporal y después el porcentaje de grasa corporal o grasa corporal relativa, basándose en un modelo bicompartimental (peso graso y peso libre de grasa). Algunas de ellas son específicas para una población determinada y otras en cambio, denominadas generalizadas, pueden usarse en cualquier tipo de población, siendo el pesaje hidrostático el método más comúnmente utilizado para su desarrollo.

En este trabajo ofrecemos los porcentajes de grasa obtenidos por cinco de las ecuaciones más difundidas tanto a nivel nacional como internacional para poder establecer estudios comparativos y para que puedan servir de referencia según las características de nuestra muestra. Aunque conviene recordar cuando valoremos al deportista por los porcentajes de composición corporal que estos son estimaciones que implican un error de mayor o menor cuantía, ya que asumen una serie de supuestos y constantes que no siempre se corresponden con la variabilidad biológica. Las dos primeras desarrolladas por Yuhasz^{23,24,25} son de aplicación en población adulta joven, la tercera de Whithers y col.^{26,27}, es específica para población deportista y las dos últimas de Durnin-Womersley²⁸ y de Jackson-Pollock²⁰, son ecuaciones generalizadas, por lo que como dijimos se pueden aplicar en cualquier población.

Estas ecuaciones son:

- Yuhasz_a (1962)²³ / Centro_b²⁴, Porcentaje de grasa:
 - varones_a: $5.783 + (0.153 * \Sigma 4 \text{ Pl.C.})$
 - mujeres_b: $7.9 + (0.213 * \Sigma 4 \text{ Pl.C.})$

$\Sigma 4 \text{ Pl.C.}$: sumatorio de los pliegues cutáneos tríceps, supraespinal, abdominal y subescapular en mm.
- Yuhasz (1974)²⁵, Porcentaje de grasa:
 - varones: $2,585 + (0,1051 * \Sigma 6 \text{ Pl.C.})$
 - mujeres: $3,58 + (0,1548 * \Sigma 6 \text{ Pl.C.})$

$\Sigma 6 \text{ Pl.C.}$: sumatorio de los pliegues cutáneos tríceps,

supraespinal, abdominal, subescapular, muslo anterior y pierna medial en mm.

- Whithers (1987)^{26,27}, Densidad Corporal:
 - varones: $1.0988 - (0.0004 * (\text{Pl.triceps} + \text{Pl.subescapular} + \text{Pl.biceps} + \text{Pl.supraespinal} + \text{Pl.abdominal} + \text{Pl. muslo anterior} + \text{Pl. pierna medial}))$
 - mujeres: $1.17484 - (0.07229 * (\text{Log} (\text{Pl.triceps} + \text{Pl.subescapular} + \text{Pl.supraespinal} + \text{Pl. pierna medial})))$
- Durnin-Womersley (1974)²⁸, Densidad Corporal:
 - varones:
 - >19 años: $1.1620 - \{0.0630 * \log (\Sigma 4 \text{ Pl. C.})\}$
 - 20-29 años: $1.1631 - \{0.0632 * \log (\Sigma 4 \text{ Pl. C.})\}$
 - 30-39años: $1.1422 - \{0.0544 * \log (\Sigma 4 \text{ Pl. C.})\}$
 - mujeres:
 - > 19 años: $1.1549 - \{0.0678 * \log (\Sigma 4 \text{ Pl. C.})\}$
 - 20-29 años: $1.1599 - \{0.0717 * \log (\Sigma 4 \text{ Pl. C.})\}$
 - 30-39años: $1.1423 - \{0.0632 * \log (\Sigma 4 \text{ Pl. C.})\}$

$\Sigma 4 \text{ Pl.C.}$: sumatorio de los pliegues cutáneos: bíceps, tríceps, crestailiaca y subescapular en mm.
- Jackson-Pollock (1985)²⁰, Densidad Corporal:
 - varones: $1.1125025 - (0.0013125 * (\text{Pl. pectoral} + \text{Pl. triceps} + \text{Pl. subescapular}) + (0.0000055 * (\text{Pl. pectoral} + \text{Pl. triceps} + \text{Pl. subescapular})^2) - (0.0002440 * \text{edad}))$
 - mujeres: $1.089733 - (0.0009245 * (\text{Pl. triceps} + \text{Pl. supraespinal} + \text{Pl. abdominal}) + (0.0000025 * (\text{Pl. triceps} + \text{Pl. supraespinal} + \text{Pl. abdominal})^2) - (0.0000979 * \text{edad}))$

Una vez calculada la Densidad Corporal (DC) en las tres últimas ecuaciones se estima el porcentaje de grasa mediante la fórmula de Siri (1956)²⁹: $((4,95/\text{DC}) - 4,5) * 100$

En las tablas 18 y 19 del Anexo se recogen los datos estadísticos descriptivos de la muestra femenina y masculina respectivamente. En éstas podemos observar las diferencias en los valores obtenidos según la fórmula aplicada. Tanto en la muestra femenina como masculina la media más alta es la estimada por la ecuación de Durnin-Womersley (D-W). Mientras que la media más baja en la muestra femenina la da

la ecuación de Yuhasz (Y_b) y en la masculina la ecuación de Jackson-Pollock (J-P).

El valor individual de porcentaje de grasa más bajo estimado en varones fue de 2% por el método de Jackson-Pollock, perteneciente a un mediofondista de 19 años; y en mujeres de 4,5% por el método de Withers, correspondiente a una gimnasta de artística de 16 años. El valor más alto de porcentaje de grasa obtenido en varones fue de 39,6% por el método de Whithers, perteneciente a un tirador olímpico de 18 años; y en mujeres de 48,5% por el método de Yuhasz/Centro obtenido por una jugadora de rugby de 23 años. Como mencionamos se excluyeron en este estudio los deportistas con IMC en rango de obesidad tipo II y en malnutrición severa.

Si situamos las modalidades deportivas según su valor medio en los respectivos percentiles de la población deportista, vemos a las modalidades de gran fondo (maratón y atletismo fondo) y las de gimnasia (artística y rítmica) en el rango muy bajo, seguidos también de las pruebas que requieren además de capacidad aeróbica, velocidad, saltar contra la gravedad o bajo peso corporal como atletismo medio fondo, marcha, velocidad (400 m), saltos (longitud, altura, pértiga), judo (-60 kg, -66 kg), ciclismo o triatlón.

En los rangos muy altos, están los deportes en los que la composición corporal no es un limitante importante en su rendimiento como los deportes de precisión o el golf y también aquellos que requieren de un gran peso corporal total, como los lanzadores (peso y martillo). Seguidos en rango alto de baloncesto (puesto 5), lanzamiento de disco y boxeo (-81 kg y -91kg).

En el rango intercuartílico de la muestra deportiva, se encuentran en la zona media e inferior, velocidad (100m/200m), pruebas combinadas, halterofilia (-67kg), boxeo (-63.5 kg), y esquí de fondo. En la zona central, deportes de equipo como hockey hierba, fútbol, voleibol, baloncesto (puesto 1), también remo, piragüismo, natación y deportes de combate como florete, boxeo (-67 kg, -81 kg) y judo (-73kg, -81 kg). Y en la zona media superior: baloncesto (puestos 2,3 y 4), lanzamiento de jabalina, esquí alpino, halterofilia (-83 kg, -91 kg), judo (-90 kg) y esgrima (espada y sable) ³⁰.

A continuación ofrecemos los datos estadísticos y la distribución en un histograma de los datos obtenidos por la ecuación de Whithers ^{26,27}.

Llama la atención como la distribución en la muestra femenina sigue la curva normal, mientras que la muestra masculina está desviada hacia la izquierda y con una curtosis positiva, concentrándose los deportistas alrededor de unos valores medios-bajos. Si comparamos con los datos obtenidos por los autores en la muestra utilizada, población deportista australiana, para el desarrollo de sus ecuaciones, tenemos que el valor medio del porcentaje de grasa es muy similar 18,1±5,1% frente a 18,5 ± 5,2% en mujeres; y 10,1 ±4,5% frente a 10±3,7% en varones.

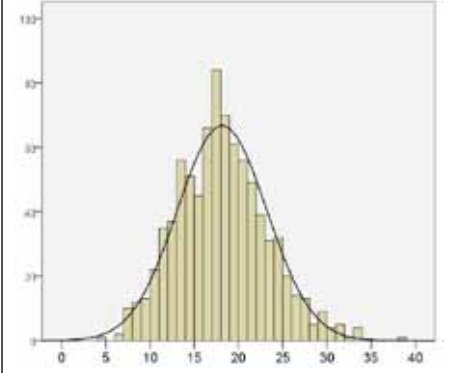
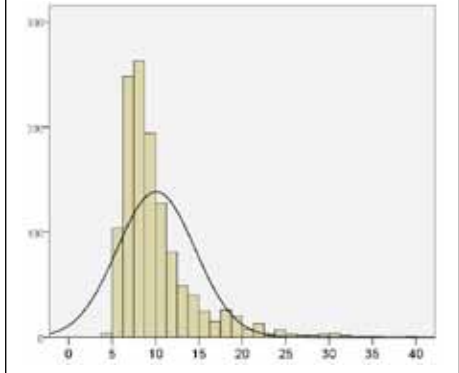
Porcentaje de grasa por Whithers		
	Mujeres (n = 846)	Varones (n = 1248)
		
	Mujer	Varón
Media	18,14	10,07
Error típico de la media	0,17	0,13
Desviación típica	5,07	4,49
Varianza	25,75	20,20
Asimetría	0,35	2,30
Error típico de asimetría	0,08	0,07
Curtosis	0,21	7,07
Error típico de curtosis	0,17	0,14
Rango	33,85	35,03
Mínimo	4,50	4,53
Máximo	38,40	39,56

Gráfico 46. Distribución del porcentaje de grasa por Whithers.

3.2 Estimaciones de masa muscular

La masa muscular al igual que el componente graso se puede estudiar de forma regional por estimación de las áreas musculares transversales (CSA: cross sectional area, área de sección transversal) que se basa en la medición de los perímetros corregidos por sus respectivos pliegues cutáneos a diferentes niveles y que nos indican el mayor o menor desarrollo muscular ³¹ o bien de forma global mediante ecuaciones de regresión que correlacionan las medidas antropométricas con otras técnicas como son el estudio en cadáveres como la propuesta por Martin ³² ó por técnicas de imagen como la desarrollada por Lee ³³. También existen índices antropométricos que no valoran la masa muscular directamente sino la masa libre de grasa (MLG) en relación a la altura, de forma similar al IMC, pero con diferentes factores.

En medicina deportiva la valoración del componente muscular tiene gran importancia, ya que tiene una relación directa con la fuerza que el deportista puede generar. En ciertas modalidades deportivas la diferencia en la composición corporal de los atletas no radica en el componente graso sino en el componente muscular, siendo más determinantes del rendimiento deportivo el grado de desarrollo alcanzado y su perfil regional. También según la prueba específica que se practique será más importante la valoración de la masa muscular absoluta (kg) o de la masa muscular relativa (%).

3.2.1 Áreas musculares transversales

Las áreas musculares transversales (CSA) se determinan fundamentalmente en las extremidades donde el grado de desarrollo muscular suele ser mayor y además es donde el error de estimación es menor, ya que en la mayoría de ellas se asume que el perímetro corporal que medimos al nivel fijado corresponde a una circunferencia y utilizan la fórmula geométrica del área del círculo para su cálculo, en algunos casos se aplica posteriormente un factor de corrección.

Los deportes se caracterizan por un mayor o menor desarrollo muscular según la zona que más se implica en el gesto deportivo. Así, los piragüistas o los gimnastas tienen un claro predominio del tren superior sobre el inferior, mientras que por el contrario los ciclistas donde alcanzan el mayor desarrollo muscular es a nivel inferior ³⁰. Los deportistas de halterofilia son los que dan valores más altos tanto a nivel superior como inferior. También las áreas musculares son

utilizadas para predecir la fuerza muscular y la fuerza por unidad de CSA muscular. Se estima que como media el 50% de la varianza en la fuerza del brazo es explicada por su CSA ³⁴.

El cálculo se efectuó mediante las siguientes ecuaciones ³¹:

- CSA de brazo:

$$\{(\text{Perímetro del brazo} - (3.1416 * \text{pliegue de tríceps}))^2 / (4 * 3.1416)\} - k$$
(k = 10 para varones; k = 6,5 para mujeres)
- CSA de muslo:

$$(\text{Perímetro del muslo medio} - (3.1416 * \text{pliegue de muslo anterior}))^2 / (4 * 3.1416)$$
- CSA de pierna:

$$(\text{Perímetro de la pierna máxima} - (3.1416 * \text{pliegues de pierna medial}))^2 / (4 * 3.1416)$$
(Unidades en cm en todas las variables)

Para otras zonas podemos basarnos en los valores directos de los perímetros corporales, como el perímetro de antebrazo o los perímetros de los hombros y del tórax, estos últimos nos servirán para valorar el desarrollo muscular de la parte superior del tronco. El perímetro del tórax lo podemos corregir por el pliegue del subescapular; y el perímetro del antebrazo también podríamos corregirlo por el pliegue cutáneo correspondiente. El control periódico de las CSA y de ciertos perímetros corporales nos van a indicar a lo largo de la temporada el grado de hipertrofia muscular alcanzado con el entrenamiento.

El resumen de los valores estadísticos con los percentiles de las áreas musculares transversales a los tres niveles descritos los recogemos en las *tablas 20 y 21* del anexo. Aquí mostramos su distribución y el resto de la estadística.

En mujeres el valor mínimo de CSA de brazo corresponde a una atleta de medio fondo y el valor máximo a una lanzadora de martillo. En la muestra masculina el valor mínimo corresponde a un corredor de fondo y el valor máximo a un lanzador de peso.

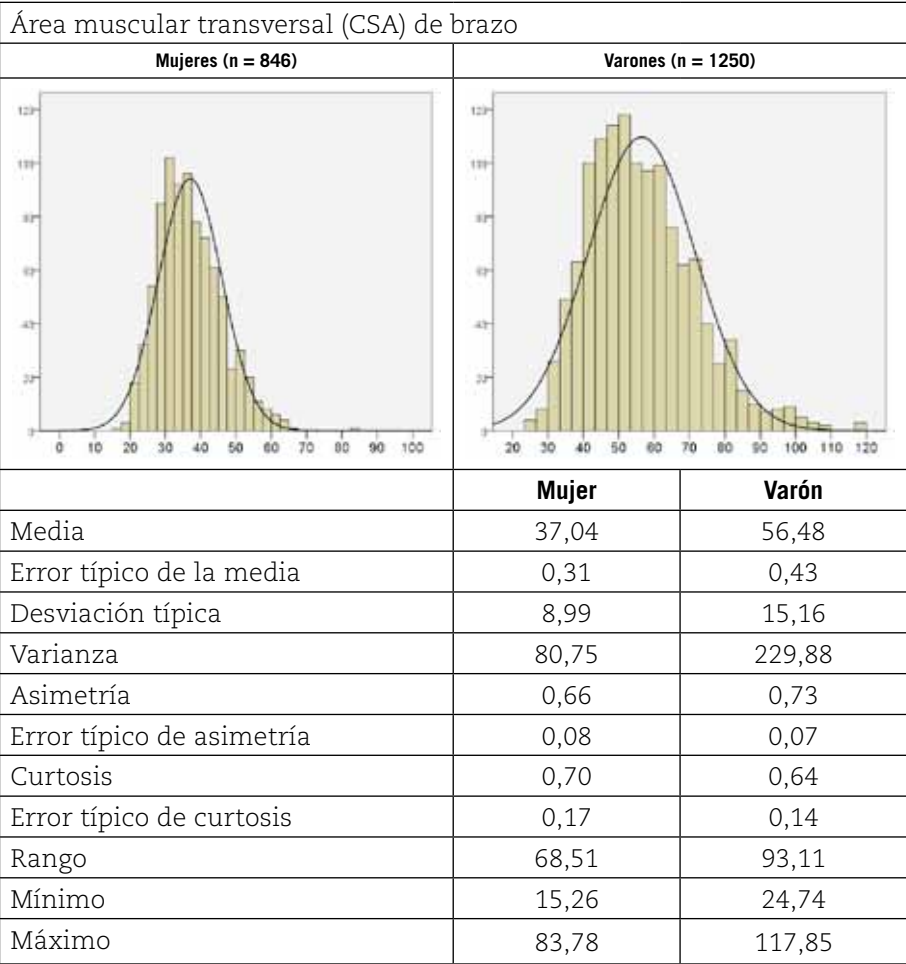


Gráfico 47. Distribución del área muscular transversal del brazo.

Representamos gráficamente la media con más menos una desviación estándar del área transversal muscular a nivel del brazo por modalidades deportivas en orden alfabético, seleccionando solo las de un tamaño igual o mayor a cinco, y su situación respecto a los percentiles 5, 25, 50, 75 y 95.

Podemos comprobar como las modalidades deportivas que están por encima del P95, indicativo de desarrollo músculo-esquelético muy alto a este nivel son: rugby masculino (delanteros), lucha4 y judo4. Entre P75-95, que nos indica un alto desarrollo muscular en brazo son: lanzamientos de atletismo, baloncesto (4 y 5), balonmano (masculino), judo2 (femenina) y judo3, lucha2 y 3, natación (espalda, libre, mariposa y saltos), piragüismo (kayak y canoa), rugby femenino (delanteras) y masculino (defensas), gimnasia artística (masculina), halterofilia2. Entre P50-75, rango medio-alto se sitúan: de atletismo pruebas combinadas, salto con pértiga, velocidad 100/200 m femenina, bádminton, baloncesto (1, 2 y 3), balonmano femenino, boxeo femenino (ligero, gallo y pluma), boxeo masculino (semipesado), gimnasia artística femenina, halterofilia femenina1, esquí alpino masculino, judo1, judo2 masculino, lucha 1 femenina, karate 3, natación femenina estilos, remo m. femenina y rugby femenino (defensa). Entre P50-25, rango medio-bajo están: atletismo vallas, salto de altura, de longitud y triple salto, velocidad (400) y 200/100 masculino, boxeo SLW (superligero y welter), esgrima (espada, florete masculino y sable masculino), fútbol femenino, fútbol sala, esquí alpino femenino, golf, hockey hierba, karate2, karate katas y kickboxing, lucha1, natación saltos femenino, pádel femenino, taekwondo2, tiro olímpico y triatlón. Entre P25-5, bajo desarrollo muscular figuran: de atletismo los 3000 obstáculos, medio fondo y marcha, boxeo masculino (ligero, gallo y pluma; mosca y mosca ligero), ciclismo carretera, esquí de montaña, esgrima sable (femenino), gimnasia rítmica, orientación, taekwondo 1 femenino y tiro con arco femenino. Con media inferior o igual al P5, es decir, con escaso desarrollo muscular en brazo están las pruebas de fondo de atletismo y maratón.

Área muscular transversal del brazo por modalidades deportivas.
Muestra femenina.

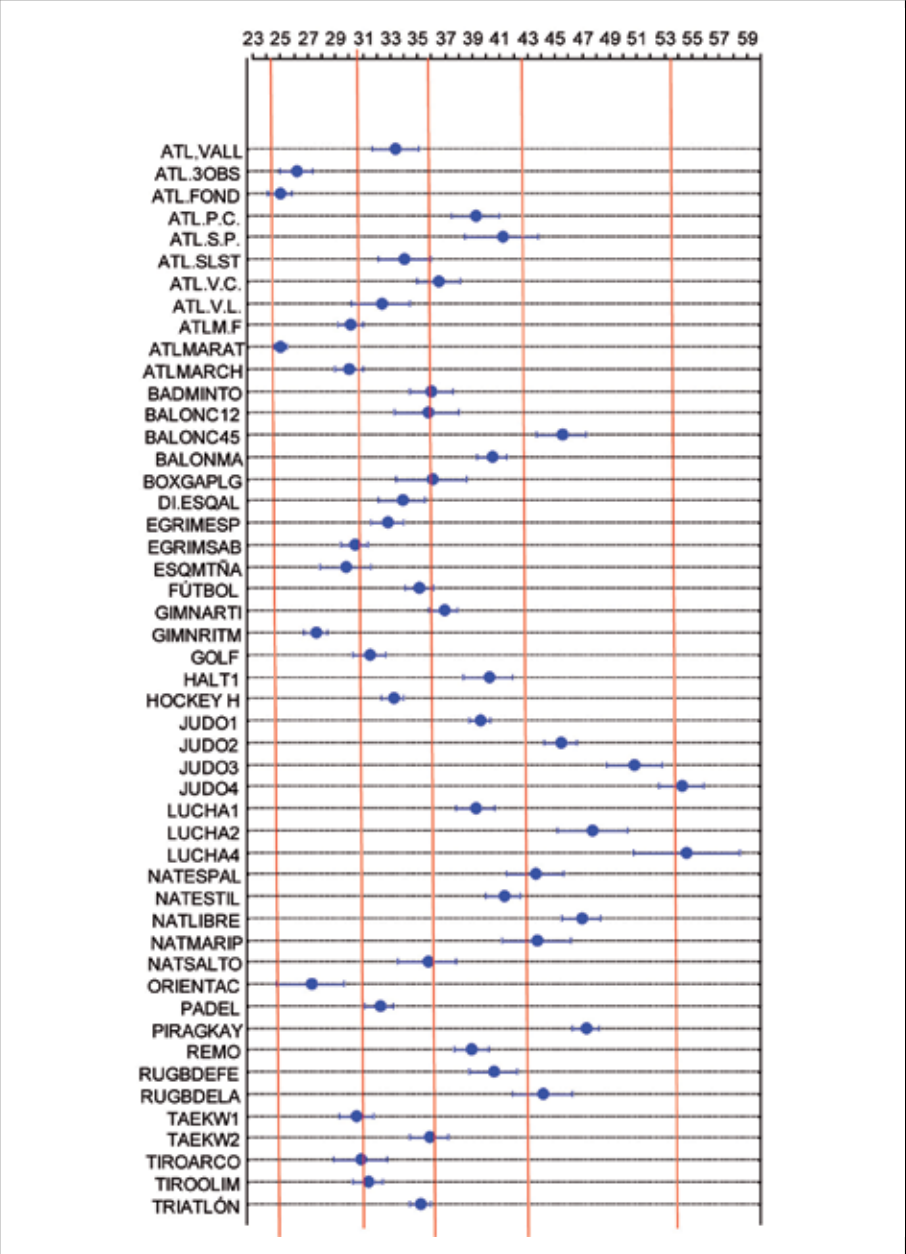


Gráfico 48 A. Media $\pm$ desviación estándar. Líneas percentiles 5, 25, 52, 75 y 95.

Área muscular transversal del brazo por modalidades deportivas.
Muestra masculina.

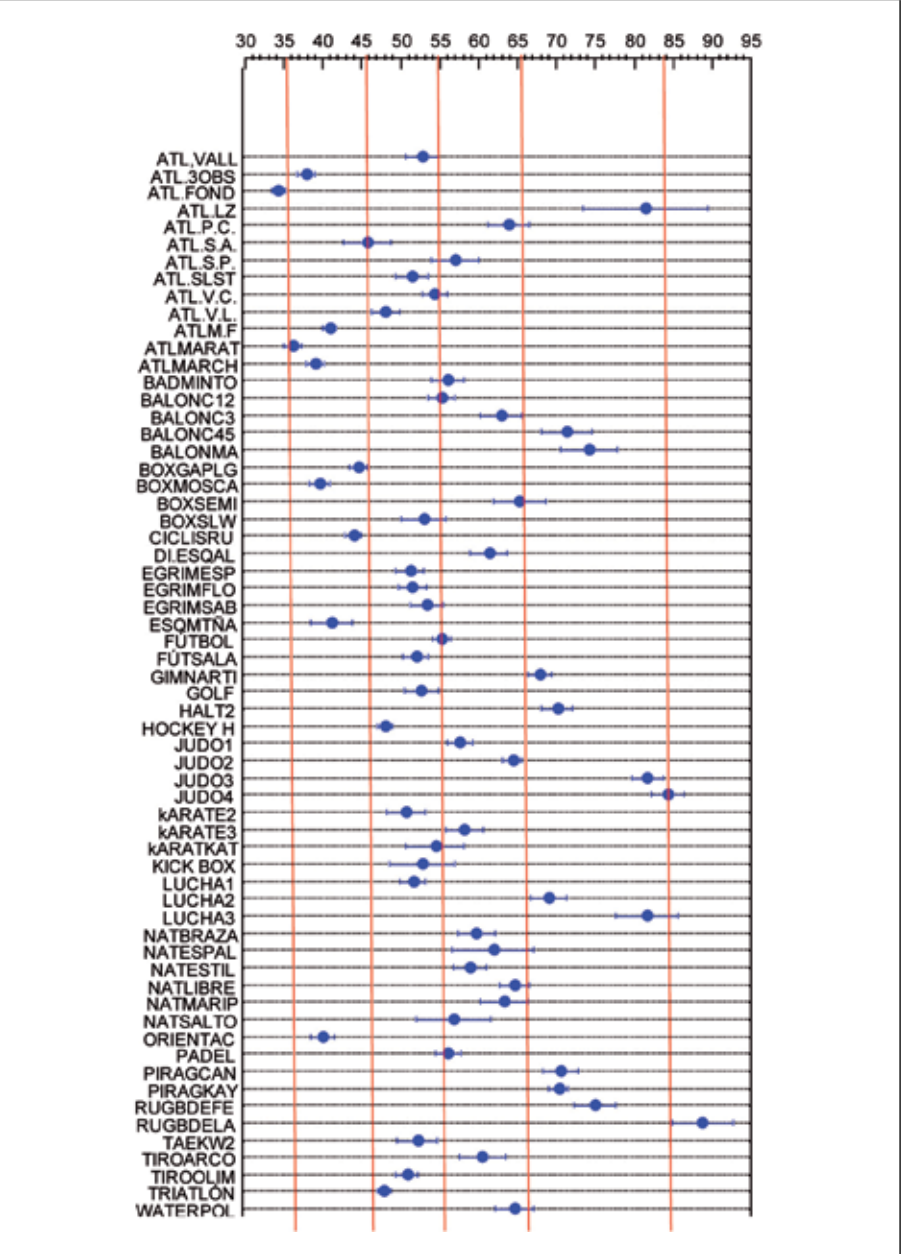


Gráfico 48 B. Media $\pm$ desviación estándar. Líneas percentiles 5, 25, 52, 75 y 95.

En la muestra femenina la mínima CSA de muslo se obtuvo en una tiradora olímpica de pistola y el valor máximo correspondió a una lanzadora de martillo. En varones la mínima corresponde a un tirador de skeet olímpico y la máxima a un lanzador de disco.

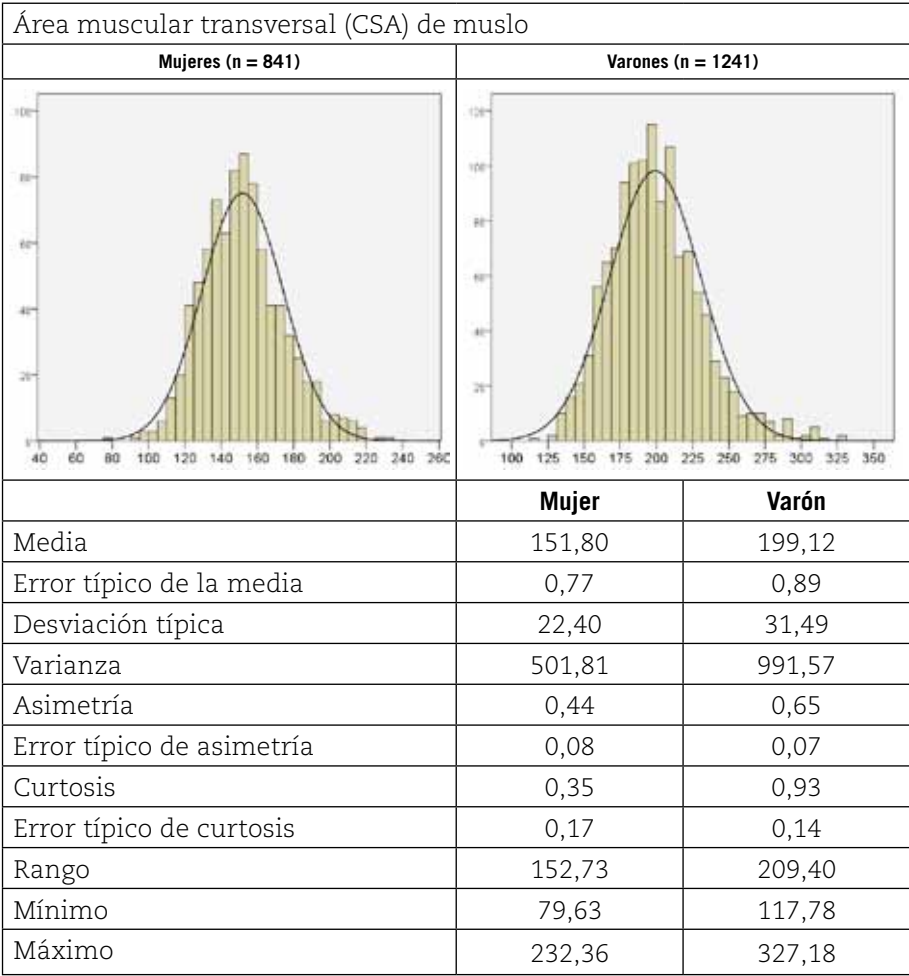


Gráfico 49. Distribución del área muscular transversal del muslo.

El área transversal a nivel del muslo por modalidades deportivas junto a los percentiles de la muestra general se ofrece en los siguientes gráficos.

Las modalidades deportivas que están por encima del P95, indicativo de desarrollo músculo-esquelético muy alto a nivel del muslo son: lanzamientos de atletismo y rugby masculino (delanteros). Entre P75-95, que nos indica un alto desarrollo muscular son: de atletismo pruebas combinadas, salto con pértiga femenino, velocidad 100/200 femenina, baloncesto(3, 4 y 5), balonmano (masculino), esgrima sable masculino, halterofilia1 femenina, halterofilia2, judo 3 y 4, lucha 3 masculina, lucha4 femenina, remo femenino, rugby femenino (delanteras), rugby masculino (defensas) y taekwondo2 (femenina). Entre P50-75, rango medio-alto se sitúan: atletismo vallas, salto de altura, longitud, triple salto, salto con pértiga masculino, velocidad 100/200 masculina, velocidad 400, bádminton, baloncesto masculino (1 y 2), balonmano femenino, boxeo (semipesado), ciclismo carretera, esquí alpino, esgrima espada, esgrima masculina de florete y femenina de sable, fútbol, fútbol sala, hockey hierba femenino, judo2 femenino, karate 3, lucha2, natación mariposa, natación libre femenina, pádel masculino, piragüismo canoa, taekwondo2 masculino, rugby femenino defensas y tiro con arco masculino. Entre P50-25, rango medio-bajo están: atletismo 3000 obstáculos femenino, medio fondo, marcha femenina, baloncesto femenino (1 y 2), boxeo femenino (ligero, gallo y pluma), boxeo masculino superligero y welter, golf masculino, hockey hierba masculino, judo1, judo2 masculino, kárate2 masculino, katas, lucha1 femenino, natación braza masculino, natación espalda, estilos y saltos, orientación, pádel femenino, piragüismo kayak, tiro olímpico masculino, tiro con arco femenino, triatlón y waterpolo masculino. Entre P25-5, bajo desarrollo muscular figuran: de atletismo maratón, fondo, 3000 obstáculos masculino, marcha masculina, boxeo masculino (ligero, gallo y pluma), esquí de montaña, esgrima sable (femenino), gimnasia rítmica, gimnasia artística, golf femenino, kickboxing, lucha1 masculino, taekwondo 1 femenino y tiro olímpico femenino. Con media inferior o igual al P5, es decir, con escaso desarrollo muscular en muslo se encuentra boxeo en las categorías más bajas mosca y mosca ligero.

Área muscular transversal de muslo por modalidades deportivas.
Muestra femenina.

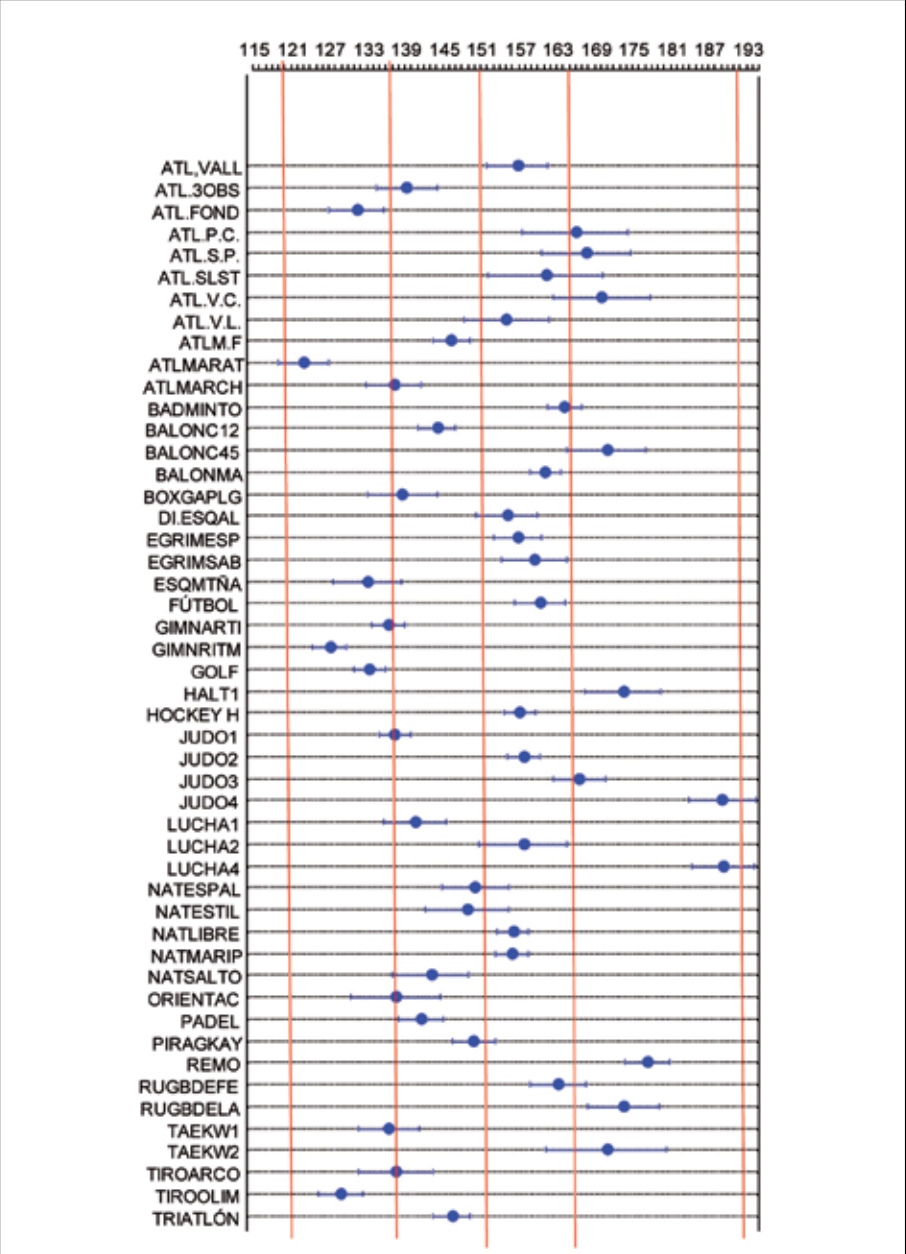


Gráfico 50 A. Media $\pm$ desviación estándar. Líneas percentiles 5, 25, 52, 75 y 95.

Área muscular transversal de muslo por modalidades deportivas.
Muestra masculina.

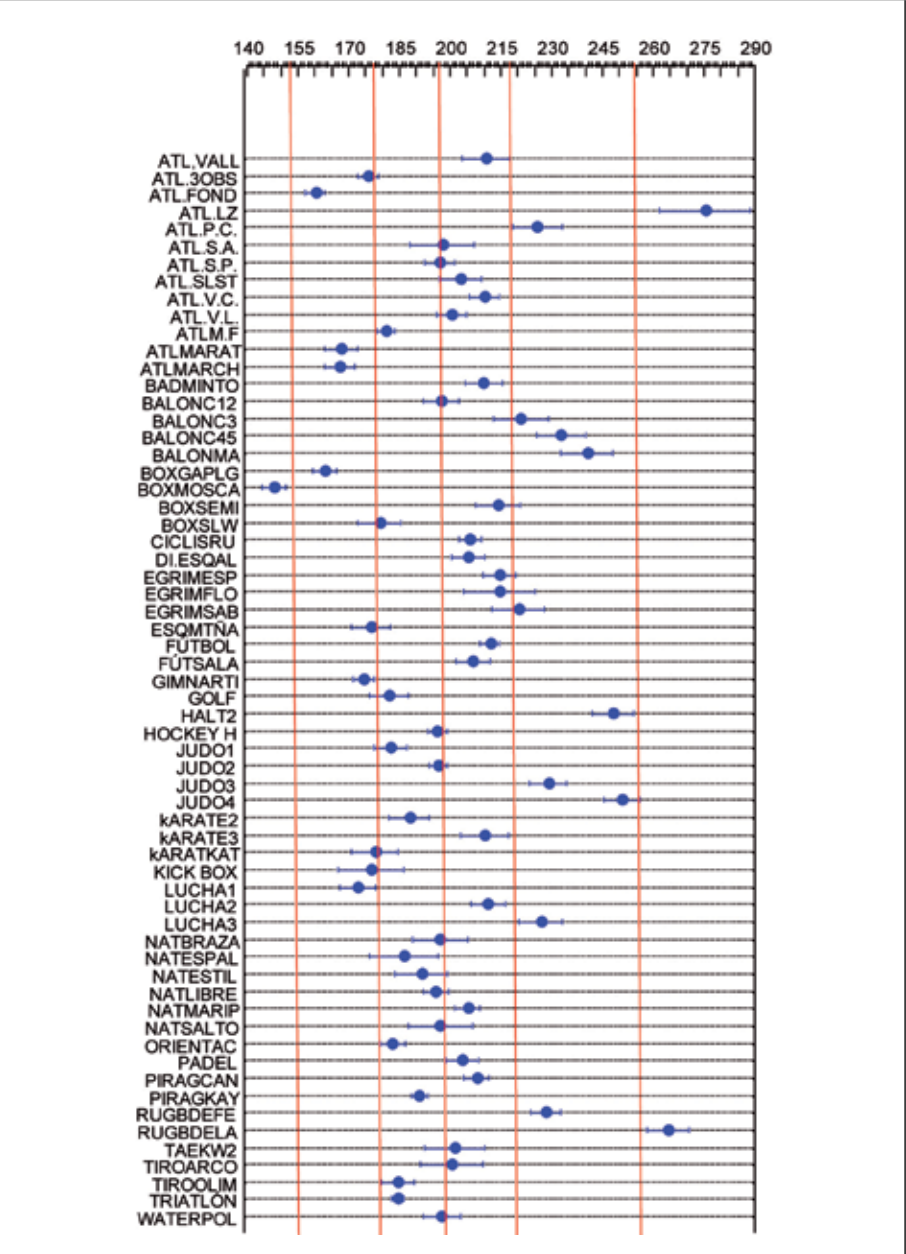


Gráfico 50 B. Media $\pm$ desviación estándar. Líneas percentiles 5, 25, 52, 75 y 95.

La CSA de pierna obtuvo su mínimo valor en la muestra femenina en esgrima en una tiradora de sable y el máximo en una pívot de baloncesto. En la muestra masculina el valor mínimo correspondió a un maratoniano y el valor máximo a un judoka de la categoría de más de 100 kg de peso.

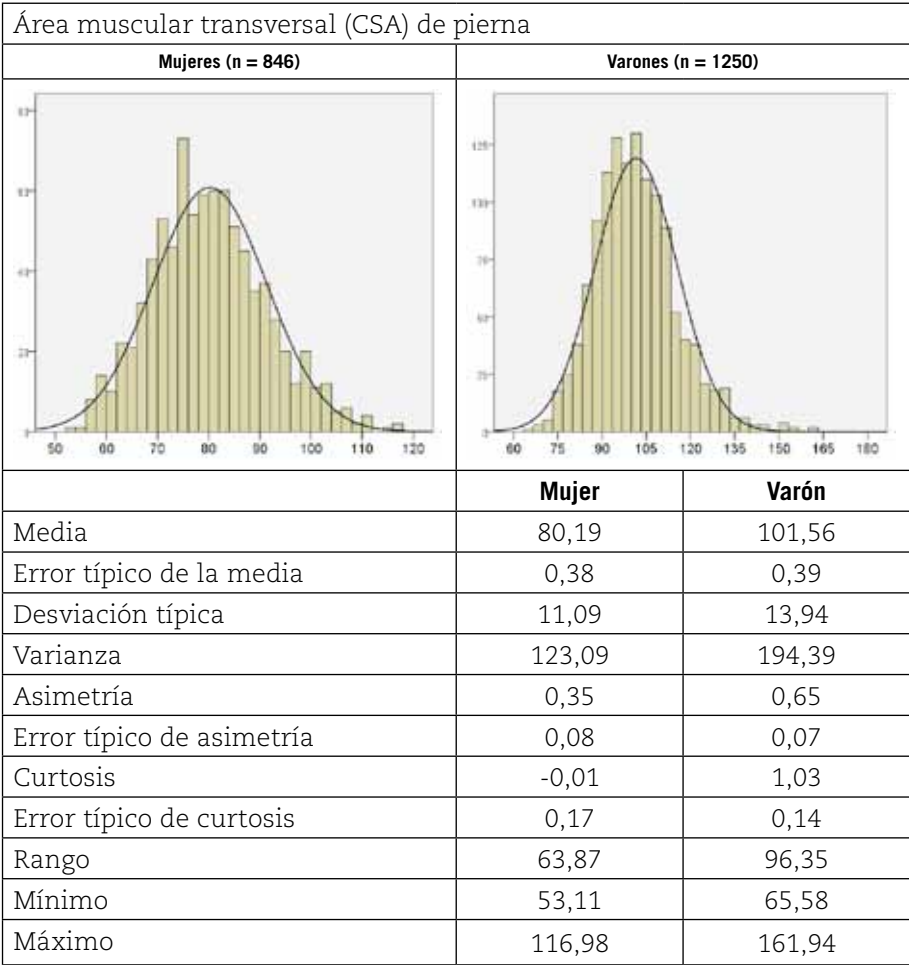
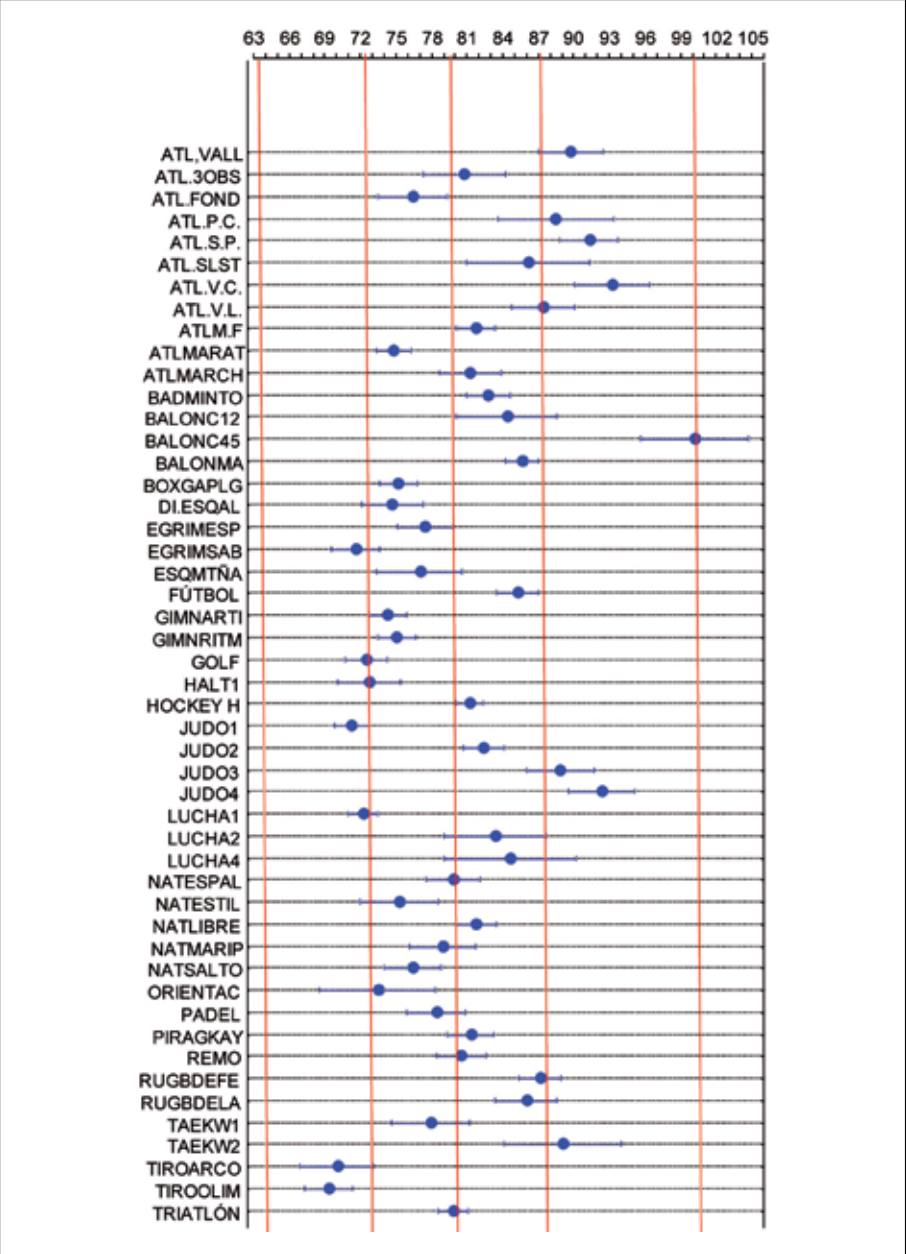


Gráfico 51. Distribución del área muscular transversal de la pierna.

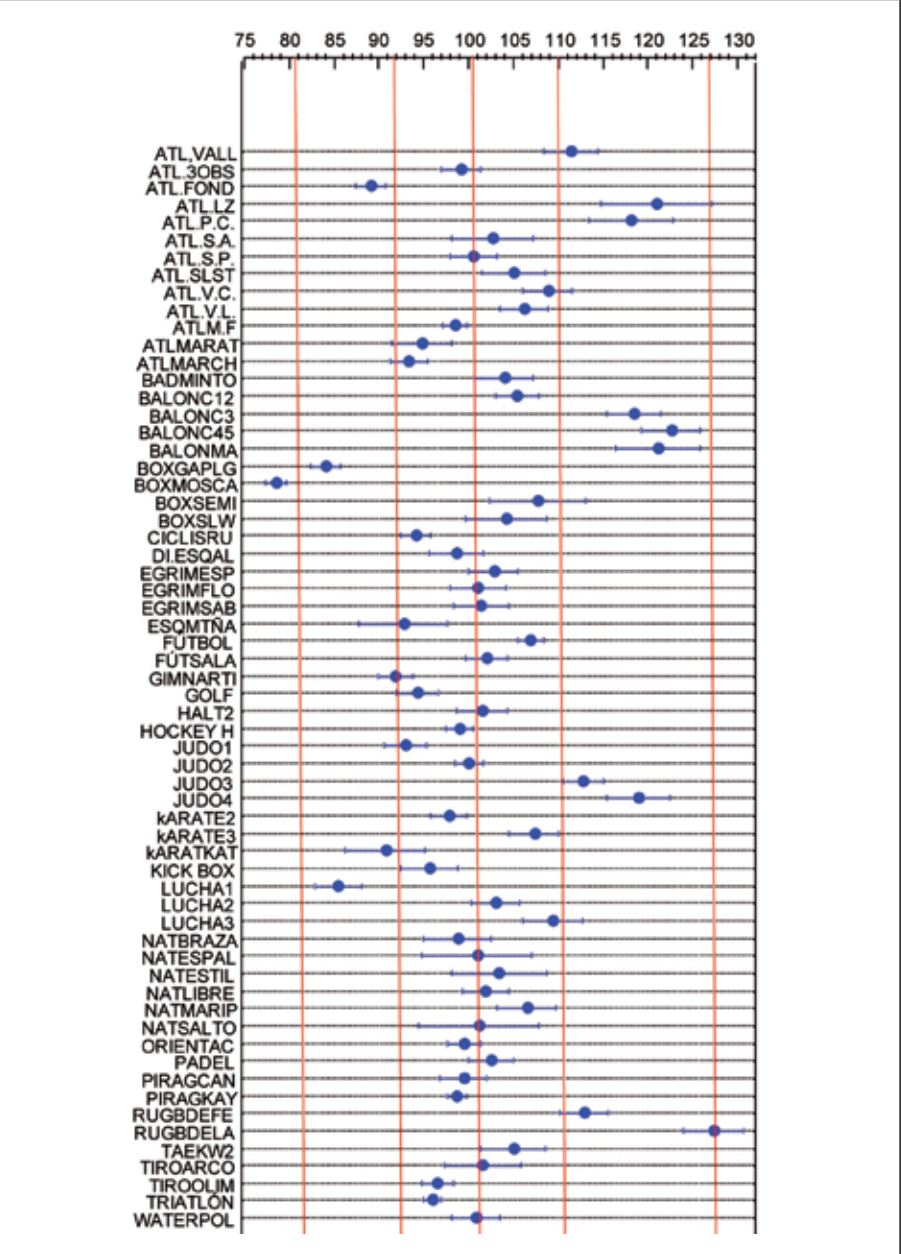
La media y su desviación del área transversal de pierna de las modalidades deportivas de la muestra se recogen en los gráficos siguientes.

Las modalidades deportivas que están por encima del P95, indicativo de desarrollo músculo-esquelético muy alto en la pierna son: baloncesto femenino (4 y 5) y rugby masculino (delanteros). Entre P75-95, que nos indica un alto desarrollo muscular en pierna están: lanzamientos, vallas, pruebas combinadas de atletismo, salto con pértiga femenino, velocidad femenino, baloncesto masculino (3, 4 y 5), balonmano masculino, judo 3 y 4, rugby masculino (defensas), y taekwondo2 femenino. Entre P50-75, rango medio-alto se sitúan: de atletismo 3000 obstáculos femenino, salto de altura, longitud y triple salto, salto con pértiga masculino, medio fondo, marcha, velocidad masculina, bádminton, baloncesto (1y 2), balonmano femenino, boxeo (semipesado, superligero y welter), esgrima masculino, fútbol, fútbol sala, halterofilia 2 masculina, hockey hierba femenina, judo2 femenino, karate3 masculino, lucha2 y 4 femenino, lucha 2 y 3 masculina, natación espalda, libre, natación estilos masculino, natación saltos masculina, pádel masculino, piragüismo kayak femenino, remo femenino, rugby femenino, taekwondo2 masculino, tiro con arco masculino, triatlón femenino y waterpolo masculino. Entre P50-25, rango medio-bajo están: atletismo 3000 obstáculos masculino, medio fondo masculino, marcha masculina, fondo femenino y maratón, boxeo femenino (gallo, pluma, ligero), ciclismo carretera, esquí alpino, esgrima femenina espada, esquí de montaña, gimnasia artística, gimnasia rítmica, golf, halterofilia1 femenina, hockey hierba masculino, judo1 y 2 masculino, karate2 masculino, kickboxing, natación femenina (estilos, mariposa y saltos), natación braza masculino, orientación, pádel femenino, piragüismo masculino (kayak y canoa), taekwondo1 femenino, tiro olímpico masculino y triatlón masculino. Entre P25-5, bajo desarrollo muscular figuran: atletismo fondo masculino, boxeo masculino (ligero, gallo y pluma), esgrima sable femenino, judo1 femenino, karate katas masculino, lucha1, tiro con arco femenino y tiro olímpico femenino. Con media inferior o igual al P5, es decir, con escaso desarrollo muscular en pierna está boxeo masculino (mosca y mosca ligero).

Área muscular transversal de pierna por modalidades deportivas.
Muestra femenina.



Área muscular transversal de pierna por modalidades deportivas.
Muestra masculina.



3.2.2 Porcentaje de masa muscular

La estimación del porcentaje de masa muscular como comentamos se realiza mediante ecuaciones de regresión, al igual que con el porcentaje de grasa existen diferentes propuestas según edad, sexo o grupo étnico, que pueden utilizar también distintos métodos de “gold estándar”. Otra vía es la propuesta por de Rose y Guimaraes³⁵ que es calcular el valor del resto de los componentes (modelo tetracompartimental) que constituyen la masa corporal: masa grasa, masa ósea y masa residual y por sustracción estimar la masa muscular. Este último método ha estado ampliamente difundido a nivel nacional³⁵, aunque a nivel internacional su aplicación es muy limitada. Aunque en numerosos trabajos se estima la masa muscular en mujeres aplicando la ecuación de Martín y col.³², hemos de comentar que no es totalmente correcto debido a que la ecuación solo está validada para varones.

- Masa Muscular (gr) estimada por la E. de Martin y col.(1990)³² =

$$\text{Estatura} * \{(0.0553 * P.\text{muslo corregido}^2) + (0.0987 * P.\text{antebrazo}^2) + (0.0331 * P.\text{pierna corregido}^2)\} - 2445$$

Perímetros corregidos:

Perímetro muslo medio – $(3.1416 * \text{Pliegue muslo anterior})$.
 Perímetro pierna máxima – $(3.1416 * \text{Pliegue pierna medial})$.
 (Unidades en cm.)

- Masa Muscular (gr) estimada mediante la E. de Lee y col.(2000)³³:

$$\text{Estatura} * ((.00744 * (p.\text{brazo relajado corregido})^2) + (.00088 * (p.\text{muslo corregido})^2) + (.00441 * (p.\text{pierna máxima corregido})^2)) + (2,4 * \text{sexo}) - (.048 * \text{edad}) + \text{raza} + 7,8$$

Estatura en metros

Perímetros corregidos (unidades en cm):

Perímetro brazo relajado – $(3.1416 * \text{Pliegue tríceps})$
 Perímetro muslo medio – $(3.1416 * \text{Pliegue muslo anterior})$.
 Perímetro pierna máxima – $(3.1416 * \text{Pliegue pierna medial})$.

Sexo: mujer = 0; varón = 1.

Raza: asiática= -2; negra=1.1; caucásica = 0

- Masa muscular según método de De Rose y Guimaraes³⁵:

$$\text{Masa muscular (kg)} = \text{masa corporal} - (\text{masa grasa} + \text{masa ósea} + \text{masa residual})$$

- La masa grasa la estimamos por la ecuación de Yuhasz (1962).
- La masa residual según ecuación de Wurch:
 varones: $\text{Peso total (kg)} * 0.241$
 mujeres: $\text{Peso total (kg)} * 0.209$
- La masa ósea por la Ecuación de von Döbeln, modificada por Rocha:

$$3.02 * \{(\text{Talla}^2 (\text{m}) * \text{Diámetro biestiloideo (m)} * \text{Diámetro biepicondíleo de Fémur (m)} * 400)^{0.712}\}$$

Posteriormente calculamos el porcentaje respecto al peso o masa corporal total. La estadística descriptiva de los resultados obtenidos se recoge en las *tablas* 22 y 23 del Anexo. Si observamos los valores obtenidos por cada ecuación, comprobamos la de Lee da un rango inferior y la de Martin un rango superior, siendo las diferencias entre sexos menores con la estrategia de De Rose y Guimaraes. Recordemos que esta última calcula de forma indirecta el componente muscular y depende por tanto de lo estimado en los otros componentes del peso corporal.

Elegimos para mostrar la distribución de los valores de la muestra la ecuación de Lee³³ por ser la que se puede aplicar tanto en varones como mujeres y en los tres grupos raciales generales. Podemos comprobar que aunque la asimetría no llega a la unidad, tiene un valor negativo, indicando que hay desvío de los valores hacia la derecha, siendo menos frecuentes los deportistas con valores bajos. Comparando con la media obtenida en población general sedentaria por los autores de la ecuación, vemos como era esperable que los deportistas tienen valores superiores, mujeres un 40,4 % frente a 33,1%; y varones 46 % frente a 41,3%; siendo la diferencia más marcada en la mujer, si bien la edad de la muestra era ligeramente superior.

En la muestra femenina el porcentaje más bajo se obtuvo en una tiradora de espada y el más alto en una gimnasta de artística. En la masculina el más bajo lo dio un tirador olímpico y el más alto también un gimnasta de artística.

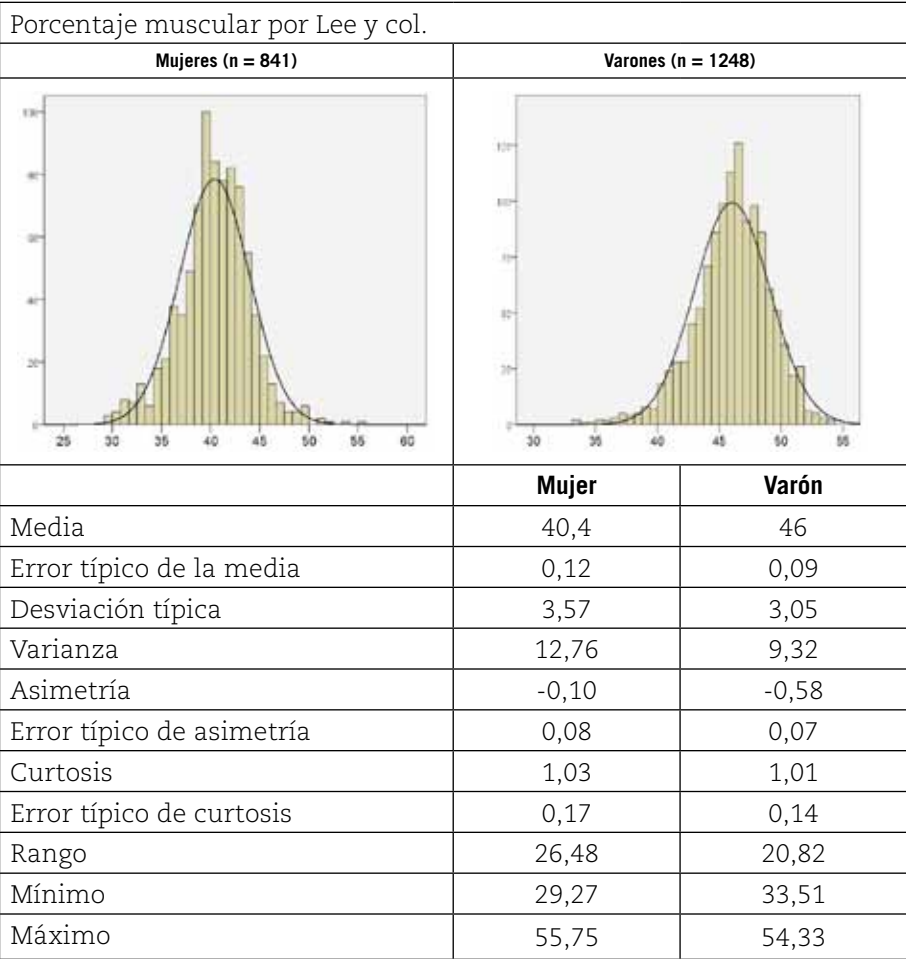


Gráfico 53. Distribución del porcentaje muscular por Lee.

En los gráficos siguientes se recogen los valores medios del porcentaje muscular por la ecuación de Lee, de las diferentes modalidades deportivas, de la muestra femenina y masculina, con un tamaño igual o mayor a 5.

Por encima del P95, es decir, con muy alto porcentaje muscular se encuentra gimnasia artística tanto masculina como femenina. Entre P75-95, con alto porcentaje muscular se encuentran velocidad (100/200m), velocidad femenina (400m), boxeo masculino (gallo, pluma, ligero, mosca), kickboxing, gimnasia rítmica, hockey hierba masculino, lucha1 masculino, judo1 femenino, natación saltos, natación femenina (mariposa), natación masculina (espalda). Entre P50-75, que nos indica un medio-alto porcentaje muscular están: de atletismo las pruebas de vallas, pruebas combinadas masculinas, salto con pértiga, salto de longitud y triple salto, velocidad masculina (400m), 3000 obstáculos, medio fondo, fondo, maratón femenina y marcha, bádminton masculino, boxeo masculino (superligero y welter), esgrima masculina (florete), halterofilia2, judo2 femenino, lucha1 femenina, lucha2, natación libre, natación femenina (espalda), natación masculina (brazo, estilos, mariposa), piragüismo femenino, rugby (defensas), taekwondo1 femenino, taekwondo2 masculino y triatlón. Entre P50-25, rango medio-bajo: pruebas combinadas femeninas, salto de altura, maratón masculino, badminton femenino, baloncesto femenino (1 y 2), boxeo femenino (ligero, gallo, pluma), boxeo masculino (semipesado), ciclismo carretera, esquí alpino y montaña, esgrima espada masculina, fútbol, fútbol sala, halterofilia1 femenina, hockey hierba, judo3, karate2, orientación, pádel, piragüismo masculino (kayak y canoa), remo femenino, taekwondo2 femenino, tiro con arco masculino y waterpolo masculino. Entre P25-5, bajo porcentaje muscular figuran: atletismo lanzamientos, baloncesto masculino, baloncesto femenino (4 y 5), balonmano, esgrima sable, esgrima espada femenina, golf, judo 4, karate3, lucha3, rugby delanteros, tiro con arco femenino y tiro olímpico. Con media inferior o igual al P5, es decir, muy bajo porcentaje muscular no se encuentra ninguna modalidad deportiva.

Porcentaje de Masa muscular según la Ecuación de Lee por modalidades deportivas. Muestra femenina.

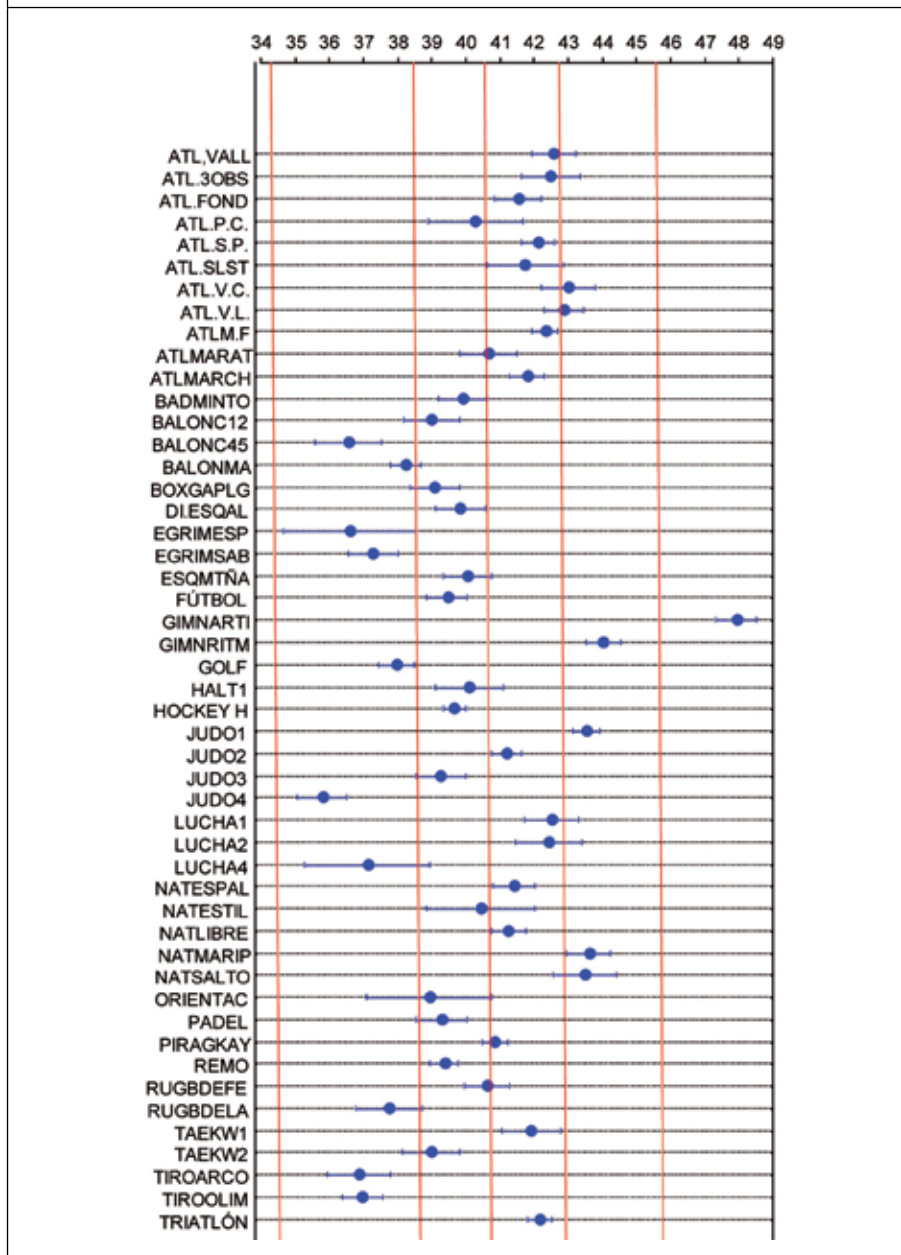


Gráfico 54 A. Media $\pm$ desviación estándar. Líneas percentiles 5, 25, 52, 75 y 95.

Porcentaje de Masa muscular según la Ecuación de Lee por modalidades deportivas. Muestra masculina.

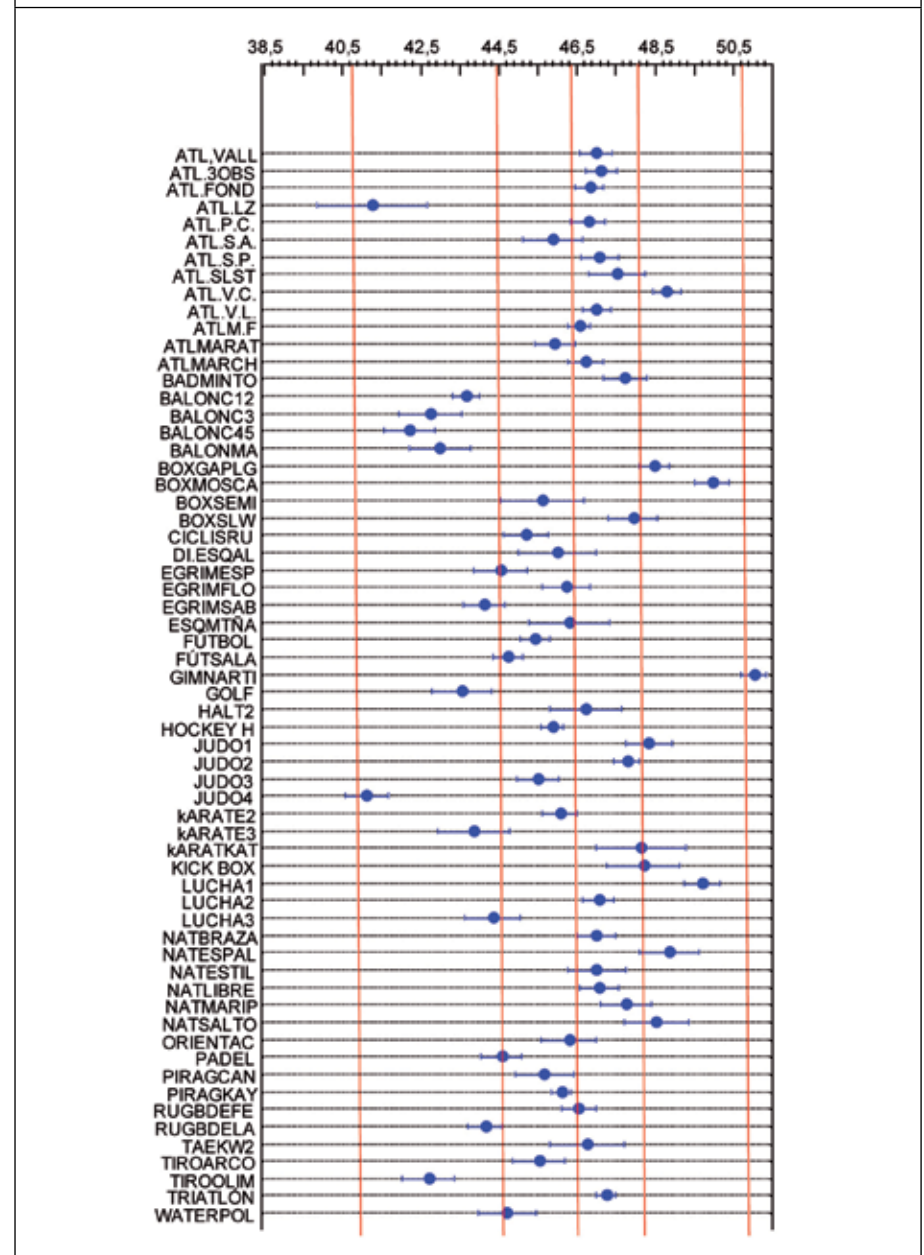


Gráfico 54 B. Media $\pm$ desviación estándar. Líneas percentiles 5, 25, 52, 75 y 95.

3.2.3 Índices de masa libre de grasa

La utilización de la masa libre de grasa (MLG) como estimativa de la masa muscular se basa en que es su principal componente, sin embargo utilizado en términos absolutos no tiene en cuenta el tamaño y proporciones corporales. Debido a ello se han establecido índices que la relacionan con la estatura, bien al cuadrado o al cubo. Los utilizados en nuestro servicio son el índice de masa libre de grasa (IMLG)³⁶ y el índice de masa corporal activa (IAKS, siglas de su nombre en alemán)³⁷.

Primero se calcula el porcentaje de grasa y la masa grasa, después se deriva el peso libre de grasa y finalmente se calculan los índices mediante la siguiente forma:

· IMLG (kg/m²) = MLG/talla² .

En la muestra de varones se normalizó con el siguiente factor de corrección:
IMLGn = IMLG+ (6,1 *(1,8 – Talla) según Kouri ³⁶.
El peso libre de grasa se obtuvo calculando primero el peso graso por la ecuación de Jackson ²⁰.

· IAKS (gr/cm³) = MLG/talla³ * 100
El peso libre de grasa se obtuvo calculando primero el peso graso por la ecuación de Whitters ^{26,27}.

En las *tablas* 22 y 23 del Anexo se recogen los datos estadísticos de ambos índices, aquí ofrecemos la distribución del IMLG. Se ha establecido que un IMLG de 18 kg/m² indica bajo desarrollo musculo-esquelético, 20 kg/m² desarrollo muscular medio, 22 kg/m² marcado desarrollo muscular y 25 kg/m² límite superior, por encima del cual nos indica que el desarrollo muscular puede ser debido a la utilización de agentes farmacológicos ³⁸. Si lo comparamos con nuestros resultados, vemos que los varones tienen una media situada dentro del rango medio-marcado, correspondiendo al rango intercuartílico; el percentil 3 de nuestra muestra equivale al valor de 18 kg/m² para el IMLG y el percentil 95 a valores de 25 kg/m². Por tanto, nuestra masculina con sus diferentes modalidades deportivas representa los distintos valores que los índices de desarrollo musculo-esquelético puede alcanzar, y es equivalente a la de referencia para la valoración de los deportistas.

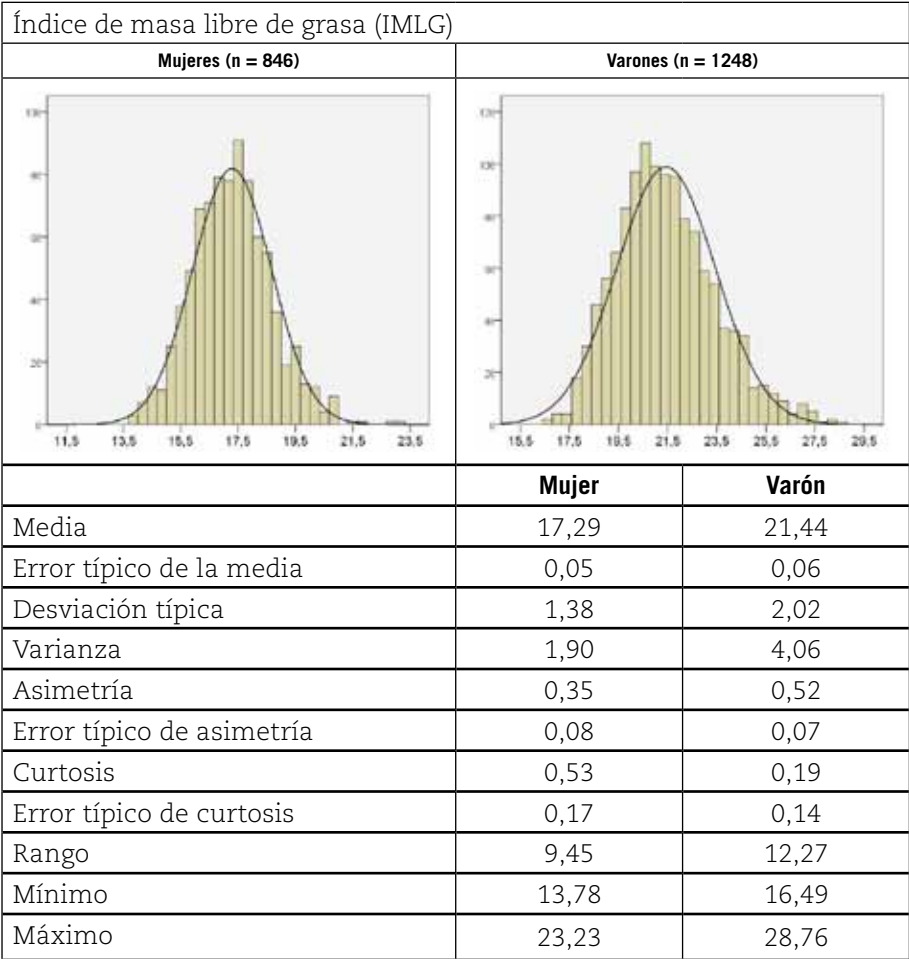


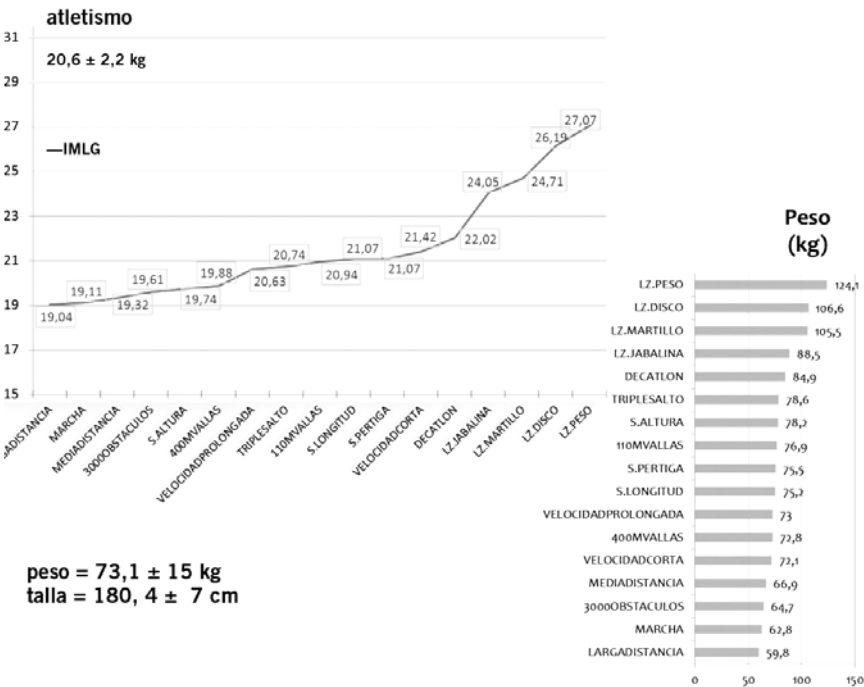
Gráfico 55. Distribución del índice de masa libre de grasa.

Los valores más altos de los índices de masa libre de grasa los encontramos en halterofilia (+100 kg), lanzamiento de peso y jugadores de rugby de primera línea. Los siguen los judokas de categoría de peso más alta, halterofilia (-100 kg), resto de los lanzamientos de atletismo, rugby y gimnasia artística ³⁰. Llamamos aquí la atención, en relación con la modalidad de gimnasia artística que figura como las que conllevan un muy bajo componente graso junto a un alto componente muscular. También tienen una media alta los deportes de remo, piragüismo, saltos de natación y lucha. Las modalidades con valores más bajos, es decir, menor masa

músculoesquelética por unidad de altura son todas las pruebas de resistencia de atletismo, junto a salto de altura, gimnasia rítmica, golf, orientación, esquí de montaña y las categorías de peso inferiores de boxeo.

A continuación se recogen en gráficos los valores del IMLG por modalidades deportivas, junto a su desviación y los percentiles de la muestra deportista.

Figura 13. IMLG en las modalidades de atletismo masculino (Comunicación Congreso ISAK 2010).



Índice de masa libre de grasa por modalidades deportivas.
Muestra femenina.

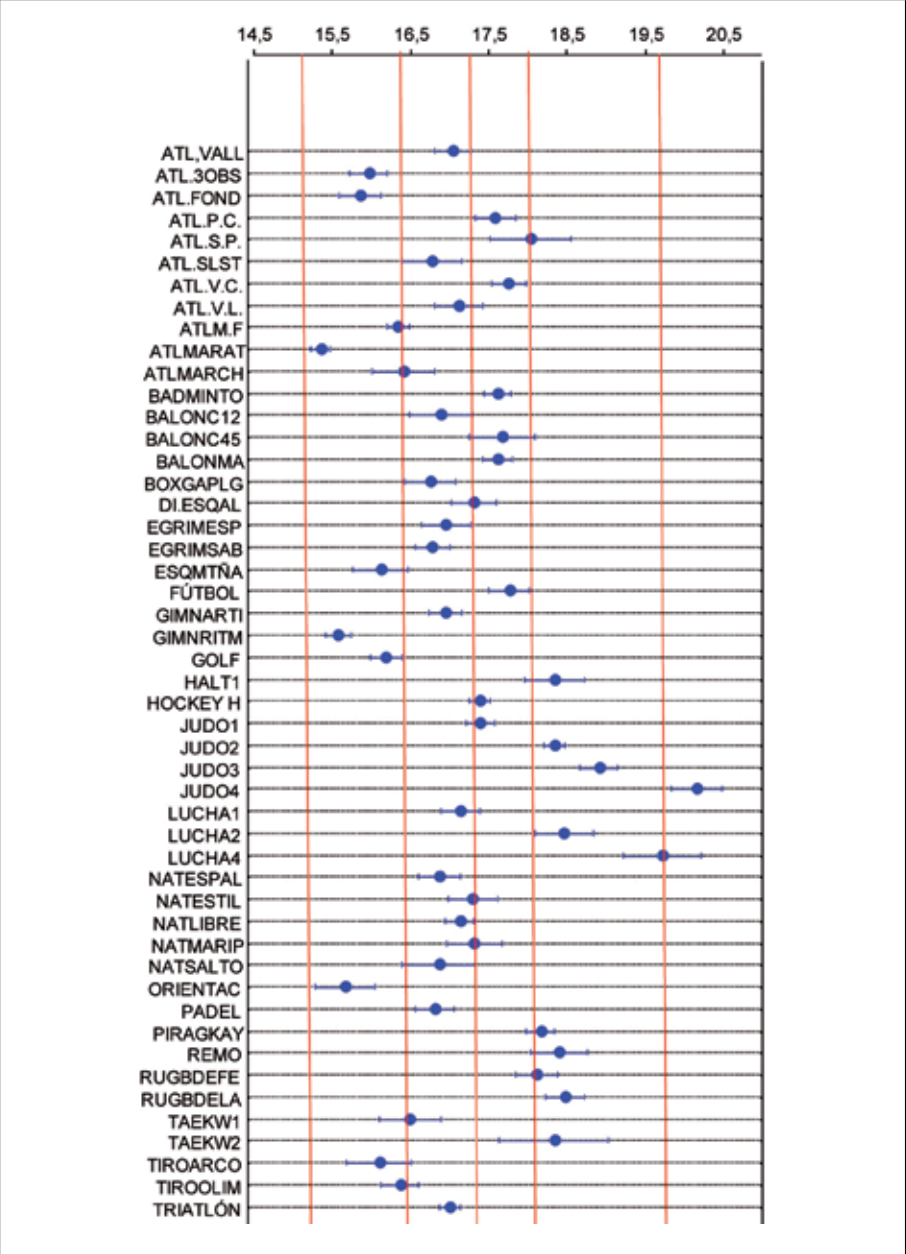


Gráfico 56 A. Media ± desviación estándar. Líneas percentiles 5, 25, 52, 75 y 95.

Índice de masa libre de grasa por modalidades deportivas.
Muestra masculina.

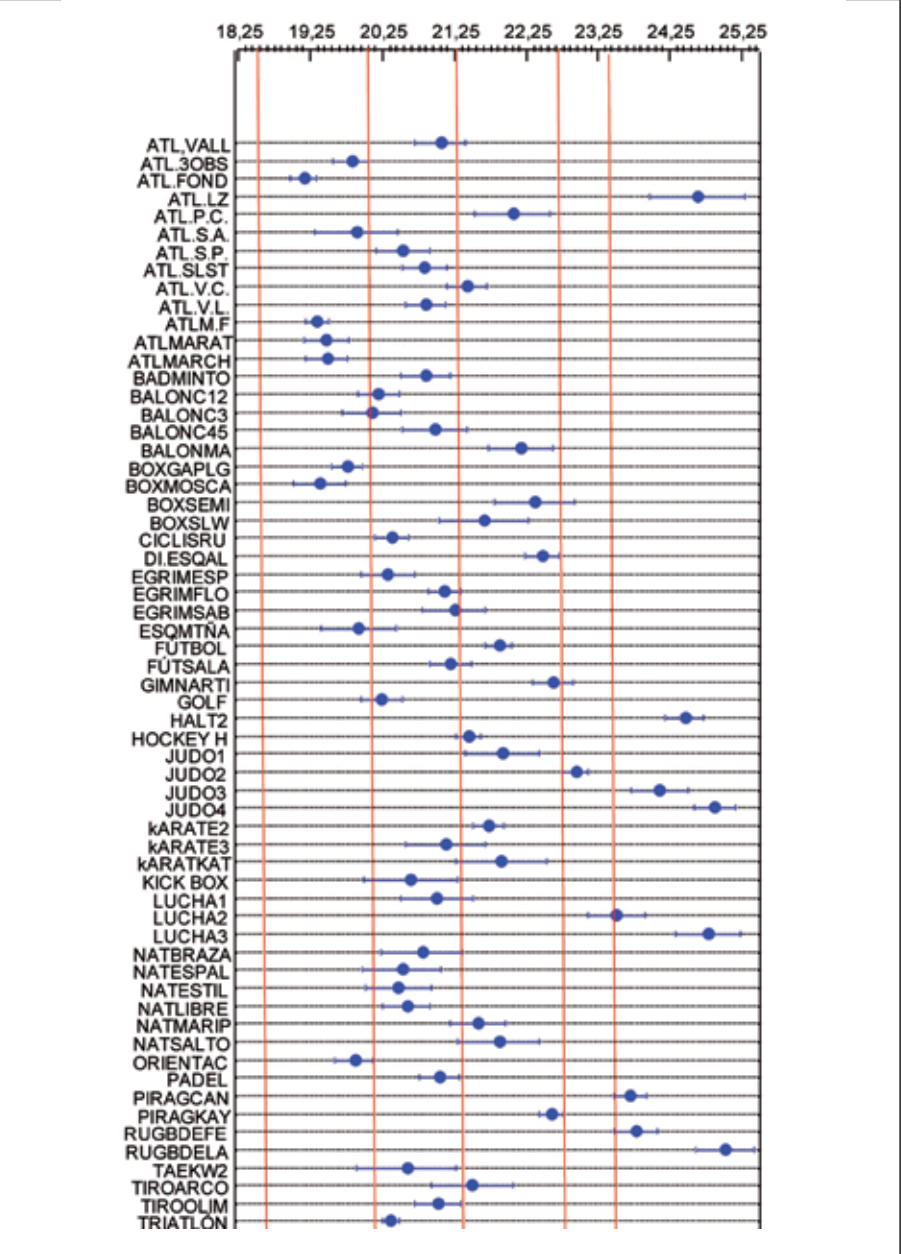


Gráfico 56 B. Media ± desviación estándar. Líneas percentiles 5, 25, 52, 75 y 95.

3.3 Somatotipo

El somatotipo clasifica el físico del ser humano en trece categorías, mediante la cuantificación de sus tres componentes denominados: endomórfico, mesomórfico y ectomórfico. El primer componente o endomórfico representa el predominio del tejido adiposo, el segundo componente o mesomórfico se refiere al sistema musculoesquelético y el tercer componente o ectomórfico expresa el grado de linealidad del sujeto, el predominio de las medidas longitudinales sobre las transversales. Las categorías se establecen según la relación preponderante entre los componentes y el valor alcanzando, pudiendo resumir la información de forma gráfica mediante una somatocarta.

Como comentamos, el análisis del somatotipo nos da información de la morfología en relación también con su composición corporal, sin embargo en numerosas ocasiones las personas con los mismos porcentajes de grasa y músculo, pertenecen a diferentes categorías del somatotipo. Existen ciertas modalidades deportivas que se caracterizan por un somatotipo típico, teniendo poca variabilidad entre sus practicantes, mientras que en otras pruebas la dispersión puede ser mayor. En la mayoría de los deportes de alta competición, los atletas son más mesomórficos y menos endomórficos con relación a los del grupo control. La condición física tiene una correlación positiva con la mesomorfia y negativa con la endomorfia. El somatotipo nos permite realizar estudios comparativos entre deportes, sexos y por rangos de edad y el control del atleta a lo largo de su vida deportiva, y en las diferentes fases de la temporada anual.

El método utilizado es el de Heath-Carter ³⁹ que por medio de 10 medidas antropométricas nos permite calcular los tres componentes mediante las siguientes ecuaciones:

- Endomorfia:

$$-0.7182 + (0.1451 * X) - (0.00068 * X^2) + (0.0000014 * X^3)$$

$$X = \text{Sum } 3 \text{ P.C.} * (170.18/\text{estatura})$$
 - Pliegues cutáneos en mm: tríceps, subescapular y supraespal.
 - Estatura del sujeto en cm.
- Mesomorfia:

$$((0.858 * D.\text{hum}) + (0.601 * D.\text{fem}) + (0.188 * P_c.\text{brazo}) + (0.161 * P_c.\text{pierna})) - (0.131 * \text{Estatura}) + 4.5$$

- D.hum: Diámetro biepicondileo del humero en cm.
- D.fem: Diámetro bicondileo de fémur en cm.
- P_c.brazo: Perímetro del brazo corregido por el pliegue tríceps (se resta el valor del pliegue en cm: los mm se dividen por 10)
- P_c.pierna: Perímetro de la pierna corregido por su pliegue (se resta el valor del pliegue en cm)
- Estatura del sujeto en cm.

- Ectomorfia: Se usan tres ecuaciones diferentes dependiendo del valor del Índice Ponderal (IP).

El IP es igual a Estatura (cm) dividida por la raíz cúbica del peso (kg)

- IP es mayor o igual a 40.75 Ectomorfia = $0.732 * IP - 28.58$
- IP es menor de 40.75 y mayor de 38.25 Ectomorfia = $0.463 * IP - 17.63$
- IP es menor o igual de 38.25 Ectomorfia = 0.1

Los valores de los tres componentes se enumeran siempre en el mismo orden y separados por un guión: Endo-Meso-Ecto.

El rango definido ³⁹ para la endomorfia es de 0.5 a 16; para la mesomorfia de 0.5 a 12 y para la ectomorfia de 0.5 a 9. Considerándose como valor en rango bajo entre 0.5 – 2.5; rango medio o moderado entre 3 - 5; rango alto entre 5.5 – 7; y muy alto si es mayor de 7. Como luego veremos los rangos obtenidos en nuestro trabajo difieren de los referidos, teniendo menor amplitud por alcanzar valores más bajos, siendo más marcado en el componente ectomórfico, donde ningún deportista alcanza valores mayores a 7. Esto nos lleva a pensar que esta valoración clásica uniforme para los tres componentes puede no ser correcta sobretodo para el ectomorfismo que queda infravalorado de forma clara en la población deportista.

En nuestro estudio el somatotipo medio obtenido en la muestra femenina fue: 3,4 - 4,2 -2,8. Y el somatotipo de la muestra masculina fue: 2,3 – 5,3 – 2,7. La categoría del somatotipo donde se encuentra la media de las mujeres es en la endo-mesomorfia y sus tres componentes están en el rango medio. Sin embargo, si tomamos la mediana en lugar de la media, debido al sesgo comentado, la categoría del somatotipo correspondería a la mesomorfia balanceada. Mientras que la media de la muestra masculina se sitúa en la mesomorfia balanceada, con bajo endomorfismo y ectomorfismo y alto mesomorfismo; en este caso, si utilizamos la mediana de los componentes la categoría quedaría en la ecto-mesomorfia.

En ambos sexos el componente mesomórfico es el dominante, pero las mujeres deportistas tienen mayor endomorfismo y menor mesomorfismo que los varones; siendo el ectomorfismo similar en ambos.

Podemos también comprobar en los gráficos de distribución como el componente endomórfico es el que más se desvía de la curva de normalidad, sobre todo en la muestra masculina donde vemos que existe una asimetría positiva (valores a la derecha) y mayor curtosis (leptocúrtica), siendo mucho más frecuente encontrar el valor del endomorfismo en el rango bajo en varones. En el anexo, *tablas 24 y 25*, figuran los datos estadísticos de los tres componentes.

3.3.1 Endomorfismo

El endomorfismo es el componente del somatotipo que nos indica el grado del predominio del tejido adiposo. En nuestra muestra el rango para la endomorfía va de un mínimo de 0,8 (atleta varón de fondo de 10000 m) a un máximo de 9,9 (delantera de rugby); obteniendo una menor amplitud que los valores dados por Carter. El motivo puede ser que en la muestra se excluyeron los deportistas con obesidad a partir de un IMC superior a 35. La muestra masculina tiene mayor curtosis concentrándose los valores en el rango bajo.

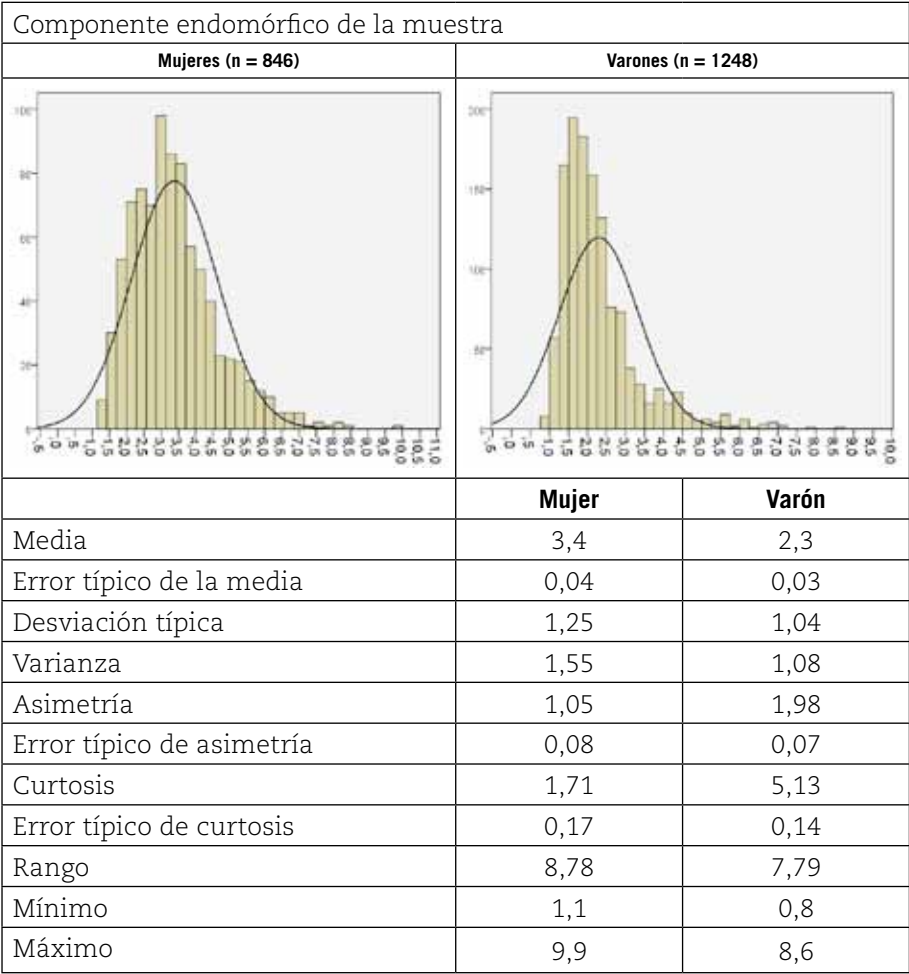


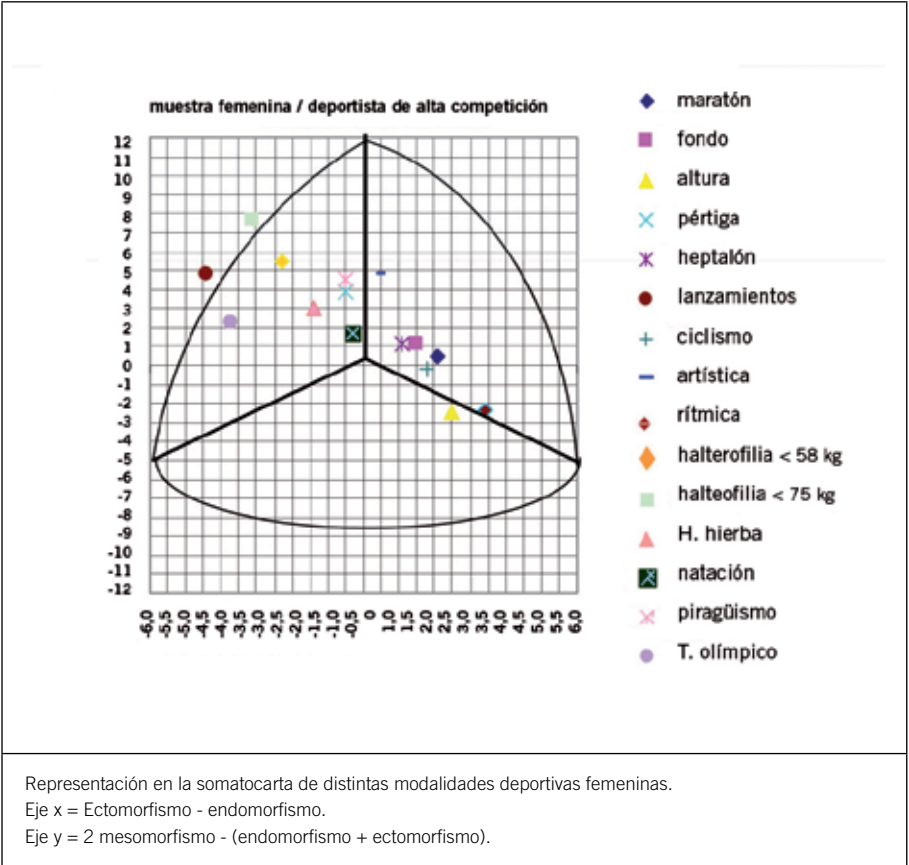
Gráfico 57. Distribución del componente endomórfico del somatotipo.

El endomorfismo por modalidades deportivas se muestra en los gráficos siguientes. En la muestra femenina en rango bajo se encuentran las modalidades de carrera, saltos y pruebas combinadas de atletismo, gimnasia artística y rítmica, judo1, natación (estilos, libre y mariposa), remo y triatlón. En rango medio o moderado marcha atlética, bádminton, deportes de equipo, esgrima, esquí de montaña, boxeo, lucha, golf, halterofilia, judo (hasta -70 kg), natación (saltos y espalda), orientación,

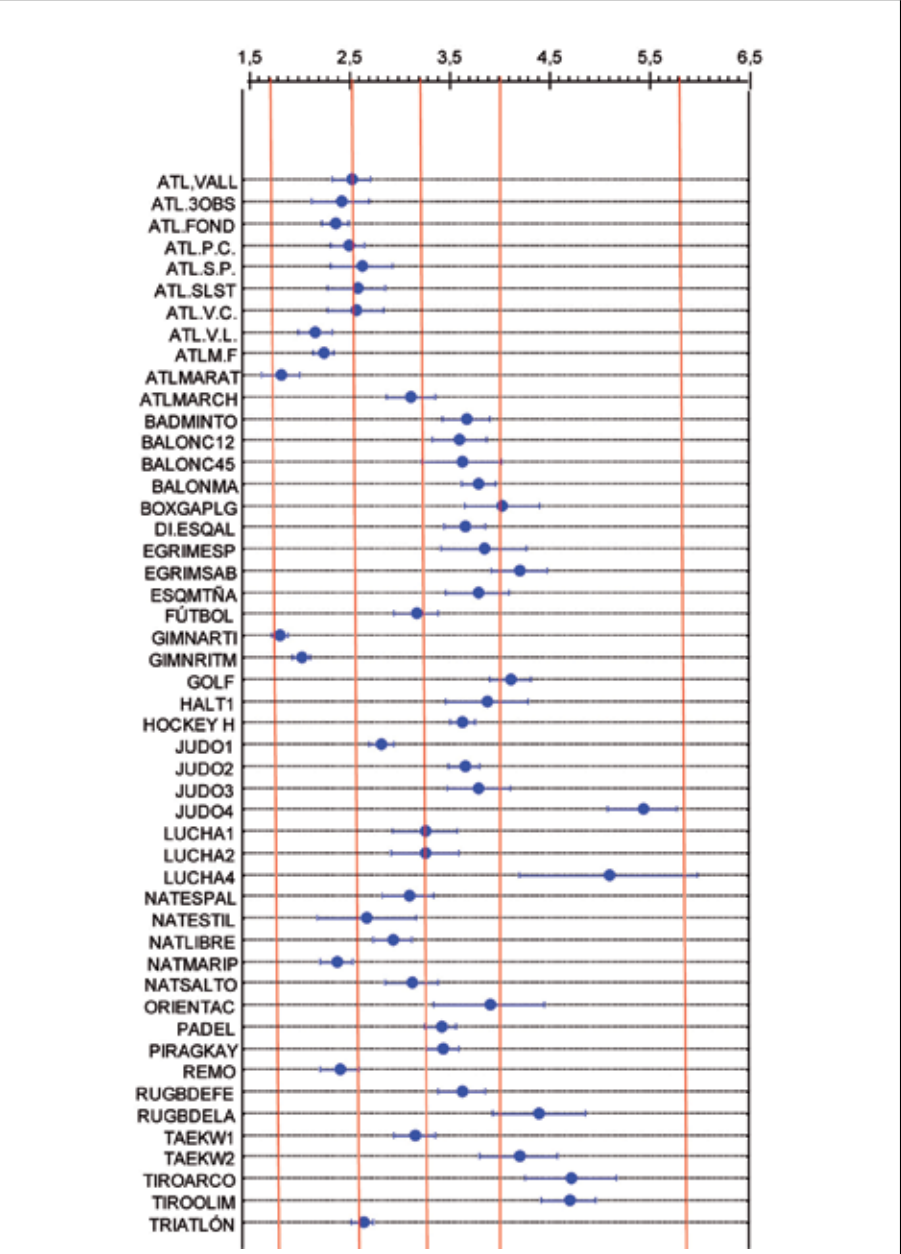
pádel, piragüismo, taekwondo, tiro con arco y tiro olímpico. En rango alto las judokas de +-78 kg. Ninguna modalidad femenina obtuvo una media en rango muy alto.

En la muestra masculina en rango bajo se encuentran las modalidades de carrera, marcha, saltos y pruebas combinadas de atletismo, bádminton, baloncesto, boxeo, esgrima (florete), esquí de montaña, fútbol, fútbol sala, gimnasia artística, halterofilia1 y 2, hockey hierba, judo1, 2 y 3, karate1 y 2, katas, kickboxing, lucha 1 y 2, natación, orientación, piragüismo, rugby (defensas), taekwondo2 y triatlón. En rango medio o moderado se sitúan: lanzamientos de atletismo, balonmano, esgrima (espada y sable), lucha3, golf, karate3, judo4, pádel, rugby (delanteros), tiro con arco, tiro olímpico y waterpolo. Ninguna modalidad masculina de las analizadas alcanzó una media en rango alto o muy alto.

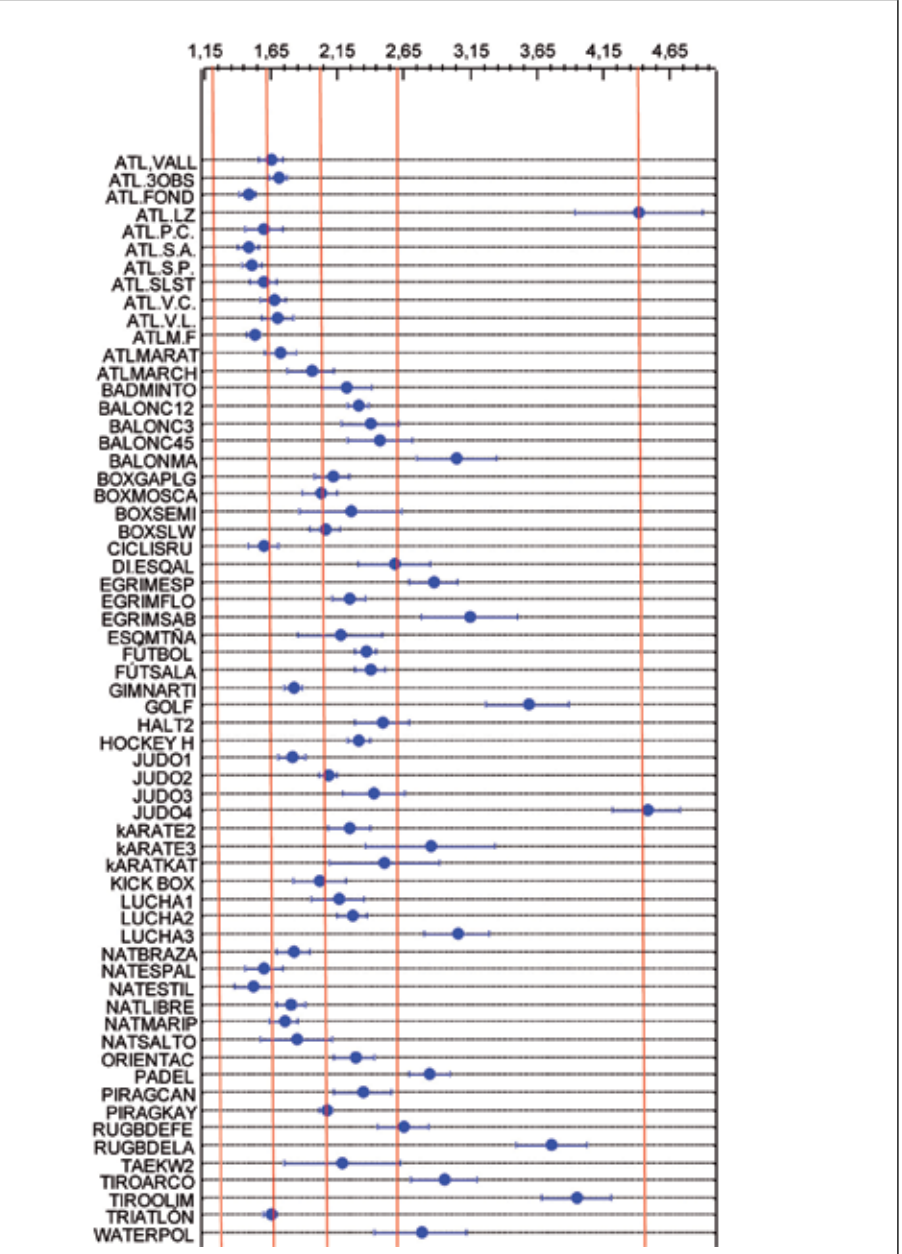
Figura 14. Somatocarta.



Componente endomórfico por modalidades deportivas.
Muestra femenina.



Componente endomórfico por modalidades deportivas.
Muestra masculina.



3.3.2 Mesomorfismo

El mesomorfismo indica el predominio del Sistema músculo-esquelético. En nuestro trabajo el rango del componente mesomórfico va del valor más bajo de 1,1 (jugadora de baloncesto, alero de 16 años) al máximo de 10,3 (lanzador de disco); teniendo también una menor amplitud que los valores referidos por los autores del método. Comprobamos que la distribución se ajusta, sobretodo en los varones, a la curva teórica de la normalidad.

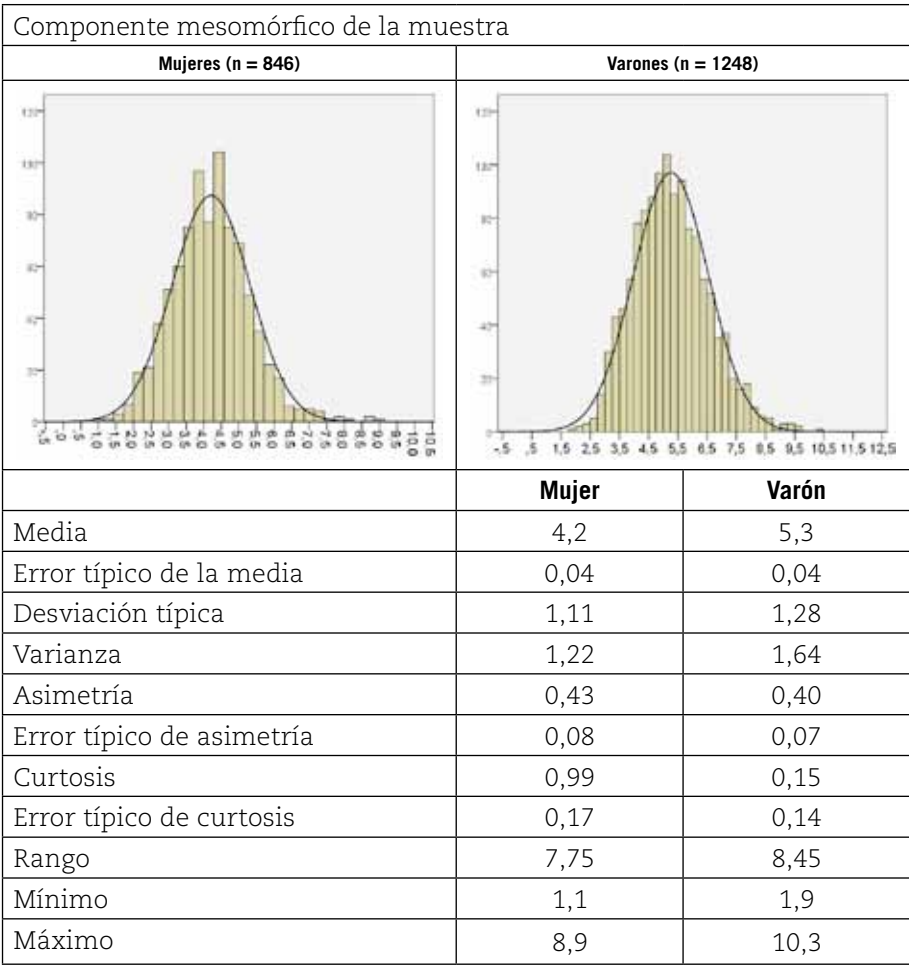
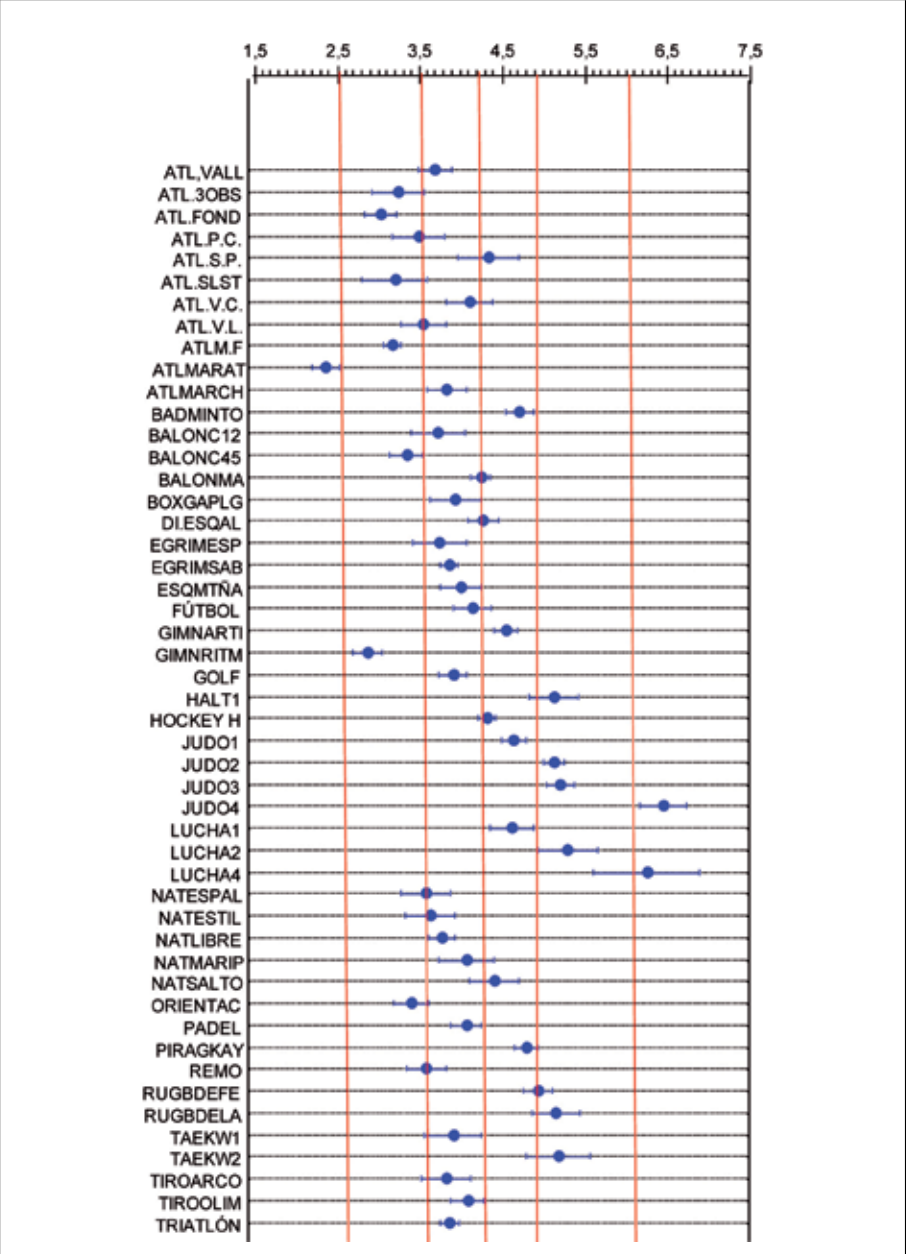


Gráfico 59. Distribución del componente mesomórfico del somatotipo.

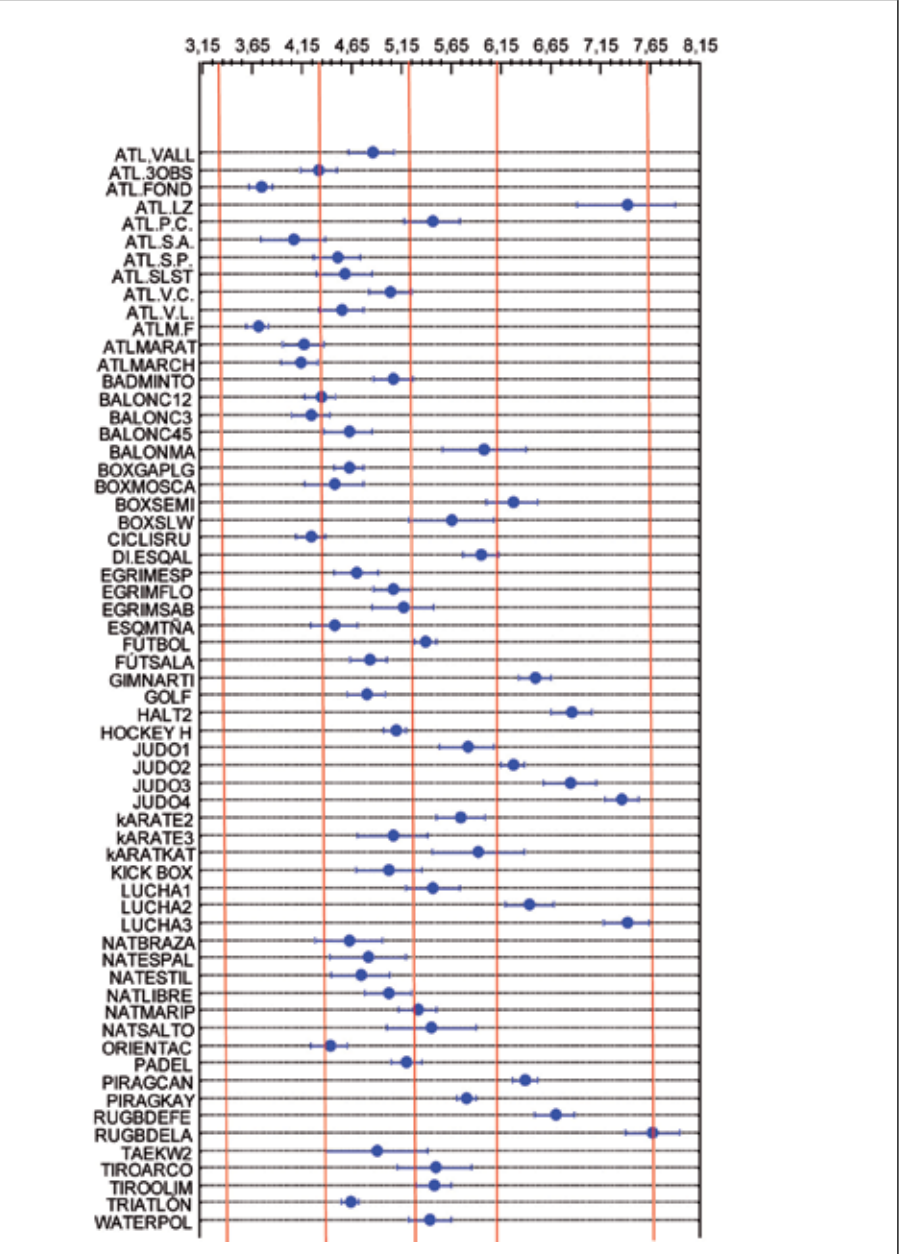
El mesomorfismo por modalidades deportivas se muestra en los gráficos siguientes. En la muestra femenina en rango bajo se encuentran las modalidades salto de altura y maratón de atletismo. En rango medio o moderado la mayoría de las modalidades y pruebas deportivas, excepto las referidas. En rango alto, judo4 y lucha4. Ninguna modalidad femenina obtuvo una media en rango muy alto.

En la muestra masculina ninguna modalidad se situó en rango bajo. En el rango medio o moderado se encuentran: las carreras, marcha y saltos de atletismo, bádminton, baloncesto, boxeo (desde mosca a ligero), ciclismo carretera, esgrima, esquí de montaña, fútbol sala, golf, hockey hierba, karate3, kickboxing, natación (braza, estilos y libre), orientación, pádel, taekwondo2 y triatlón. Con una media en rango alto se encuentran: las pruebas combinadas de atletismo, balonmano, boxeo (desde superligero a semipesado), esquí alpino, fútbol, gimnasia artística, halterofilia, judo1,2 y 3, karate 2 y katas, lucha1 y 2, natación (mariposa y saltos), piragüismo, rugby (defensas), tiro con arco, tiro olímpico y waterpolo. En rango muy alto, están lanzamientos de atletismo, judo4, lucha3 y rugby (delanteros).

Componente mesomórfico por modalidades deportivas.
Muestra femenina.



Componente mesomórfico por modalidades deportivas.
Muestra masculina.



3.3.3 Ectomorfismo

El ectomorfismo refleja el predominio de la linealidad, el volumen por unidad de altura.

En nuestro estudio el rango para el ectomorfismo se encuentra desde el mínimo de 0,1(veintiocho deportistas dieron el valor mínimo por ejemplo un luchador de más de 120 kg, lanzadores, tiradores o judokas) al máximo de 5,9 (gimnasta de rítmica y un marchador). Alcanza por tanto valores más bajos en el extremo superior que los referidos por Carter.

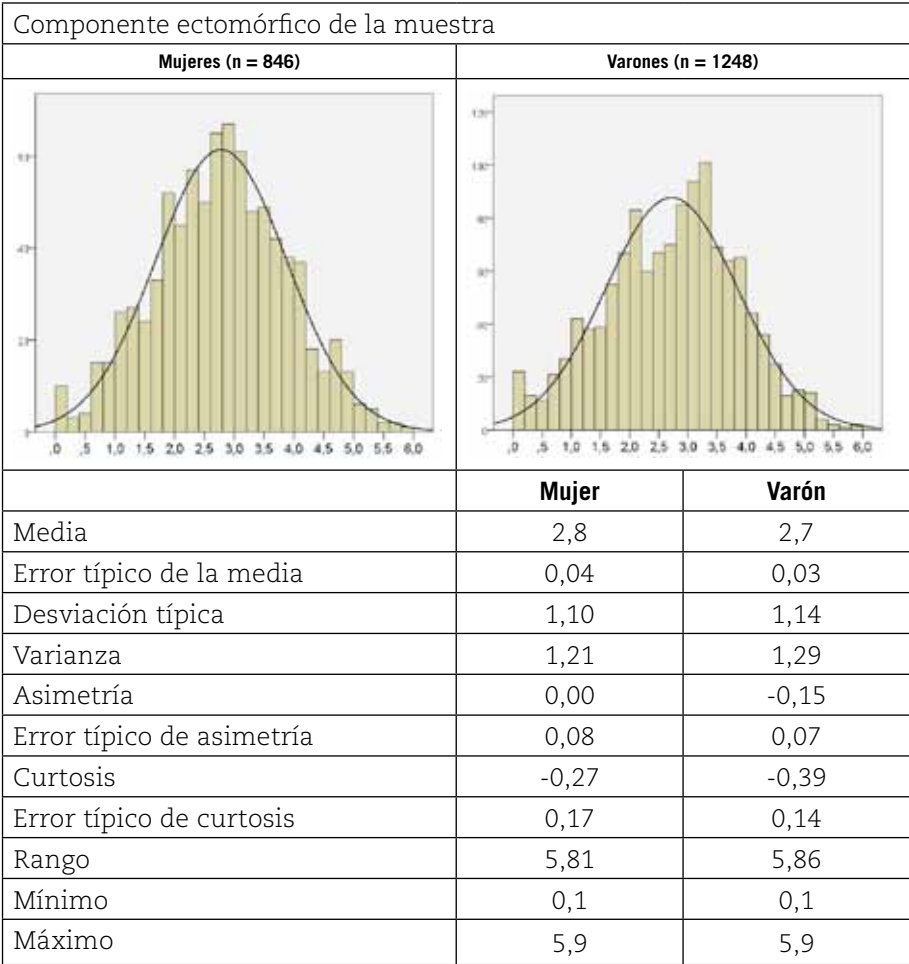


Gráfico 61. Distribución del componente ectomórfico del somatotipo.

En los siguientes gráficos se recogen el componente ectomórfico por modalidades deportivas. En la muestra femenina en rango bajo se encuentran: bádminton, balonmano, boxeo (gallo, pluma y ligero), esquí alpino, esgrima sable, halterofilia1, hockey hierba, judo1, lucha, rugby, taekwondo2 y tiro olímpico. En el rango medio o moderado la mayoría de las modalidades y pruebas deportivas, excepto las citadas anteriormente. Ninguna modalidad femenina obtuvo una media en rango alto o muy alto.

En la muestra masculina en el rango bajo se sitúan: lanzamientos de atletismo, balonmano, boxeo (semipesado, superligero y welter), esquí alpino, esgrima sable, fútbol, fútbol sala, gimnasia artística, golf, halterofilia, hockey hierba, karate, katas, lucha 2 y 3, judo, natación saltos, pádel, piragüismo, rugby, tiro con arco, tiro olímpico y waterpolo. En rango medio o moderado se encuentran el resto de las modalidades deportivas. Al igual que la femenina ninguna modalidad de las analizadas obtuvo una media en rango alto o muy alto.

Componente ectomórfico por modalidades deportivas.
Muestra femenina.

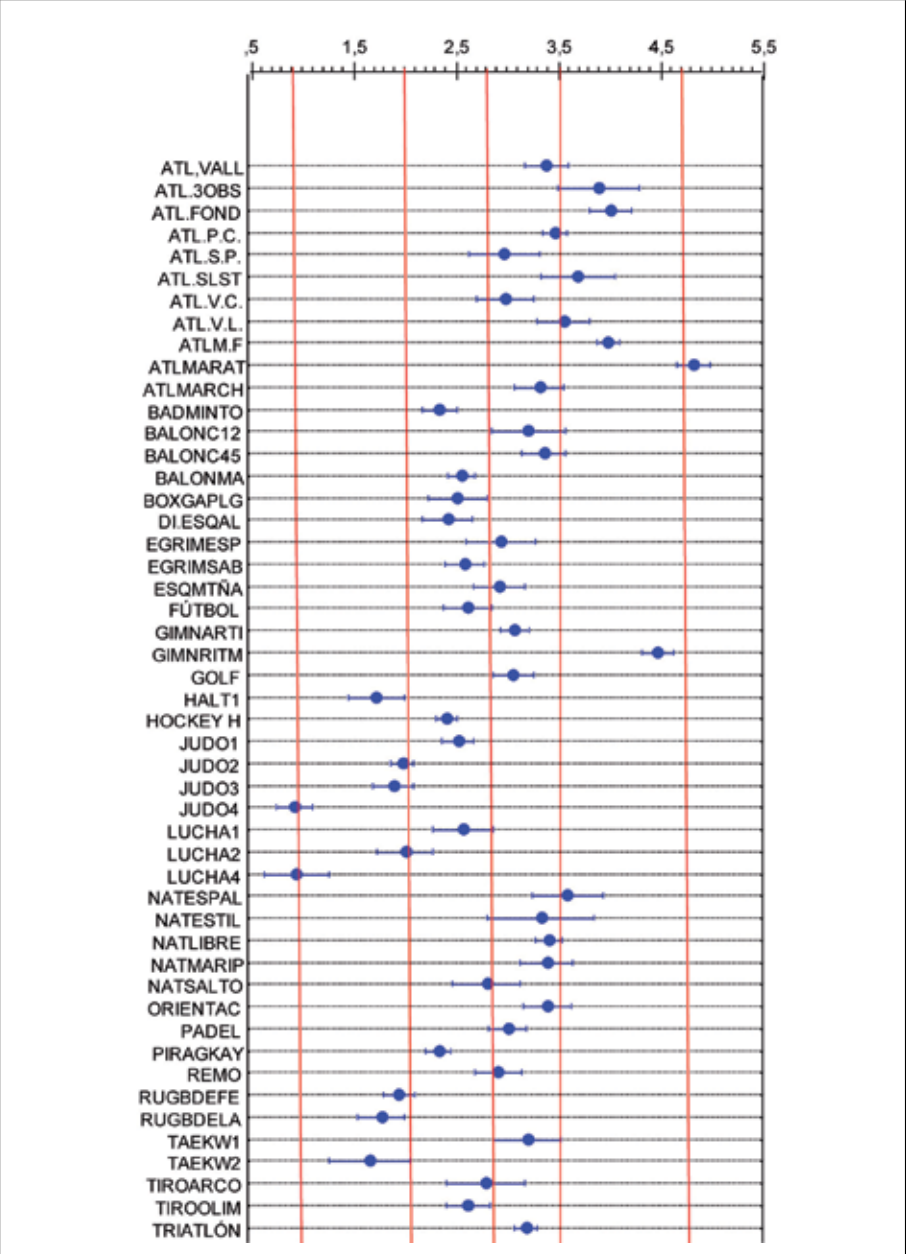


Gráfico 62 A. Media ± desviación estándar. Líneas percentiles 5, 25, 52, 75 y 95.

Componente ectomórfico por modalidades deportivas.
Muestra masculina.

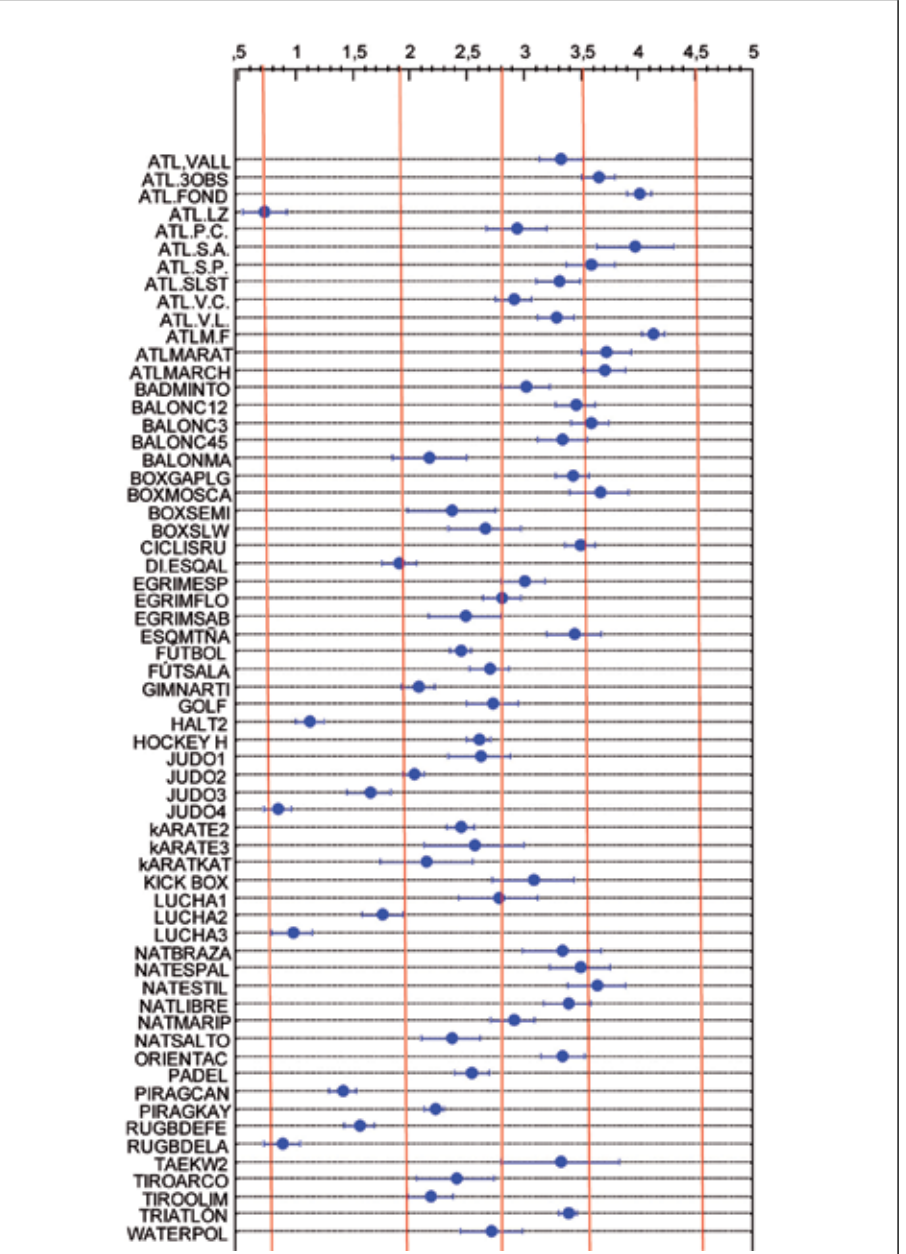


Gráfico 62 B. Media ± desviación estándar. Líneas percentiles 5, 25, 52, 75 y 95.

4. PROPORCIONALIDAD

La proporción es definida como la relación en cuanto magnitud, cantidad o grado de una cosa con otra, o de una parte con un todo. El conocimiento de las proporciones corporales ha interesado al hombre desde la antigüedad, tanto desde el punto de vista de interés científico como artístico. La proporcionalidad muestra la variabilidad individual, sexual y racial.

El área de la proporcionalidad tiene como objetivo el estudio del mayor o menor desarrollo de las dimensiones corporales y de la relación existente entre los distintos segmentos. Se puede realizar mediante índices que relacionan una parte con otra, por ejemplo, cada variable antropométrica con la estatura (índices relativos), o mediante modelos de referencia, con los que comparamos al sujeto de estudio.

Tradicionalmente la talla y el peso han sido las variables básicas para cuantificar el tamaño corporal. El perímetro de tórax o los diámetros óseos también han sido utilizados. A lo largo del tiempo se han definido una serie de índices para definir la estructura y forma corporal. Adolphe Quételet (1796-1874), fue el primero que aplicó la estadística, utilizando la curva de distribución normal, para definir al “hombre modelo”, representado por el valor del promedio de cada variable. Determinó la relación de la altura con el peso, mediante un índice, resultado del cociente, peso (en kilogramos) con el cuadrado de la talla (en metros). Este Índice denominado de Quételet o Índice de Masa Corporal (IMC), es utilizado internacionalmente para valorar la obesidad, ya que se ha correlacionado con el riesgo de padecer un accidente cardiovascular.

4.1 Índices de proporcionalidad

Las variables antropométricas postcraneales están en relación con la estatura corporal, pudiendo establecerse los índices de estas variables relativos a la talla, dividiendo su valor por aquella, denominándose por ejemplo, envergadura relativa (envergadura/talla). Podemos así calcular tantos índices como medidas tengamos en nuestro protocolo. Tenemos que tener en cuenta que el índice, es un cociente, cuyo valor puede deberse a un mayor denominador o un menor numerador, o viceversa.

Los deportistas españoles son más altos que la población general sedentaria española de referencia, siendo la diferencia mayor en la mujer. En los varones, su mayor estatura en comparación con la población general es fundamentalmente por una mayor longitud de miembros inferiores, mientras que en las mujeres, la diferencia es tanto por una mayor longitud de tronco como de extremidad inferior ⁴⁰. La valoración de los índices de proporcionalidad ha de ser diferente en varones y mujeres como lo es su proporcionalidad.

Por otro lado, los rangos clásicos están basados en poblaciones de menor estatura y por tanto también puede que con distinta relación entre sus dimensiones, además de incluir grupos de diferente origen étnico. La valoración clásica data de lo publicado por Vallois en 1948 ⁴¹. Proponemos una nueva valoración para la población caucásica, en los índices en los que interviene la estatura, con la utilización de nuestros percentiles de forma que consideremos las variables dentro del rango medio si sus valores se sitúan entre los percentiles 25 y 75 (rango intercuartílico), como rango inferior y superior a los valores $\leq$ al percentil 25 y los $\geq$ al percentil 75. Considerando los valores inferiores al percentil 5 y superiores al percentil 95 como extremos de la normalidad, muy bajo y muy alto respectivamente, debiendo descartar en algunos casos la existencia de patología.

Según el tipo de variable y la información que obtenemos se pueden agrupar en índices constitucionales, índices de tronco e índices de extremidades. En esta monografía vamos a ofrecer los recogidos en la *tabla 1*.

Tabla 1. Índices constitucionales, índices de tronco e índices de extremidades.

Denominación	Fórmula	Valoración clásica	
ÍNDICES CONSTITUCIONALES			
Índice de Quételet, o Índice de Masa Corporal (I.M.C.)	Peso (kg) / Estatura² (m)	< 18.5	Peso Insuficiente
		18.5 – 24.9	Normopeso
		25 – 26.9	Sobrepeso grado I.
		27 – 29.9	Sobrepeso grado II (preobesidad)
		30 – 34.9	Obesidad de tipo I
		35 – 39.9	Obesidad de tipo II.
		40 – 49.9	Obesidad de tipo III (mórbida)
		> 50	Obesidad de tipo IV (extrema).
I. constitucional de Pignet	Estatura (cm) – (Perímetro del tórax (cm) + Peso (kg))	< 10	Constitución muy fuerte
		10 –14,9	Constitución fuerte
		15 –19,9	Constitución buena
		20 – 24,9	Constitución media
		25 – 29,9	Constitución débil
		30 – 34,9	Constitución muy débil
> 35	Constitución muy pobre		
I.Ponderal Recíproco	Estatura (cm) / 3√ Peso(kg)	38-45	Rango normal
ÍNDICES DE TRONCO			
I. Córmico o Talla sentado/a relativa	Talla sentado/a (cm) / Estatura (cm) * 100	≤ 50,9	Braquicórmico ó Tronco corto
		51 – 52,9	Metriocórmico ó Tronco medio
		≥ 53	Macrocórmico ó Tronco largo
I.Acromio / Iliaco (En la mujer se añaden 10 unidades)	Diámetro biliocrestal (cm)*100 / Diámetro biacromial (cm)n	≤ 69,9	Tronco trapezoide
		70 – 74,9	Tronco medio
		≥ 75	Tronco rectangular
I. Torácico	Diámetro transverso de tórax (cm)*100 / Diámetro antero-posterior de tórax (cm)		
ÍNDICES DE EXTREMIDADES			
Longitud relativa de Miembro superior	Longitud del miembro superior (cm) * 100 / estatura (cm)	≤ 44,9	M. Superior corto
		45 – 46,9	M. Superior medio
		≥ 47	M. Superior largo
Longitud relativa de Miembro Inferior	Longitud del miembro inferior (cm) * 100 / estatura (cm)	≤ 54,9	M. Inferior corto
		55 – 56,9	M. Inferior medio
		≥ 57	M. Inferior largo
I. Braquial	Longitud del antebrazo (cm) * 100 / Longitud del brazo (cm)	≤ 77,9	Antebrazo corto
		78– 82,9	Antebrazo medio
		≥ 83	Antebrazo largo

I. Crural	Longitud de pierna (cm) * 100 / Longitud de muslo (cm)	No descrita	
I. Esquelético	Estatura (cm) – Talla sentado/a (cm) * 100 / Talla sentado/a (cm)	≤ 84,9	M. Inferior corto o tronco largo
		85 – 89,9	M. Inferior y tronco proporcionales
		≥90	M. Inferior largo o tronco corto.
Envergadura relativa	Envergadura (cm) / Estatura (cm)	No descrita	Como criterio diagnóstico de afectación del sistema esquelético del Síndrome de Marfán si > 1,05

La longitud del miembro superior fue calculada mediante la suma de las longitudes directas de brazo, antebrazo y mano. Para la longitud del miembro inferior se seleccionó la altura trocantérea, en lugar de la calculada mediante la diferencia entre estatura y talla sentado/a para evitar el posible error al incluir en aquella el tejido blando en la medición.

En el Índice de Masa Corporal (IMC) se encontraron diferencias significativas entre sexos, sin embargo en el índice Ponderal Recíproco, los valores fueron similares, no existiendo diferencias estadísticamente significativas cuando el peso (volumen) y la estatura (longitud) se equiparan a la misma dimensión. En la siguiente tabla se recogen los datos estadísticos del IMC; recordemos que en la selección de la muestra excluimos a los deportistas con IMC a partir del grado de obesidad tipo II (< 35) o de malnutrición severa (< 16). El sobrepeso del deportista se debe con frecuencia a su mayor masa músculo-esquelética, dándose rangos de sobrepeso grado I y grado II en deportistas con bajos niveles de grasa; sin embargo un IMC por encima de 30 son difíciles de obtener sin aumento también del componente graso. En la distribución comprobamos que tanto la asimetría como la curtosis son positivas, concentrándose los deportistas en los valores medios y medios-bajos. Tanto en la muestra masculina como femenina el IMC, se encuentra en el rango del normopeso. En varones el percentil 5 se sitúa en el normopeso y el percentil 95 en sobrepeso grado II (preobesidad), oscilando los valores de un mínimo de 16,77 (peso insuficiente) en un fondista de 10000m a un máximo de 34,95 (obesidad tipo I) en un luchador de -120kg. En mujeres, el percentil 5 se encuentra en rango de peso insuficiente y el percentil 95 en sobrepeso grado I, oscilando los valores de un mínimo de 16,03 (peso insuficiente) en una gimnasta de artística a un máximo de 33,24 (obesidad tipo I) en una delantera de rugby.

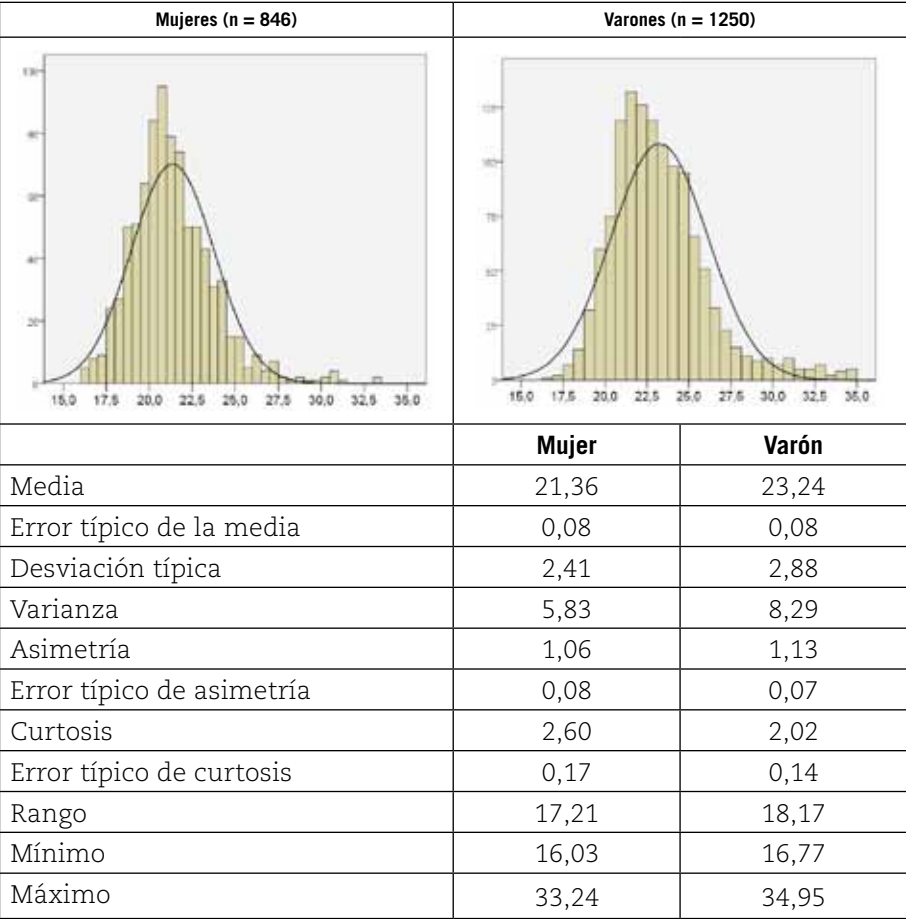


Gráfico 63. Distribución del índice de masa corporal (IMC).

La estructura corporal determinada por los diámetros óseos indica una cintura escápulo-humeral similar y cintura pélvica menor en relación con la población sedentaria. Al tener la pelvis más estrecha, la forma de tronco más frecuente es trapezoidal en varones y mujeres. Ésto contribuye a un mejor rendimiento en ciertas modalidades deportivas como en las pruebas de carrera, en saltos o en natación. En cambio una pelvis más ancha será ventajoso en actividades cómo la lucha o en los primeros puestos de la melé en rugby. En la siguiente tabla podemos ver la distribución y la estadística del índice acromio-iliaco o índice androgénico. La media femenina y masculina

se encuentra en la forma de tronco trapezoidal. En las dos muestras la distribución fue mesocúrtica y simétrica. El 74,3% de los varones deportistas tienen el tronco trapezoide, el 21,9 % el tronco medio y solo el 3,8 % se sitúan en el rango de tronco rectangular. En las mujeres el tronco trapezoide se da en el 95 % y el tronco intermedio en el 5 %, no dándose el tronco rectangular en ninguna deportista. Recordemos que en la valoración clásica el autor proponía que para valorar a la mujer se le añadieran 10 unidades más en los rangos en relación al varón. En nuestra población la diferencia entre ambos sexos es de 5 unidades; por lo que proponemos establecer esta diferencia, en cinco, en lugar de en 10. Y añadir los extremos superior e inferior con cinco unidades de diferencia en relación a los establecidos.

Si comparamos nuestros resultados con los de la población general⁴², para varones y mujeres, 70 y 80,7, respectivamente, vemos que los valores son superiores a los nuestros, situándose en el rango de tronco de forma intermedia. Indicando por tanto que la población deportista en relación a la sedentaria tiene mayor tamaño proporcional de hombros respecto a la cadera, siendo más marcada la diferencia en las mujeres.

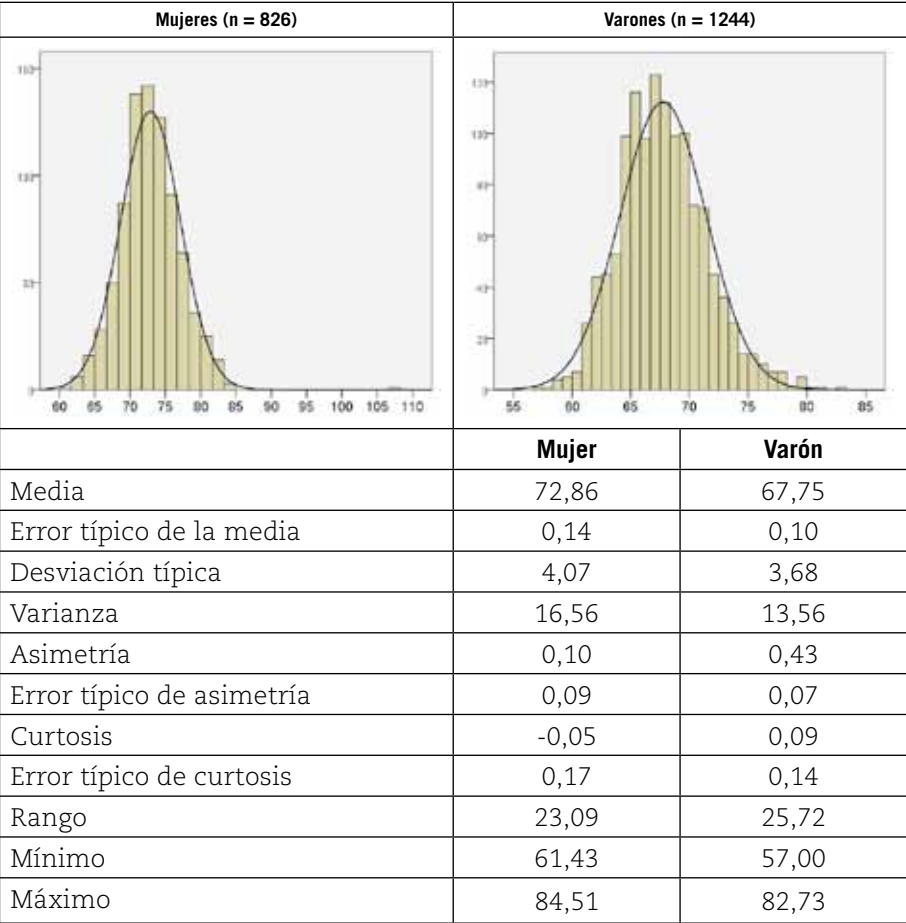


Gráfico 64. Distribución del índice acromio-iliaco (androgénico).

Según el índice córmico (talla sentado/a relativa) las modalidades deportivas masculinas con un tronco largo son: marcha, lucha, judo, hockey hierba, natación, piragüismo y tiro olímpico; el resto de ellas se sitúan en tronco medio. Entre las modalidades femeninas que dan una media en el rango de tronco largo están: judo, lucha, hockey hierba, esquí alpino, halterofilia, padel, piragüismo y tiro olímpico; las demás dan una media en tronco medio o metricórmico. Ninguna modalidad tuvo una media dentro del rango de tronco corto o braquicórmico, aunque si se obtuvo de forma individual ⁴⁰. El otro índice que valora también la relación

entre las longitudes del segmento superior (tronco) y el segmento inferior (talla de pie menos talla sentado/a), denominado índice esquelético puede en ocasiones no coincidir con la valoración dada por el índice córmico. Podemos ayudarnos de ambos para clasificar correctamente al atleta. En general, los deportes que requieran gran fuerza del segmento superior, como halterofilia y lucha, se beneficiarán de valores indicativos de tronco más largo y miembro inferior corto; pero si se requiere gran amplitud de salto o zancada, se requerirá miembros inferiores proporcionalmente más largos y tronco corto, como en baloncesto y voleibol. También en remo los deportistas se caracterizan por troncos proporcionalmente más cortos y piernas largas ⁸.

Un ejemplo típico es la natación, en el que un tronco largo y trapezoidal aumentará la flotabilidad y disminuirá la resistencia. Los nadadores deberán ser altos y proporcionalmente con un mayor tronco, por otro lado deberán tener largos los miembros superiores, con manos y pies grandes. Esta especialización morfológica aumentará su eficacia en el gesto biomecánico, ayudando al éxito deportivo.

Presentamos la estadística y la distribución del Índice de Manouvrier o esquelético (I.E.) en la siguiente tabla. Vemos como la media tanto en varones (89.88) como en mujeres (88.68) indica que las longitudes de miembro inferior y tronco son proporcionales, pero con diferencia estadísticamente significativa, siendo mayor en el varón, que tiene valores más cercanos al rango de tronco corto o extremidad inferior larga. Los valores de asimetría y curtosis son cercanos a cero. Del total de la muestra 11,1% varones y 19,4% mujeres tienen miembro inferior corto o tronco largo; 41,2% varones y 43,1% de mujeres tienen las longitudes proporcionadas; y el 47,7% de varones y el 37,5% de mujeres tienen el miembro inferior largo o el tronco corto. Como vemos aunque en varones daba la media en longitudes proporcionadas, hay más deportistas en rango de tronco corto/miembro inferior largo.

El Índice Esquelético, que relaciona las longitudes de tren superior e inferior, nos da valores en rango de tronco corto o miembro inferior largo, más alto se da en gimnasia rítmica seguido del baloncesto, también tienen una media en este rango: las pruebas de carrera de atletismo; de los deportes de combate, el kickboxing; y otros deportes como esgrima, ciclismo y pádel ⁴⁰.

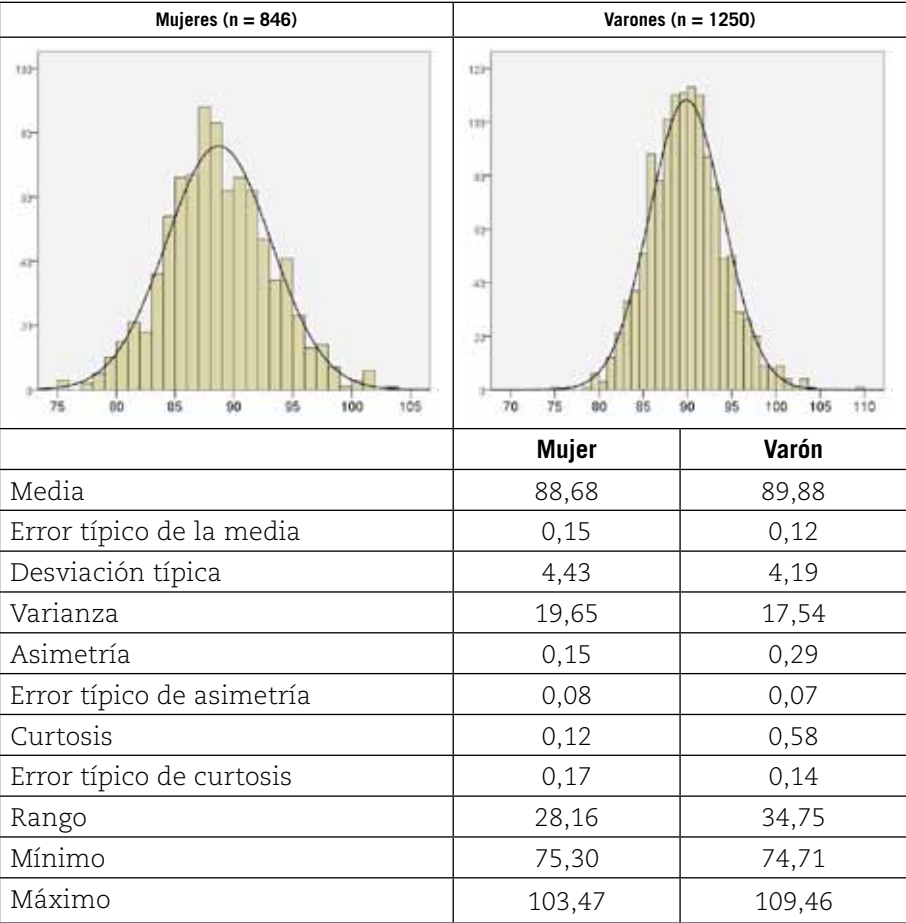


Gráfico 65. Distribución del índice esquelético o de Manouvier.

En caso de la valoración de la longitud de las extremidades, los índices braquial y crural nos ayudan a distinguir la aportación de cada segmento a la longitud total de la extremidad. Podemos necesitar un miembro superior largo, pero según el movimiento y dónde apliquemos la fuerza será más ventajoso que sea más a expensas de brazo o de antebrazo. Lo mismo ocurre con la longitud del miembro inferior, si es el muslo o la pierna los segmentos que proporcionalmente son mayores o menores. El índice braquial en rango bajo se da en halterofilia y en lucha; mientras que los valores más altos se encuentran en los lanzadores, piragüistas,

nadadores (pruebas de velocidad) y jugadores de waterpolo. El índice crural está en rango bajo en corredores de larga distancia, gimnastas, halteras y luchadores; mientras que se encuentra en rango alto en jugadores de baloncesto, voleibol, saltadores y ciclistas ⁴⁰.

Lo más frecuente es la asociación inversa entre las longitudes del tronco y la longitud de las extremidades, en las que un tronco relativamente largo se acompañará de extremidades tanto superior e inferior relativamente cortas, beneficioso en deportes como por ejemplo halterofilia; y un tronco proporcionalmente corto con extremidades largas siendo lo más indicado en baloncesto. Hay otras variaciones anatómicas que pueden ser potencialmente más óptimas en algunos deportes, por ejemplo, el ya comentado en natación de brazos largos y tronco largo o en el boxeo en que los brazos y tronco largos con piernas cortas será ventajoso por conseguir un mayor alcance a la vez que estabilidad ⁸.

La proporción entre las diferentes longitudes tiene una marcada influencia genética y los deportistas con unas características determinadas tendrán una selección natural hacia las modalidades donde su morfología corporal es desde el punto de vista biomecánico más eficaz. También es importante el conocimiento de la proporcionalidad para adaptar la técnica eligiendo la más adecuada según las características individuales de cada deportista ⁴³.

En el anexo (tablas 26 y 27) recogemos los valores estadísticos de la muestra masculina y femenina de los índices de proporcionalidad. Como hemos comentado basándonos en nuestros propios datos proponemos una valoración distinta a la clásica más acorde a las tallas actuales y para la raza caucásica. En las siguientes tablas (tablas 2, 3 y 4) se recogen los nuevos rangos propuestos.

Tabla 2. Índices de la extremidad constitucionales.

Denominación	Rango		Valoración Propuesta
	MUJER	VARÓN	
Índice Constitucional de Pignet: Estatura (cm) – (Perímetro del tórax (cm) + Peso (kg))	< - 0,70	< - 24,14	Constitución muy fuerte
	≥ - 0,70 y < 12,80	≥ - 24,14 y < -4,50	Constitución fuerte
	≥ 12,80 y ≤ 26	≥ -4,50 y ≤ 15,10	Constitución media
	> 26 y ≤ 34,60	> 15,10 y ≤ 25,60	Constitución débil
	> 34,60	> 25,60	Constitución muy débil
Índice Córmico o Talla sentado/a relativa: Talla sentado (cm) / Estatura (cm)	< 51	< 50,8	Tronco muy corto
	≥ 51 y < 52,2	≥ 50,8 y < 52	Tronco corto
	≥ 52,2 y ≤ 53,9	≥ 52 y ≤ 53,5	Tronco medio
	> 53,9 y ≤ 55,1	> 53,5 y ≤ 54,6	Tronco largo
	> 55,1	> 54,6	Tronco muy largo
Índice Esquelético: Estatura (cm) – Talla sentado (cm) * 100 / Talla sentado/a (cm)	< 81,6	< 83,2	M. Inferior muy corto o tronco muy largo
	≥ 81,6 y < 85,7	≥ 83,2 y < 87,1	M. Inferior corto o tronco largo
	≥ 85,7 y ≤ 91,6	≥ 87,1 y ≤ 92,3	M. Inferior y tronco proporcionales
	> 91,6 y ≤ 96,2	> 92,3 y ≤ 97	M. Inferior largo o tronco corto
	> 96,2	> 97	M. Inferior muy largo o tronco muy corto
Índice de tórax: diámetros transverso / antero-posterior (cm)	< 130	< 127	Tórax de forma globulosa
	≥ 130 y < 140	≥ 127 y < 138,5	Tórax de forma ovoide
	≥ 140 y ≤ 157	≥ 138,5 y ≤ 154,5	Tórax de forma intermedia
	> 157 y ≤ 170,5	> 154,5 y ≤ 168	Tórax de forma elipsoide
	> 170,5	> 168	Tórax de forma aplanada
	MUJER	VARÓN	Valoración clásica modificada
I. Acromio / Iliaco: Diámetro biliocrestal (cm)*100 / Diámetro biacromial (cm)	< 70	< 65	Tronco muy trapezoide
	≥ 70 y < 75	≥ 65 y < 70	Tronco trapezoide
	≥ 75 y ≤ 80	≥ 70 y ≤ 75	Tronco intermedio
	> 80 y ≤ 85	≤ 75 y < 80	Tronco rectangular
	> 85	> 80	Tronco muy rectangular

Tabla 3. Índices de la extremidad superior.

Denominación	Rango		Valoración Propuesta
	MUJER	VARÓN	
Longitud relativa de Miembro superior: (Longitudes de (cm) brazo+antebrazo+mano) *100 / Estatura (cm)	< 41,8	< 42,6	M. Superior muy corto
	≥ 41,8 y < 43	≥ 42,6 y < 43,6	M. Superior corto
	≥ 43 y ≤ 44,3	≥ 43,6 y ≤ 45	M. Superior medio
	> 44,3 y ≤ 45,3	> 45 y ≤ 46,1	M. Superior largo
	> 45,3	> 46,1	M. Superior muy largo
I. Braquial: Longitud del antebrazo (cm) * 100 / Longitud del brazo (cm)	< 71,2	< 72,1	Antebrazo muy corto o brazo muy largo.
	≥ 71,2 y < 73,8	≥ 72,1 y < 75	Antebrazo corto o brazo largo.
	≥ 73,8 y ≤ 77,6	≥ 75 y ≤ 78,9	L. de brazo y antebrazo proporcionales
	> 77,6 y ≤ 80,8	> 78,9 y ≤ 81,9	Antebrazo largo o brazo corto
	> 80,8	> 81,9	Antebrazo muy largo o brazo muy corto
Longitud relativa de brazo: longitud de brazo(cm) * 100 / Estatura (cm)	< 17,8	< 17,9	Brazo muy corto
	≥ 17,8 y < 18,3	≥ 17,9 y < 18,5	Brazo corto
	≥ 18,3 y ≤ 19,2	≥ 18,5 y ≤ 19,3	Brazo medio
	> 19,1 y ≤ 19,7	> 19,3 y ≤ 19,9	Brazo largo
	> 19,7	> 19,9	Brazo muy largo
Longitud relativa de antebrazo: longitud de antebrazo (cm) * 100 / Estatura (cm)	< 13,3	< 13,7	Antebrazo muy corto
	≥ 13,3 y < 13,8	≥ 13,7 y < 14,2	Antebrazo corto
	≥ 13,8 y ≤ 14,5	≥ 14,2 y ≤ 14,9	Antebrazo medio
	> 14,5 y ≤ 15,1	> 14,9 y ≤ 15,4	Antebrazo largo
	> 15,1	> 15,4	Antebrazo muy largo
Longitud relativa de la mano: longitud de la mano (cm) * 100 / Estatura (cm)	< 10,1	< 10,2	Mano muy corta
	≥ 10,1 y < 10,4	≥ 10,20 y < 10,6	Mano corta
	≥ 10,4 y ≤ 11	≥ 10,6 y ≤ 11,1	Mano media
	>11 y ≤ 11,4	> 11,12 y ≤ 11,5	Mano largo
	> 11,4	> 11,5	Mano muy larga
Envergadura relativa: Envergadura (cm) / Estatura (cm)	< 0,97	< 0,98	Envergadura muy corta
	≥ 0,97 y < 0,99	≥ 0,98 y < 1,00	Envergadura corta
	≥ 0,99 y ≤ 1,02	≥ 1,00 y ≤ 1,03	Envergadura media
	> 1,02 y ≤ 1,04	> 1,03 y ≤ 1,05	Envergadura larga
	> 1,04	> 1,05	Envergadura muy larga

Tabla 4. Índices de la extremidad inferior.

Denominación	Rango		Valoración Propuesta
	MUJER	VARÓN	
Longitud relativa de Miembro Inferior: Altura trocantérea (cm) * 100 / estatura (cm)	< 49,8	< 50,14	M. Inferior muy corto
	≥ 49,8 y < 51,1	≥ 50,1 y < 51,3	M. Inferior corto
	≥ 51,1 y ≤ 52,8	≥ 51,3 y ≤ 52,8	M. Inferior medio
	> 52,8 y ≤ 54,1	> 52,8 y ≤ 53,9	M. Inferior largo
	> 54,1	> 53,9	M. Inferior muy largo
I. Crural: Longitud de la pierna (cm) * 100 / Longitud del muslo (cm)	< 79,9	< 81,8	Pierna muy corta o muslo muy largo.
	≥ 79,9 y < 82,8	≥ 81,8 y < 84,4	Pierna corta o muslo largo.
	≥ 82,8 y ≤ 87,8	≥ 84,4 y ≤ 88,9	L. de la pierna y muslo proporcionales
	> 87,8 y ≤ 91,3	> 88,9 y ≤ 92,3	Pierna larga o muslo corto
	> 91,3	> 92,3	Pierna muy larga o muslo muy corto
Longitud relativa de muslo: longitud de muslo (cm) * 100 / Estatura (cm)	< 24,4	< 24,3	Muslo muy corto
	≥ 24,4 y < 25,3	≥ 24,3 y < 25,1	Muslo corto
	≥ 25,3 y ≤ 26,6	≥ 25,1 y ≤ 26,3	Muslo medio
	> 26,6 y ≤ 27,6	> 26,3 y ≤ 27,1	Muslo largo
	> 27,6	> 27,1	Muslo muy largo
Longitud relativa de pierna: longitud de la pierna (cm) * 100 / Estatura (cm)	< 20,8	< 21,1	Pierna muy corta
	≥ 20,8 y < 21,6	≥ 21,1 y < 21,8	Pierna corta
	≥ 21,6 y ≤ 22,7	≥ 21,8 y ≤ 22,7	Pierna media
	> 22,7 y ≤ 23,4	> 22,7 y ≤ 23,5	Pierna larga
	> 23,4	> 23,5	Pierna muy larga
Longitud relativa del pie: longitud del pie (cm) * 100 / Estatura (cm)	< 13,7	< 14	Pie muy corto
	≥ 13,7 y < 14,1	≥ 14 y < 14,5	Pie corto
	≥ 14,1 y ≤ 14,8	≥ 14,5 y ≤ 15,1	Pie medio
	> 14,8 y ≤ 15,2	> 15,1 y ≤ 15,6	Pie largo
	> 15,2	> 15,6	Pie muy largo

4.2 Modelos de proporcionalidad

El primer modelo de referencia fue descrito por Albert R. Behnke, en 1959, junto a Guttentag y Brodsky. Posteriormente Ross y Wilson, en 1974, propusieron un sistema de referencia denominado Phantom, para determinar la proporcionalidad. Es un “modelo metafórico”, unisexual, en el que se considera que las variables antropométricas tienen una distribución normal y se les adjudica el valor medio y la desviación estándar obtenidos de las bases de datos de amplios estudios antropométricos. Los perímetros corporales fueron tomados de Wilmore y Behnke (1969, 1970), los pliegues cutáneos de medidas no publicadas de Yuhasz, otras medidas fueron tomadas de Garret y Kennedy (1971), y de Clanser y cols. La talla se fijó de forma arbitraria en 170.18 cm y el peso corporal en 64.58 kg ⁸. Mediante la ecuación estadística, llamada puntuación típica, “Z”, que es igual al valor de la variable del sujeto menos la media aritmética de la población dividido por la desviación estándar poblacional, las medidas realizadas se convierten en variables normalizadas, adimensionales, que nos indican el mayor o menor desarrollo respecto al modelo de referencia. Ross y Wilson, modificaron la ecuación introduciendo un factor de corrección para la talla y el tipo de dimensión antropométrica (longitudinal, cuadrática o cúbica), de manera que la variable del sujeto se multiplica por el cociente entre la talla del modelo (170,18 cm) y su talla, que es elevado a una exponencial según la escala geométrica (1 si es longitud, 2 si es área o superficie y 3 si es volumen). Un valor positivo de Z para una variable indica un mayor desarrollo proporcional en relación al modelo, mientras que si da un valor negativo indica un menor desarrollo. Con el valor Z de cada variable se construye un gráfico donde se facilita la valoración del perfil de proporcionalidad.

Los valores Z son utilizados para comparar poblaciones e individuos, independientemente de su edad, sexo o estatura o bien dentro de un mismo individuo como control evolutivo. Inicialmente se aplicó esta estrategia para estudios del crecimiento tanto longitudinal como transversal. Actualmente se utiliza en la valoración de los deportistas dentro del campo de la medicina deportiva y también en otras áreas como en el estudio de las anormalidades genéticas, obteniendo marcadores antropométricos. Existen perfiles de proporcionalidad típicos en ciertas modalidades deportivas, en los que los deportistas se asemejan en sus valores “Z” de proporcionalidad.

Presentamos en la Tabla 5 el valor de la “Z” de la muestra masculina y femenina en relación a los valores del Phantom⁹ y también su representación gráfica, donde podemos observar el dimorfismo sexual.

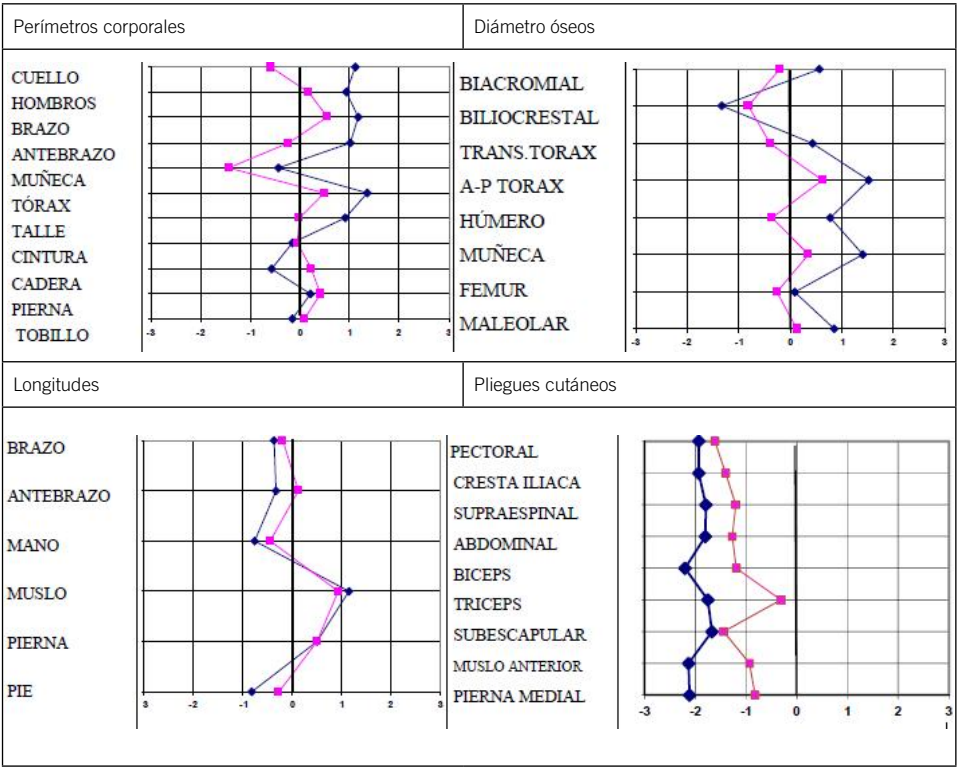
El varón tiene mayores perímetros en cuello y antebrazo, y también aunque en menor medida en muñeca, talle, tórax, hombros y brazo. Además tiene mayor desarrollo óseo de las articulaciones del miembro superior, de la caja torácica y cintura escapulo-humeral. Es decir, mayor desarrollo músculo-esquelético del tren superior. La mujer tiene mayor panículo adiposo que el varón, siendo más marcado en las extremidades: pliegues cutáneos tríceps, pierna medial, muslo anterior y bíceps; aunque también son superiores los de franja abdominal: supraespinal, ileocrestal y abdominal. Y tiene una pelvis más ancha con mayor desarrollo glúteo. También destacar que en la longitud de muslo, la mujer tiene una “Z” más positiva que el varón, lo que concuerda con su longitud relativa correspondiente, en las que la media de la muestra femenina fue mayor que la del varón.

En relación al dimorfismo sexual queremos recordar que en el índice ponderal y en el ectomorfismo que se calcula según el valor de éste, no existen diferencias entre las muestras femenina y masculina. Estos son índices que relacionan la masa corporal, dimensión de volumen, con la estatura, dimensión longitudinal, debido a ello se igualan ambas dimensiones tomando la raíz cúbica del peso o masa corporal. Lo que estos índices no discriminan es dentro de la masa corporal que corresponde al peso magro y cual al peso graso, como sabemos la muestra masculina tiene proporcionalmente mayor el primer componente mientras que la muestra femenina tiene proporcionalmente más componente graso. Sin embargo tomado en valores globales ambos sexos tienen igual volumen por unidad de altura o igual linealidad.

Tabla 5. Valores del Phantom.

Valores del Phantom	media	std	“Z” MUJER	“Z” VARÓN
Características generales				
Estatura (cm)	170,18	6,29	-	-
Peso corporal (kg)	64,58	8,60	-0,13	-0,06
Talla sentado (cm)	89,92	4,50	0,06	-0,07
Envergadura (cm)	172,35	7,41	-0,18	0,15
Perímetros corporales (cm)				
Cuello	34,91	1,73	-0,60	1,11
Hombros	104,86	6,23	0,17	0,93
Tórax (mesoesternal)	87,86	5,18	0,49	1,35
Abdominal 1 (talle)	71,91	4,45	-0,01	0,92
Abdomen 2 (umbilical)	79,06	6,95	-0,05	-0,15
Cadera	94,67	5,58	0,23	-0,57
Brazo relajado	26,89	2,33	0,56	1,17
Antebrazo	25,13	1,41	-0,24	1,02
Muñeca	16,35	0,72	-1,44	-0,43
Pierna	35,25	2,30	0,42	0,21
Tobillo	21,71	1,33	0,10	-0,15
Diámetros óseos (cm)				
Biacromial	38,04	1,92	-0,21	0,57
Biiliocrestal	28,84	1,75	-0,81	-1,33
Transverso Tórax	27,92	1,74	-0,39	0,43
Antero-posterior Tórax	17,50	1,38	0,62	1,53
Biepicondileo Húmero	6,48	0,35	-0,36	0,77
Biestiloideo de muñeca	5,21	0,28	0,36	1,40
Biepicondileo fémur	9,52	0,48	-0,25	0,09
Bimaleolar de tobillo	6,68	0,36	0,12	0,85
Longitudes/alturas (cm)				
Brazo	32,53	1,77	-0,36	-0,18
Antebrazo	24,57	1,37	-0,32	0,12
Mano	18,85	0,85	-0,75	-0,45
Altura trocánterea	86,40	4,32	0,45	0,51
Altura tibial	44,82	2,56	-0,23	-0,02
Longitud de muslo	41,37	2,48	1,15	0,94
Longitud de la pierna	36,81	2,10	0,43	0,50
Longitud del pie	25,50	1,16	-0,82	-0,26
Pliegues cutáneos (mm)				
Pectoral	11,8	3,27	-1,61	-1,93
Ileocrestal	22,4	6,80	-1,40	-1,93
Supraespinal	15,4	4,47	-1,20	-1,79
Abdominal	25,4	7,78	-1,27	-1,80
Bíceps	8	2	-1,19	-2,20
Tríceps	15,4	4,47	-0,31	-1,75
Subescapular	17,2	5,07	-1,44	-1,67
Muslo anterior	31,1	9,69	-0,93	-2,13
Pierna medial	16	4,67	-0,82	-2,11

Gráfico 66. Puntuación “Z” del Phantom: muestras femenina y masculina.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Reverte, J. M. (1981). *Antropología médica I*. Madrid: Editorial Rueda.
2. Carter, J. E. L.; Heath, B. H. (1990). *Somatotyping - development and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
3. Beunen, G.; Borms, J. (1990). Kinanthropometry: roots, developments and future. *Journal of Sports Sciences*, 8(1), pp. 1-15.
4. Ross, W. D.; Drinkwater, D. T.; Bailey, D. A.; Marshall, G. R.; Leahy, R. M. (1980). Kinanthropometry: traitions and new perspectives. En: M. Ostyn, G. Buenen, and J. Simons (Eds). *Kinanthropometry II* (pp. 3-27). Baltimore: University Park Press.
5. Martinez, M. A.; De Irala, J.; Faulín, F. J. (2001). *Bioestadística amigable*. Madrid: Díaz de Santos, S. A.
6. Weiner, J. S.; Louire, J. A. (1981). *Practical Human Biology*. London: Academic Press.
7. Lohman, G. T; Roche, A. F.; Martorell, R. (1988). *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books.
8. Norton, K. I.; Olds, T. S. (1996). *Anthropometrica*. Sydney: UNSW Press.
9. Ross, W. D.; Marfell-Jones, M. J. (1991) Kinanthropometry. En: J. D. MacDougal, H. A. Wenger; H. J. Green (Eds). *Physiological Testing of the High Performance* (2ª ed. pp. 223-308). Champaign, Illinois: Human Kinetics.
10. Aragonés, M. T.; Casajús, J. A.; Rodriguez, F.; Cabañas, M. D. (1993). Protocolos de medidas antropométricas. En: F. Esparza (Ed). *Manual de Cineantropometría* (pp. 35-66). Pamplona: FEMEDE.
11. Canda, A. (2011). Protocolo de medición. En: C. Moreno; P. Manonelles (Ed.). *Manual de Cineantropometría*. Badalona, Barcelona: Nexus Médica.
12. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. (1996). *Vocabulario Científico y Técnico*. 3ª ed. Madrid: Espasa.
13. Tanner, J. M. (1964). *The Physique of the Olympic Athlete*. London: Allen and Unwin LTD.
14. Gordon, C. C.; Chumlea, W. C.; Roche, A. F. (1988). Stature, recumbent length, and weight. En: T. G. Lohman; A. F. Roche; R. Martorell (Eds). *Anthropometric Standardization Reference Manual* (pp. 3-8). Illinois: Human Kinetics Books.
15. Ulijaszek, S. J.; Lourie, J. (1994). Intra and inter-observer error in anthropometric measurement. En: S. J. Ulijaszek; C. G. N. Mascie-Taylor (Eds). *Anthropometry: the individual and the population* (pp. 30-55). Cambridge: Cambridge University Press.

16. Martín, A. D.; Carter, J. E. L.; Hendy, K. C.; Malina, R. M. (1988). Segment Lengths. En: T. G. Lohman; A. F. Roche; R. Martorell (Eds). *Anthropometric Standardization Reference Manual* (pp. 9-26). Illinois: Human Kinetics Books.
17. Behnke, A. R.; Wilmore, J. H. (1974). *Evaluation and Regulation of body build and composition*. New Jersey: Prentice-Hall. Inc.
18. Lapunzina, P.; Aiello, H. (2002). *Manual de antropometría normal y patológica*. Barcelona: Masson, S. A.
19. Klein, A.; Allsion, D. B.; Heymsfield, S. B.; Kelley, D. E.; Leiibel, R. L. (2007). Waist Circumference and Cardiometabolic Risk: a consensus statement from Shaping American's Health: Association for Weight Management and Obesity Prevention; NAASO, The Obesity Society; the American Society for Nutrition; and the American Diabetes Association. *Obesity*, 15 (5), pp. 1061-1067.
20. Jackson, A. S.; Pollock, M. L. (1985). Practical Assessment of Body Composition. *The Physician and sportsmedicine*, 13 (5), pp. 76-90.
21. Withers, R. T.; Craig, N. P.; Bourdon, P. C.; Norton, K. I. (1987). Relative body fat and anthropometric prediction of body density of male athletes. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 56 (2), pp. 191-200.
22. Wang, Z. M.; Pierson, R. N.; Heymsfield, S. B. (1992). The five models: a new approach to organizing body-composition research. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 56 (1), pp. 19-28.
23. Yuhasz, M. S. (1962). *The effects of sports training on body fat in man with prediction of optimal body weight*. Tesis doctoral, University of Illinois.
24. Centro de Medicina del Deporte. Citado en Canda, A. (2001). Taller de Cineantropometría. Protocolo de medición y valores de referencia. En: *Actas del VIII Congreso de FEMEDE y III Congreso Hispano-Luso de Medicina del Deporte: Zaragoza 17-20 de 1999*. (pp.59-76). Zaragoza: Diputación General de Aragón.
25. Yuhasz, M. S. (1974). Physical fitness manual. University of Western Ontario, London, Canada. Citado en: Carter, J. E. L. (1982). Body composition of Montreal Olympic Athletes. En: J. E. L. Carter (Ed). *Physical Structure of Olympic Athletes. Part I: The Montreal Olympic Games Anthropological Project* (pp. 107-116). San Diego: Karger.
26. Whitters, R. T.; Craig, N. P.; Bourdon, P. C.; Norton K. I. (1987). Relative body fat anthrotometric prediction of body density of male athletes. Citado en Norton, K. (1996). Anthropometric Estimation of body fat. En: Norton, K. I.; Olds, T. S. (Ed.). *Anthropometrica*. (pp. 172-198). Sydney: UNSW Press.
27. Whitters, R. T., Whittingham, K. I., Norton K. I., La Forgia, J., Ellis, M. W., Crockett, A. (1987). Relative body fat and anthrotometric prediction of body density of female athletes. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 56 (2), pp. 169-180.
28. Durnin J. V. G. A.; Womersley, J. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*, 32 (1), pp. 77-97.
29. Siri, W. E. (1956). The gross composition of the body. *Advances in Biological and Medical Physics*, 4, pp. 239-280.
30. Canda, A. (2010). Composición corporal y somatotipo como indicadores de pronóstico de rendimiento deportivo. En: *Análisis, valoración y monitorización del entrenamiento de alto rendimiento deportivo*. (pp. 29-50). Madrid: Consejo Superior de Deportes.
31. Heymsfield, S. B.; McManus, A. D.; Smith, J.; Stevens, V.; Nixon, D. W. (1982). Anthropometric measurement of muscle-mass: revised equations for calculating bone-free arm muscle area. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 36 (4), pp. 680-690.

32. Martin, A. D.; Spenst, L. F.; Drinkwater, D. T.; Clarys, J. P. (1990). Anthropometric estimation of muscle mass in men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22 (5), pp. 729-733.
33. Lee, R. C.; Wang, Z.; Heo, M.; Ross, R.; Janssen, I.; Heymsfield, S. B. (2000). Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72 (3), pp. 796-803.
34. Norgan, N. G. (1994). Anthropometry and physical performance. En: Ulijaszek, S. J., Mascie-Taylor (Ed.). *Anthropometry: the individual and the population* (pp. 141-159). Cambridge: Cambridge University Press.
35. Porta, J.; Galiano, D.; Tejedó, A.; González, J. M. (1993). Valoración de la composición corporal: Utopías y realidades. En: F. Esparza (coordinador). *Manual de Cineantropometría* (pp. 113-171). Pamplona: FEMEDE.
36. Kouri, A.; Pope, H. G.; Katz, D. L.; Oliva, P. (1995). Fat-Free Mas Index in Users and Nonusers of Anabolic-Androgenic Steroids. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 5 (4), pp- 223-228.
37. Tittel, K.; Wutschert, H. (1972). *Sportanthropometrie*. Leipzig: Johann Ambrosius Bath.
38. Eston, R. G. (2002). Use of the body mass index (BMI) for individual counselling: the new section editor for Kinanthropometry is 'Grade 1 Obese, Overweight'^(BMI 27.3), but dense and "distinctly muscular" (FFMI 23.1)!. *Journal of Sports Sciences* 20, (7), pp. 515-18.
39. Carter, J. E. L.; Heath, B. H. (1991). *Somatotyping. Development and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
40. Canda, A. (2007). *Estimación de la estatura a partir de longitudes corporales en el adulto joven. Aplicación en la población con minusvalías físicas*. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid.
41. Vallois, H. V. (1965), Anthropometric Techniques. *Current Anthropology*, 6 (2), pp. 127-43.
42. Chumlea, W. C.; Wisemandle, W.; Guo, S. S.; Siervogel; R. M. (2002). Relations between frame size and body composition and bone mineral status. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 75 (6), pp. 1012–1016.
43. Bloomfield, J.; Ackland, T. R.; Elliott, B. C. (2009). *Applied anatomy and biomechanics in sport*. 2ªed. USA: Human Kinetics.

ANEXO

Tablas resumen de los valores de referencia

Para facilitar la valoración morfológica del deportista hemos elaborado las siguientes tablas en las que se recogen tanto las variables directas como las derivadas y que son las más utilizadas dentro del estudio antropométrico. Para cada variable se ofrecen los datos estadísticos de media, desviación típica, número y percentiles. En antropometría los percentiles, medida de posición, se utilizan para la valoración individualizada, además hay que tener en cuenta que muchas de las variables, sobretodo en las que interviene el componente graso, tienen cierto sesgo y no siguen una distribución normal.

Podremos situar al sujeto que estemos evaluando de forma individualizada en las tablas de los percentiles que, recordemos, han sido elaboradas con datos actuales, procedentes de la población deportista española de alta competición, practicantes de una amplia gama de modalidades deportivas. En la valoración y recomendaciones que pautemos tendremos en cuenta qué deporte y prueba practica el individuo, qué requerimientos son los que conlleva esa modalidad deportiva, cuál es su nivel de competición, la etapa de entrenamiento y cuáles son las expectativas tanto del deportista como del entrenador. Algunas de las variables son más modificables que otras, en las que puede intervenir de forma más marcada la influencia genética. Debemos valorar al deportista de forma global, asociando toda la información que cada área de la antropometría proporciona. También podemos utilizar la puntuación “Z” estadística para cuantificar la desviación que tiene nuestro sujeto en relación a la población deportista de igual sexo.

Tabla 6. Características generales de la muestra femenina.

	Edad (años)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Talla sentado/a (cm)	Envergadura (cm)
Media	21,9	59,3	166,3	88,2	167,2
Desviación Típica	4,99	9,04	7,39	3,66	8,37
Número	846	846	846	846	843
Percentiles					
1	16,0	41,6	149,4	79,1	148,5
3	16,2	44,9	152,7	81,3	151,9
5	16,4	46,8	154,9	82,3	154,0
10	16,7	49,4	157,7	83,5	157,1
15	17,1	50,7	159,2	84,6	159,1
20	17,4	52,0	160,3	85,3	160,2
25	17,8	53,0	161,4	85,8	161,4
30	18,2	54,0	162,2	86,4	162,5
35	18,7	55,0	163,1	86,8	163,5
40	19,2	56,0	164,2	87,3	164,8
45	19,8	57,1	165,3	87,7	165,8
50	20,5	58,3	166,2	88,1	167,0
55	21,3	59,5	167,1	88,6	168,0
60	22,0	60,5	167,9	89,1	168,7
65	22,7	61,8	168,9	89,6	169,8
70	23,7	62,9	169,9	90,0	171,0
75	24,9	64,1	170,9	90,4	172,1
80	26,1	66,0	172,1	91,0	173,5
85	27,5	68,2	173,2	91,7	175,4
90	29,2	70,7	175,3	92,9	177,8
95	32,1	75,1	178,8	94,4	181,7
97	33,3	78,5	182,0	95,2	183,7
99	36,5	89,4	187,3	97,3	190,2

Tabla 7. Características generales de la muestra masculina.

	Edad (años)	Peso (kg)	Estatura (cm)	Talla sentado/a (cm)	Envergadura (cm)
Media	23,6	75,2	179,5	94,5	183,0
Desviación Típica	4,73	12,80	8,33	3,94	9,37
Número	1250	1250	1250	1250	1249
Percentiles					
1	18,0	53,3	161,6	86,0	163,5
3	18,1	56,6	164,9	87,4	166,5
5	18,2	58,3	167,1	88,1	168,3
10	18,6	61,1	169,3	89,6	171,4
15	18,8	62,9	171,4	90,6	173,3
20	19,1	64,6	172,7	91,3	175,2
25	19,5	66,0	173,8	91,9	176,8
30	19,9	67,7	174,9	92,4	178,0
35	20,6	69,1	176,1	92,9	179,1
40	21,1	70,4	177,2	93,4	180,3
45	21,8	71,8	178,2	93,9	181,3
50	22,6	73,3	179,1	94,4	182,6
55	23,3	74,7	180,0	94,9	183,8
60	24,2	76,2	181,0	95,4	184,8
65	24,9	77,7	182,2	96,0	186,0
70	25,9	79,7	183,4	96,5	187,2
75	26,6	82,1	184,5	97,1	188,5
80	27,8	84,2	185,7	97,6	190,2
85	28,9	87,3	187,4	98,3	192,0
90	30,6	91,8	189,8	99,5	194,1
95	32,6	100,4	193,9	101,5	199,9
97	34,0	106,0	197,3	102,6	203,9
99	37,3	115,4	204,0	104,6	209,1

Tabla 8. Perímetros corporales de la muestra femenina (cm).

	Cabeza	Cuello	Hombros	Tórax	Cintura	Abdominal
Media	54,4	33,1	103,5	88,4	70,3	76,9
Desviación Típica	1,42	1,83	5,88	5,49	5,10	6,92
Número	825	827	837	839	846	837
Percentiles						
1	51,3	29,2	90,6	76,7	60,6	63,5
3	51,8	29,9	93,5	79,2	62,7	66,1
5	52,0	30,2	94,4	80,2	63,4	67,1
10	52,5	30,8	96,4	81,9	64,8	68,9
15	52,9	31,2	97,5	83,1	65,5	70,3
20	53,2	31,6	98,6	83,9	66,1	71,4
25	53,4	31,8	99,4	84,6	66,9	72,3
30	53,7	32,1	100,2	85,3	67,3	73,1
35	53,9	32,3	101,1	86,0	67,9	74,0
40	54,0	32,6	101,7	86,6	68,3	74,6
45	54,2	32,8	102,3	87,2	68,9	75,4
50	54,4	33,1	103,1	88,1	69,4	76,1
55	54,6	33,2	104,0	88,6	70,1	77,0
60	54,8	33,6	104,7	89,2	70,6	77,6
65	55,0	33,8	105,6	90,1	71,3	78,2
70	55,2	34,0	106,4	90,7	72,2	79,3
75	55,4	34,2	107,4	91,6	73,1	80,5
80	55,5	34,5	108,6	92,7	74,1	82,3
85	55,9	35,1	109,7	94,0	75,4	83,7
90	56,2	35,3	111,4	95,4	77,1	85,7
95	56,8	36,1	113,5	98,2	79,1	89,2
97	57,0	36,9	115,6	99,9	81,7	91,8
99	57,9	38,0	119,1	104,0	86,2	99,7

Cadera	Brazo	Antebrazo	Muñeca	Muslo	Pierna	Tobillo
93,8	27,6	24,2	15,0	49,5	35,4	21,3
6,72	2,96	1,66	0,80	3,99	2,45	1,40
846	846	846	827	846	846	826
77,0	21,1	20,6	13,2	41,4	30,0	18,3
81,3	22,6	21,2	13,5	42,6	31,1	19
83,1	23,0	21,7	13,7	43,4	31,6	19,2
86,0	24,1	22,2	14,0	44,6	32,4	19,7
87,5	24,5	22,6	14,1	45,6	33,0	20,0
88,6	25,1	22,8	14,2	46,3	33,5	20,2
89,6	25,6	23,1	14,4	46,8	33,7	20,3
90,2	26,0	23,3	14,5	47,2	34,1	20,5
91,0	26,3	23,6	14,6	47,9	34,4	20,7
91,9	26,7	23,7	14,7	48,2	34,7	20,9
92,7	27,1	23,9	14,8	48,7	35,0	21,1
93,5	27,3	24,1	14,9	49,2	35,3	21,2
94,3	27,7	24,3	15,1	49,7	35,6	21,4
95,2	28,2	24,6	15,1	50,1	35,9	21,6
95,9	28,6	24,8	15,2	50,7	36,2	21,8
96,9	28,9	25,0	15,4	51,2	36,5	22,1
98,0	29,4	25,2	15,5	51,9	36,8	22,3
99,0	29,9	25,6	15,6	52,3	37,3	22,5
100,3	30,4	25,9	15,8	53,1	37,7	22,7
102,1	31,3	26,5	16,0	54,4	38,5	23,1
105,4	32,5	27,1	16,4	56,7	39,4	23,7
107,1	33,9	27,5	16,6	57,9	40,2	24,0
112,6	36,1	28,2	17,0	61,6	43,2	25,7

Tabla 9. Perímetros corporales de la muestra masculina (cm).

	Cabeza	Cuello	Hombros	Tórax	Cintura	Abdominal
Media	56,7	38,9	116,7	100,1	80,1	82,3
Desviación Típica	1,58	2,47	7,41	7,44	6,58	7,65
Número	1244	1244	1244	1248	1250	1247
Percentiles						
1	53,0	33,9	101,3	85,9	68,9	69,9
3	53,8	34,9	104,3	87,9	70,9	71,8
5	54,1	35,2	105,4	89,1	71,6	72,8
10	54,7	35,9	107,6	91,1	72,9	74,2
15	55,0	36,4	109,2	92,6	73,6	75,2
20	55,4	36,7	110,5	93,9	74,6	76,0
25	55,6	37,1	111,6	94,9	75,5	76,9
30	55,9	37,4	112,6	95,7	76,4	77,7
35	56,0	37,8	113,6	96,6	77,0	78,6
40	56,2	38,1	114,4	97,5	77,9	79,5
45	56,4	38,3	115,3	98,5	78,6	80,1
50	56,7	38,6	116,1	99,2	79,4	81,1
55	56,9	39,0	117,0	100,2	80,1	82,0
60	57,1	39,2	118,2	101,4	80,8	82,8
65	57,2	39,6	119,2	102,6	81,6	83,7
70	57,5	39,8	120,2	103,6	82,4	84,8
75	57,7	40,3	121,4	104,6	83,3	85,6
80	58,0	40,8	122,9	105,9	84,6	87,2
85	58,3	41,3	124,3	107,5	86,1	89,1
90	58,7	42,1	126,5	109,7	88,1	91,3
95	59,4	43,4	129,7	112,9	92,3	97,2
97	59,9	44,1	132,1	116,1	96,2	101,5
99	60,2	45,6	136,5	121,1	101,6	109,1

Cadera	Brazo	Antebrazo	Muñeca	Muslo	Pierna	Tobillo
96,5	31,2	28,0	16,9	52,9	37,7	22,7
6,75	3,61	2,20	1,04	4,4	2,7	1,6
1250	1250	1250	1244	1250	1250	1243
84,4	24,1	23,7	14,7	44,0	32,5	19,4
85,8	25,3	24,4	15,1	45,6	33,2	20,1
87,1	25,9	24,7	15,2	46,5	33,8	20,4
88,5	26,9	25,3	15,6	47,7	34,6	20,9
89,8	27,6	25,7	15,9	48,6	35,1	21,2
90,8	28,1	26,1	16,1	49,3	35,5	21,4
91,8	28,6	26,4	16,2	49,9	35,8	21,7
92,6	29,1	26,8	16,4	50,6	36,2	21,8
93,4	29,6	27,1	16,5	51,1	36,6	22,1
94,2	30,1	27,4	16,6	51,7	36,8	22,2
95,0	30,5	27,7	16,7	52,1	37,1	22,4
95,9	31,0	27,9	16,9	52,7	37,4	22,6
96,7	31,5	28,2	17,0	53,1	37,8	22,7
97,4	31,9	28,4	17,1	53,6	38,1	22,9
98,4	32,4	28,7	17,2	54,1	38,4	23,1
99,3	32,9	29,1	17,4	54,6	38,8	23,3
100,2	33,6	29,4	17,6	55,4	39,1	23,6
101,6	34,2	29,8	17,8	56,2	39,7	23,8
102,9	34,7	30,3	18,0	57,2	40,3	24,2
105,2	35,9	30,9	18,2	58,6	41,2	24,7
109,2	37,6	31,8	18,7	60,7	42,5	25,6
111,7	39,4	32,7	19,0	62,7	43,3	25,9
116,3	41,0	33,7	19,6	65,6	45,5	27,3

Tabla 10. Diámetros óseos de la muestra femenina (cm).

	Biacromial	Biiliocrestal	Transverso tórax	Ant-post tórax	Húmero	Muñeca	Fémur	Maleolar
Media	36,8	26,8	26,6	17,9	6,2	5,2	9,2	6,6
Desviación Típica	1,78	1,81	1,64	1,50	0,34	0,27	0,52	0,35
Número	827	826	827	827	846	846	846	826
Percentiles								
1	32,7	22,3	23,0	14,8	5,5	4,6	8,0	5,8
3	33,6	23,3	23,8	15,2	5,6	4,7	8,3	6,0
5	34,0	23,6	24,1	15,6	5,7	4,8	8,4	6,0
10	34,6	24,5	24,6	16,1	5,8	4,9	8,6	6,1
15	34,9	25,0	25,0	16,4	5,9	4,9	8,7	6,2
20	35,2	25,4	25,2	16,6	5,9	5,0	8,8	6,3
25	35,6	25,7	25,4	17,0	6,0	5,0	8,8	6,3
30	35,8	25,9	25,7	17,1	6,0	5,0	8,9	6,4
35	36,1	26,1	26,0	17,3	6,0	5,1	9,0	6,4
40	36,2	26,4	26,2	17,5	6,1	5,1	9,0	6,5
45	36,5	26,6	26,4	17,7	6,1	5,1	9,1	6,5
50	36,8	26,8	26,6	18,0	6,2	5,2	9,2	6,5
55	37,0	27,0	26,8	18,1	6,2	5,2	9,2	6,6
60	37,2	27,2	27,0	18,2	6,3	5,2	9,3	6,6
65	37,4	27,5	27,2	18,4	6,3	5,3	9,4	6,7
70	37,7	27,7	27,4	18,6	6,4	5,3	9,4	6,7
75	38,0	28,0	27,7	18,9	6,4	5,4	9,5	6,8
80	38,2	28,2	28,0	19,1	6,5	5,4	9,6	6,9
85	38,6	28,5	28,4	19,5	6,6	5,5	9,7	6,9
90	39,1	29,0	28,8	19,9	6,6	5,5	9,8	7,0
95	39,8	29,9	29,4	20,5	6,8	5,6	10,1	7,1
97	40,1	30,3	29,8	20,7	6,9	5,7	10,2	7,3
99	41,0	31,3	30,6	22,1	7,1	5,9	10,8	7,5

Tabla 11. Diámetros óseos de la muestra masculina (cm).

	Biacromial	Biiliocrestal	Transverso tórax	Ant-post tórax	Húmero	Muñeca	Fémur	Maleolar
Media	41,3	28,0	30,2	20,7	7,1	5,9	10,1	7,4
Desviación Típica	2,14	1,98	2,23	1,85	0,42	0,35	0,57	0,46
Número	1244	1244	1244	1244	1250	1250	1250	1244
Percentiles								
1	36,5	23,8	25,9	16,6	6,2	5,2	9,0	6,3
3	37,4	24,7	26,5	17,5	6,4	5,3	9,1	6,6
5	37,9	25,1	26,8	17,9	6,5	5,4	9,2	6,7
10	38,6	25,6	27,4	18,5	6,6	5,5	9,4	6,8
15	39,1	26,0	27,9	18,9	6,7	5,5	9,5	6,9
20	39,5	26,3	28,4	19,2	6,8	5,6	9,6	7,0
25	39,9	26,6	28,7	19,4	6,8	5,7	9,7	7,1
30	40,2	26,9	29,0	19,7	6,9	5,7	9,8	7,1
35	40,5	27,1	29,3	19,9	7,0	5,8	9,8	7,2
40	40,8	27,3	29,6	20,1	7,0	5,8	9,9	7,2
45	41,0	27,6	29,8	20,4	7,0	5,9	10,0	7,3
50	41,2	27,8	30,1	20,6	7,1	5,9	10,0	7,3
55	41,5	28,0	30,3	20,8	7,1	5,9	10,1	7,4
60	41,8	28,2	30,6	21,1	7,2	6,0	10,2	7,5
65	42,0	28,5	30,9	21,2	7,2	6,0	10,3	7,5
70	42,3	28,9	31,3	21,5	7,3	6,1	10,4	7,6
75	42,7	29,1	31,6	21,7	7,4	6,1	10,4	7,6
80	42,9	29,5	32,1	22,1	7,5	6,2	10,5	7,7
85	43,4	29,9	32,5	22,5	7,5	6,3	10,7	7,8
90	44,0	30,5	33,2	23,0	7,7	6,4	10,9	8,0
95	44,9	31,6	34,1	23,9	7,9	6,5	11,1	8,2
97	45,5	32,4	35,0	24,8	8,0	6,6	11,3	8,3
99	46,6	33,9	36,4	26,0	8,2	6,7	11,7	8,6

Tabla 12. Longitudes / Alturas de la muestra femenina (cm).

	Brazo	Antebrazo	Mano	Altura Trocantérea	Altura Tibial	Muslo	Pierna	Pie
Media	31,2	23,6	17,8	86,3	43,2	43,2	36,9	24,0
Desviación Típica	1,79	1,46	0,94	4,95	2,61	2,74	2,41	1,27
Número	836	829	831	833	832	824	828	836
Percentiles								
1	27,3	20,3	15,5	76,1	37,4	37,7	31,6	21,4
3	27,9	20,9	16,2	77,9	38,7	38,7	32,7	21,9
5	28,3	21,4	16,4	79,0	39,1	39,0	33,2	22,1
10	29,0	21,9	16,6	80,3	39,9	40,0	34,0	22,4
15	29,4	22,1	16,8	81,4	40,7	40,6	34,5	22,7
20	29,8	22,3	17,0	82,2	41,0	41,0	34,8	22,9
25	30,0	22,6	17,2	82,9	41,4	41,4	35,2	23,1
30	30,1	22,9	17,3	83,6	41,7	41,8	35,5	23,2
35	30,4	23,0	17,4	84,2	42,0	42,2	35,8	23,4
40	30,6	23,2	17,5	84,9	42,3	42,5	36,1	23,6
45	30,9	23,4	17,6	85,2	42,6	42,8	36,4	23,8
50	31,1	23,5	17,7	86,0	43,0	43,1	36,7	24,0
55	31,3	23,7	17,9	86,6	43,2	43,5	37,0	24,1
60	31,5	23,9	18,0	87,2	43,6	43,9	37,4	24,2
65	31,7	24,0	18,1	88,0	44,0	44,2	37,7	24,4
70	32,0	24,3	18,2	88,7	44,4	44,4	38,1	24,6
75	32,3	24,5	18,4	89,2	44,9	44,8	38,3	24,8
80	32,6	24,8	18,5	90,1	45,5	45,2	38,7	25,0
85	33,0	25,1	18,8	91,1	46,1	45,7	39,4	25,3
90	33,4	25,5	19,0	92,6	46,9	46,4	39,9	25,6
95	34,3	26,1	19,5	94,7	48,0	47,7	41,1	26,1
97	35,0	26,5	19,8	97,4	48,9	48,6	42,1	26,5
99	36,0	27,2	20,2	100,5	51,1	50,4	43,3	27,5

Tabla 13. Longitudes / Alturas de la muestra masculina (cm).

	Brazo	Antebrazo	Mano	Altura Trocantérea	Altura Tibial	Muslo	Pierna	Pie
Media	34,0	26,1	19,5	93,5	47,2	46,1	39,9	26,6
Desviación Típica	2,04	1,64	1,06	5,44	2,90	2,88	2,73	1,52
Número	1248	1112	1112	1244	1244	1105	1110	1248
Percentiles								
1	29,4	22,3	17,1	81,0	39,3	40,9	34,4	23,3
3	30,4	23,2	17,5	84,2	41,0	42,2	35	23,9
5	30,8	23,5	17,8	85,1	41,6	42,7	35,7	24,2
10	31,4	24,0	18,2	86,8	42,5	43,7	36,6	24,8
15	32,0	24,5	18,4	88,1	43,3	44,5	37,2	25,1
20	32,3	24,8	18,6	89,1	43,8	45,0	37,7	25,3
25	32,5	25,0	18,8	89,9	44,2	45,3	38,1	25,5
30	32,9	25,2	18,9	90,6	44,5	45,6	38,5	25,8
35	33,1	25,4	19,0	91,4	45	46,0	38,8	26,0
40	33,4	25,6	19,1	91,9	45,2	46,3	39,1	26,1
45	33,7	25,8	19,3	92,5	45,7	46,7	39,5	26,3
50	34,0	26,0	19,4	93,2	46,0	47,1	39,7	26,5
55	34,1	26,2	19,6	93,7	46,4	47,5	40,0	26,7
60	34,4	26,4	19,7	94,5	46,7	47,7	40,4	26,9
65	34,6	26,7	19,9	95,1	47,1	48,1	40,8	27,1
70	34,9	26,9	20,0	95,8	47,5	48,5	41,1	27,3
75	35,2	27,1	20,1	96,5	47,9	49,0	41,6	27,5
80	35,5	27,4	20,3	97,5	48,3	49,3	42,0	27,8
85	36,0	27,7	20,5	98,7	49,0	50,0	42,5	28,1
90	36,6	28,2	20,8	100,2	49,8	51,0	43,3	28,5
95	37,4	28,9	21,3	103,0	51,0	52,2	45,0	29,2
97	38,2	29,3	21,5	104,8	52,1	53,7	45,9	29,8
99	39,6	30,6	22,4	109,3	54,1	55,7	47,7	30,8

Tabla 14. Pliegues cutáneos de la muestra femenina (mm).

	Pectoral	Cresta Iliaca	Supraespinal	Abdominal	Bíceps
Media	6,4	12,6	9,8	15,2	5,5
Desviación Típica	3,10	5,77	4,74	7,62	2,50
Número	846	846	846	846	846
Percentiles					
1	2,7	4,5	3,9	4,6	2,4
3	2,9	5,2	4,4	5,3	2,6
5	3,1	5,7	4,7	5,6	2,8
10	3,4	6,4	5,3	6,7	3,0
15	3,6	7,0	5,7	7,5	3,3
20	3,9	7,8	6,2	8,4	3,5
25	4,2	8,3	6,7	9,3	3,7
30	4,5	8,9	7,0	9,9	4,0
35	4,7	9,6	7,4	10,8	4,2
40	4,9	10,2	7,8	11,8	4,5
45	5,2	10,7	8,2	12,8	4,7
50	5,6	11,2	8,6	13,8	4,9
55	6,0	11,9	9,1	14,8	5,2
60	6,4	12,8	9,5	15,9	5,5
65	6,9	13,4	10,1	16,9	5,8
70	7,4	14,4	10,8	18,3	6,2
75	8,0	15,7	11,5	19,4	6,6
80	8,6	17,0	12,6	21,1	7,1
85	9,4	19,0	13,8	23,5	7,6
90	10,7	20,9	15,8	26,1	8,4
95	12,5	23,7	19,6	30,0	10,2
97	14,0	25,9	21,7	32,2	11,0
99	16,7	30,5	26,3	36,5	13,4

Triceps	Subescapular	Muslo Anterior	Pierna Medial
13,7	9,7	18,8	11,9
5,29	4,12	7,18	5,69
846	846	846	846
4,9	4,8	7,3	4,0
6,3	5,2	8,7	4,7
6,7	5,6	9,7	5,1
7,8	6,1	11,0	5,9
8,6	6,5	12,0	6,4
9,3	6,9	12,8	7,2
9,9	7,2	13,7	7,9
10,4	7,4	14,5	8,4
11,1	7,7	15,1	9,1
11,5	8,1	15,8	9,5
12,2	8,4	16,7	10,0
12,7	8,7	17,5	10,6
13,2	9,1	18,2	11,3
14,0	9,4	19,2	11,9
14,8	9,8	20,2	12,7
15,4	10,4	21,6	13,4
16,4	11,0	22,6	14,5
17,8	11,6	23,9	15,8
18,9	12,5	25,6	17,2
20,4	14,1	29,1	19,1
23,9	16,9	33,1	23,7
27,0	19,6	35,4	25,9
30,4	26,7	40,1	31,1

Tabla 15. Pliegues cutáneos de la muestra masculina (mm).

	Pectoral	Cresta Iliaca	Supraespinal	Abdominal	Bíceps
Media	5,8	9,8	7,8	12,0	3,8
Desviación Típica	2,77	5,56	4,32	7,96	1,47
Número	1250	1249	1249	1249	1248
Percentiles					
1	2,8	4,3	3,8	4,5	2,2
3	3,1	4,7	4,2	4,8	2,3
5	3,2	5,0	4,3	5,0	2,4
10	3,5	5,3	4,7	5,6	2,6
15	3,7	5,7	4,8	6,1	2,7
20	3,9	6,0	5,1	6,4	2,8
25	4,0	6,3	5,3	6,7	2,9
30	4,2	6,6	5,5	7,1	3,0
35	4,4	6,9	5,8	7,5	3,1
40	4,6	7,3	6,0	7,9	3,2
45	4,8	7,6	6,2	8,5	3,3
50	5,0	7,9	6,4	9,1	3,4
55	5,3	8,4	6,7	9,7	3,5
60	5,5	8,9	7,0	10,6	3,6
65	5,8	9,5	7,4	11,7	3,8
70	6,1	10,1	7,9	12,7	3,9
75	6,4	11,1	8,5	14,2	4,0
80	7,0	12,2	9,4	16,0	4,3
85	7,9	14,1	10,6	19,1	4,7
90	9,0	16,8	12,9	23,4	5,3
95	11,5	21,8	16,5	30,4	6,5
97	12,9	26,0	19,6	33,8	7,6
99	16,8	32,1	27,5	41,2	9,9

Triceps	Subescapular	Muslo Anterior	Pierna Medial
8,0	9,2	9,8	6,5
3,52	3,89	4,41	3,14
1250	1250	1250	1250
3,8	5,4	4,3	3,1
4,1	5,7	4,8	3,5
4,3	5,9	5,1	3,6
4,8	6,3	5,7	3,9
5,1	6,6	6,1	4,2
5,4	6,8	6,6	4,4
5,7	7,0	6,9	4,6
5,9	7,2	7,2	4,7
6,1	7,4	7,6	5,0
6,4	7,7	8,0	5,2
6,7	7,9	8,3	5,3
7,1	8,1	8,8	5,6
7,4	8,4	9,1	5,8
7,8	8,7	9,7	6,1
8,3	9,0	10,1	6,5
8,8	9,4	10,7	6,9
9,3	9,8	11,4	7,3
10,0	10,4	12,2	8,0
10,9	11,3	13,4	8,8
12,3	12,8	15,2	9,9
15,0	16,1	18,5	12,7
16,9	19,3	20,4	14,7
20,5	27,5	25,1	18,3

Tabla 16. Sumatorios de pliegues cutáneos de la muestra femenina (mm).

	4 Pliegues	5 Pliegues	6 Pliegues	7 Pliegues	8 Pliegues
Media	48,28	53,28	78,97	84,43	97,05
Desviación Típica	20,16	20,97	30,66	32,80	37,99
Número	846	846	846	846	846
Percentiles					
1	19,96	22,83	32,68	35,32	40,81
3	22,28	25,37	37,57	40,23	45,98
5	23,99	27,58	40,62	43,19	48,97
10	26,92	30,80	46,19	49,59	56,25
15	29,51	33,81	49,61	53,17	60,41
20	31,13	35,51	53,61	57,15	65,21
25	33,92	38,25	56,87	61,01	69,49
30	36,01	41,04	60,43	64,97	74,70
35	38,11	43,18	63,76	68,05	77,93
40	40,03	45,07	66,91	71,56	82,75
45	42,11	47,61	70,84	75,44	87,18
50	45,00	49,85	74,38	79,67	91,25
55	46,73	51,79	77,36	82,46	95,51
60	49,43	53,72	79,87	85,57	98,31
65	51,47	56,82	85,49	90,76	103,97
70	54,43	60,30	89,70	95,87	109,85
75	58,41	63,30	94,01	99,78	116,19
80	61,94	67,15	100,13	107,17	122,82
85	66,50	72,26	107,36	114,55	132,00
90	73,38	80,94	118,25	125,89	146,72
95	87,14	93,01	137,01	146,61	168,55
97	94,92	104,05	150,82	159,64	184,12
99	110,55	122,68	180,27	192,52	221,04

4 PLIEGUES: Tríceps, subescapular, supraespinal y abdominal; 5 PLIEGUES: Tríceps, bíceps, subescapular, cresta iliaca y pierna medial; 6 PLIEGUES: Tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo anterior y pierna medial; 7 PLIEGUES: Tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo anterior, pierna medial, bíceps; 8 PLIEGUES: Tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo anterior, pierna medial, bíceps y cresta iliaca.

Tabla 17. Sumatorios de pliegues cutáneos de la muestra masculina (mm).

	4 Pliegues	5 Pliegues	6 Pliegues	7 Pliegues	8 Pliegues
Media	36,94	37,16	53,20	56,95	66,74
Desviación Típica	18,44	15,87	24,45	25,71	30,88
Número	1248	1248	1248	1248	1248
Percentiles					
1	18,47	20,20	27,13	29,32	34,00
3	19,85	21,17	29,00	31,52	36,50
5	20,60	22,36	30,07	32,58	37,73
10	22,00	24,00	32,53	35,30	40,73
15	23,15	25,03	34,06	36,91	42,81
20	24,26	26,10	35,67	38,50	44,83
25	25,14	27,33	37,48	40,53	47,28
30	26,48	28,30	39,43	42,52	49,23
35	27,33	29,17	40,50	43,77	50,74
40	28,60	30,15	42,29	45,69	52,90
45	29,50	31,27	43,90	47,23	54,97
50	30,93	32,65	46,03	49,55	57,53
55	32,63	33,83	47,83	51,37	59,47
60	34,03	35,38	50,25	53,94	62,69
65	36,13	37,10	52,87	56,72	66,56
70	38,44	38,94	56,13	59,95	70,26
75	41,56	41,33	59,48	63,43	74,90
80	45,61	44,08	65,23	69,25	81,21
85	50,57	48,33	71,95	76,31	89,61
90	61,70	55,90	84,07	89,57	105,69
95	76,70	70,36	103,27	110,06	131,52
97	84,85	78,62	118,11	125,11	148,85
99	110,67	104,35	152,33	162,62	191,06

4 PLIEGUES: Tríceps, subescapular, supraespinal y abdominal; 5 PLIEGUES: Tríceps, bíceps, subescapular, cresta iliaca y pierna medial; 6 PLIEGUES: Tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo anterior y pierna medial; 7 PLIEGUES: Tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo anterior, pierna medial, bíceps; 8 PLIEGUES: Tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo anterior, pierna medial, bíceps y cresta iliaca.

Tabla 18. Porcentaje de grasa de la muestra femenina.

	Centro	Y ₂	W	D-W	JP
Media	18,2	15,8	18,1	23,2	18,7
Desviación Típica	4,29	4,75	5,07	4,91	5,03
Número	846	846	846	846	846
<u>Percentiles</u>					
1	12,2	8,6	7,8	12,5	10,5
3	12,6	9,4	9,0	14,3	11,4
5	13,0	9,9	10,3	15,5	11,9
10	13,6	10,7	11,8	17,1	12,8
15	14,2	11,3	12,9	17,9	13,6
20	14,5	11,9	13,7	18,8	14,2
25	15,1	12,4	14,5	19,8	14,8
30	15,6	12,9	15,5	20,5	15,4
35	16,0	13,5	16,2	21,2	16,1
40	16,4	13,9	16,8	21,8	16,7
45	16,9	14,5	17,4	22,4	17,3
50	17,5	15,1	17,9	23,0	18,0
55	17,9	15,6	18,5	23,6	18,7
60	18,4	15,9	19,0	24,2	19,4
65	18,9	16,8	19,8	24,7	19,9
70	19,5	17,5	20,7	25,5	20,7
75	20,3	18,1	21,3	26,3	21,5
80	21,1	19,1	22,2	27,2	22,7
85	22,1	20,2	23,3	28,2	23,8
90	23,5	21,9	24,7	29,5	25,5
95	26,5	24,8	27,0	31,7	28,2
97	28,1	26,9	28,9	33,1	30,0
99	31,4	31,5	31,4	35,2	32,9

Ecuaciones: Centro Y₁(1962) (Equivalente Yuhasz de varones, 4 pliegues cutáneos); Y₂(1974):Yuhasz 6 pliegues cutáneos, W(1987):Withers y col.; D-W(1974): Durnin-Womersley; JP (1985): Jackson-Pollock.

Tabla 19. Porcentaje de grasa de la muestra masculina.

	Y ₁	Y ₂	W	D-W	JP
Media	11,4	8,2	10,1	12,7	7,5
Desviación Típica	2,82	2,57	4,49	4,27	4,15
Número	1248	1248	1248	1246	1248
<u>Percentiles</u>					
1	8,6	5,4	5,4	5,9	2,9
3	8,8	5,6	5,7	6,9	3,2
5	8,9	5,7	5,9	7,3	3,4
10	9,1	6,0	6,4	8,2	3,8
15	9,3	6,2	6,6	8,7	4,1
20	9,5	6,3	6,9	9,2	4,4
25	9,6	6,5	7,2	9,7	4,6
30	9,8	6,7	7,6	10,2	4,9
35	10,0	6,8	7,8	10,6	5,2
40	10,2	7,0	8,1	11,0	5,5
45	10,3	7,2	8,4	11,4	5,8
50	10,5	7,4	8,8	11,9	6,2
55	10,8	7,6	9,1	12,4	6,6
60	11,0	7,9	9,5	12,8	7,1
65	11,3	8,1	10,0	13,4	7,5
70	11,7	8,5	10,5	14,0	8,1
75	12,1	8,8	11,1	14,9	9,1
80	12,8	9,4	12,1	15,7	9,8
85	13,5	10,1	13,4	16,8	11,3
90	15,2	11,4	15,7	18,8	13,5
95	17,5	13,4	19,3	21,2	16,4
97	18,8	15,0	22,0	23,2	18,2
99	22,7	18,6	28,8	25,9	22,0

Ecuaciones: Y₁(1962) :Yuhasz, 4 pliegues cutáneos; Y₂(1974):Yuhasz, 6 pliegues cutáneos; W(1987): Withers y col.; D-W(1974): Durnin-Womersley; JP (1985): Jackson-Pollock.

Tabla 20. Áreas transversales musculares de la muestra femenina.

CSA (cm²)	Brazo	Muslo	Pierna
Media	37,04	151,80	80,19
Desviación Típica	8,99	22,40	11,09
Número	846	841	846
Percentiles			
1	20,80	104,85	57,69
3	22,76	114,56	60,07
5	24,26	119,41	63,21
10	26,18	124,34	66,40
15	28,21	129,38	68,99
20	29,54	133,21	70,95
25	30,66	136,44	72,15
30	31,35	139,11	74,03
35	32,55	141,94	75,26
40	33,74	145,47	76,46
45	34,86	147,87	78,07
50	35,89	150,70	79,58
55	37,21	152,68	80,74
60	38,24	155,31	82,36
65	39,78	157,77	83,69
70	41,22	160,99	85,32
75	42,55	164,62	87,06
80	43,98	169,84	89,56
85	46,35	174,79	91,64
90	49,63	181,51	95,17
95	53,39	191,68	99,97
97	56,11	201,87	102,77
99	60,74	212,07	109,12

Tabla 21. Áreas transversales musculares de la muestra masculina.

CSA (cm²)	Brazo	Muslo	Pierna
Media	56,48	199,12	101,56
Desviación Típica	15,16	31,49	13,94
Número	1250	1241	1250
Percentiles			
1	29,84	135,99	74,16
3	33,01	147,47	78,38
5	35,10	152,28	80,83
10	38,63	161,41	84,95
15	41,41	167,59	87,90
20	43,22	172,85	90,18
25	45,53	177,35	91,96
30	47,24	181,67	93,72
35	49,04	185,65	95,39
40	50,49	189,38	96,94
45	52,68	192,98	98,88
50	54,41	196,49	100,38
55	56,50	199,93	101,69
60	58,85	203,66	103,78
65	60,94	208,48	105,55
70	62,94	211,78	107,47
75	65,51	217,52	109,75
80	68,51	222,23	111,89
85	71,90	229,33	115,06
90	76,35	238,27	119,69
95	83,55	254,10	126,82
97	90,28	269,01	131,34
99	100,39	293,07	141,99

Tabla 22. Masa muscular e índices musculoesqueléticos: muestra femenina.

	De R-G %	De R-G Kg	Martin (1990) %	Martin (1990) kg	Lee (2000) %	Lee (2000) kg	IAKS (gr/cm³)	IMLG (Kg/m²)
Media	44,1	26,0	51,4	30,4	40,4	23,7	1,05	17,29
Desviación Típica	3,54	3,41	3,93	4,94	3,57	2,74	0,09	1,38
Número	846	846	841	841	841	841	846	846
Percentiles								
1	32,5	18,6	41,8	20,8	31,1	18,4	0,85	14,23
3	35,7	20,2	44,1	22,4	32,7	19,4	0,88	14,77
5	37,2	20,9	44,9	23,1	34,2	19,8	0,91	15,14
10	39,7	21,8	46,3	24,3	36,0	20,3	0,94	15,57
15	40,8	22,6	47,3	25,3	36,9	20,9	0,96	15,90
20	41,6	23,1	48,1	26,1	37,7	21,4	0,97	16,12
25	42,3	23,6	48,8	26,8	38,4	21,9	0,98	16,32
30	42,9	24,1	49,4	27,5	39,0	22,3	0,99	16,52
35	43,5	24,5	49,9	28,1	39,4	22,6	1,00	16,71
40	44,0	25,0	50,4	28,7	39,8	22,9	1,02	16,90
45	44,5	25,3	50,9	29,5	40,1	23,1	1,03	17,08
50	44,9	25,7	51,4	30,0	40,5	23,4	1,04	17,27
55	45,2	26,2	52,0	30,6	40,9	23,8	1,05	17,44
60	45,5	26,6	52,4	31,2	41,4	24,1	1,07	17,59
65	45,8	27,0	52,9	32,0	41,8	24,5	1,08	17,75
70	46,2	27,5	53,4	32,7	42,2	25,0	1,10	17,91
75	46,5	28,1	53,9	33,7	42,7	25,4	1,11	18,10
80	46,9	28,5	54,5	34,5	43,1	26,0	1,12	18,38
85	47,3	29,2	55,5	35,7	43,8	26,6	1,14	18,64
90	47,8	30,3	56,5	36,8	44,5	27,4	1,17	19,04
95	48,4	32,2	57,8	39,2	45,6	28,6	1,21	19,72
97	48,8	33,4	58,8	40,6	46,9	29,8	1,23	20,09
99	49,5	35,6	59,6	43,8	49,4	31,2	1,29	20,80

De R-G: Método de De Rose y Guimaraes; Martin y col. (1990); Lee y col., (2000);
IAKS: Índice Sustancia Corporal Activa; IMLG: Índice de Masa Libre de Grasa.

Tabla 23. Masa muscular e índices musculoesqueléticos: muestra masculina.

	De R-G %	De R-G Kg	Martin (1990) %	Martin (1990) kg	Lee (2000) %	Lee (2000) kg	IAKS (gr/cm³)	IMLG (Kg/m²)
Media	47,1	35,3	58,7	44,1	46,0	34,4	1,16	21,44
Desviación Típica	2,17	5,49	3,51	7,89	3,05	4,73	0,11	2,02
Número	1248	1248	1239	1239	1217	1217	1248	1248
Percentiles								
1	39,5	25,0	49,5	29,3	37,0	25,9	0,94	17,69
3	41,5	26,4	51,7	32,0	39,7	27,1	0,97	18,17
5	42,8	27,5	52,8	32,9	40,7	27,6	0,99	18,50
10	44,4	28,8	54,4	35,1	42,1	29,0	1,02	18,97
15	45,2	29,9	55,4	36,2	43,1	29,8	1,05	19,37
20	45,8	30,5	55,9	37,4	43,8	30,4	1,06	19,73
25	46,2	31,4	56,4	38,3	44,4	30,9	1,08	20,02
30	46,6	32,0	56,9	39,4	44,8	31,5	1,09	20,29
35	46,9	32,6	57,5	40,4	45,2	32,1	1,11	20,51
40	47,1	33,4	58,0	41,5	45,6	32,7	1,12	20,76
45	47,3	34,0	58,4	42,5	45,9	33,2	1,14	20,99
50	47,5	34,6	58,7	43,3	46,3	33,7	1,15	21,25
55	47,6	35,3	59,2	44,2	46,5	34,3	1,16	21,48
60	47,8	36,0	59,6	45,2	46,9	34,9	1,18	21,74
65	48,0	36,9	60,0	46,1	47,3	35,6	1,20	22,03
70	48,2	37,6	60,5	47,5	47,7	36,2	1,21	22,36
75	48,4	38,6	60,9	48,5	48,1	37,0	1,23	22,67
80	48,7	39,7	61,5	49,8	48,5	37,9	1,26	23,08
85	48,9	41,0	62,1	51,7	49,0	38,9	1,28	23,56
90	49,2	42,6	63,1	54,1	49,8	40,5	1,31	24,18
95	49,7	45,0	64,3	58,5	50,7	42,9	1,36	24,94
97	50,1	47,4	65,3	62,4	51,5	45,3	1,40	25,85
99	50,8	50,3	66,7	67,6	52,2	48,6	1,45	27,06

De R-G: Método de De Rose y Guimaraes; Martin y col. (1990); Lee y col., (2000);
IAKS: Índice Sustancia Corporal Activa; IMLG: Índice de Masa Libre de Grasa.

Tabla 24. Somatotipo de la muestra femenina.

	Endomorfia	Mesomorfia	Ectomorfia
Media	3,4	4,2	2,8
Desviación Típica	1,25	1,11	1,10
Número	846	846	846
Percentiles			
1	1,4	1,8	0,1
3	1,6	2,2	0,7
5	1,7	2,5	0,9
10	2,0	2,8	1,3
15	2,1	3,1	1,6
20	2,3	3,3	1,8
25	2,5	3,5	2,0
30	2,6	3,6	2,2
35	2,8	3,8	2,3
40	3,0	3,9	2,5
45	3,1	4,0	2,7
50	3,2	4,2	2,8
55	3,3	4,3	2,9
60	3,5	4,5	3,0
65	3,6	4,6	3,2
70	3,8	4,7	3,4
75	4,0	4,9	3,5
80	4,3	5,1	3,7
85	4,6	5,3	3,9
90	5,1	5,5	4,2
95	5,8	6,0	4,7
97	6,2	6,4	4,9
99	7,3	7,3	5,4

Tabla 25. Somatotipo de la muestra masculina.

	Endomorfia	Mesomorfia	Ectomorfia
Media	2,3	5,3	2,7
Desviación Típica	1,04	1,28	1,14
Número	1248	1248	1248
Percentiles			
1	1,0	2,8	0,1
3	1,2	3,1	0,4
5	1,2	3,3	0,7
10	1,3	3,6	1,2
15	1,4	3,9	1,5
20	1,5	4,2	1,7
25	1,6	4,3	1,9
30	1,7	4,5	2,1
35	1,8	4,7	2,3
40	1,8	4,9	2,5
45	1,9	5,0	2,7
50	2,0	5,2	2,8
55	2,1	5,4	3,0
60	2,2	5,5	3,1
65	2,3	5,7	3,2
70	2,4	5,9	3,3
75	2,6	6,1	3,5
80	2,8	6,3	3,7
85	3,1	6,6	3,9
90	3,7	7,0	4,1
95	4,4	7,6	4,5
97	5,1	7,9	4,8
99	6,3	8,6	5,1

Tabla 26. Índices constitucionales y de tronco de la muestra femenina.

	IMC	Índice de Pignet	Índice Ponderal	Índice Córmico	Índice Acromio / Iliaco	Índice Torácico
Media	21,36	18,65	42,81	53,03	72,86	149,19
Desviación Típica	2,41	11,13	1,59	1,24	4,07	12,26
Número	846	839	846	846	826	827
Percentiles						
1	16,75	-21,66	38,07	50,00	63,55	124,04
3	17,71	-6,34	39,64	50,68	65,01	128,13
5	17,96	-0,70	40,09	50,97	65,97	129,77
10	18,62	4,50	40,83	51,43	67,80	133,33
15	19,07	8,50	41,27	51,70	68,78	136,23
20	19,47	10,30	41,56	51,99	69,59	138,61
25	19,80	12,80	41,80	52,20	70,18	140,11
30	20,08	14,60	42,05	52,37	70,64	142,19
35	20,34	15,90	42,25	52,52	71,27	144,60
40	20,59	17,30	42,49	52,78	71,73	146,06
45	20,81	18,70	42,67	52,93	72,28	147,21
50	21,02	19,90	42,86	53,07	72,74	148,33
55	21,31	21,10	43,06	53,21	73,14	150,00
60	21,61	22,20	43,21	53,37	73,79	151,88
65	21,85	23,40	43,40	53,48	74,25	153,17
70	22,15	24,50	43,63	53,65	74,69	154,81
75	22,66	26,00	43,89	53,85	75,42	157,23
80	23,09	27,20	44,15	54,03	76,22	159,28
85	23,59	29,40	44,43	54,25	77,14	161,98
90	24,25	32,00	44,75	54,57	78,16	165,41
95	25,43	34,60	45,41	55,07	80,15	170,53
97	26,56	36,16	45,73	55,47	81,12	173,54
99	30,09	40,70	46,36	56,00	82,41	180,70

IMC: Índice de masa corporal peso/talla en m²; Índice de Pignet: Talla-(perímetro de tórax +peso); Índice Ponderal: Talla/raíz cúbica del peso; Índice Córmico: talla sentado/talla; Índice Acromio/Iliaco: diámetros biiliocrestal/biacromial; Índice Torácico: diámetros transverso/antero-posterior del tórax. (Unidades en cm y kg, excepto lo indicado específicamente).

Tabla 27. Índices constitucionales y de tronco de la muestra masculina.

	IMC	Índice de Pignet	Índice Ponderal	Índice Córmico	Índice Acromio / Iliaco	Índice Torácico
Media	23,24	4,24	42,71	52,69	67,75	146,87
Desviación Típica	2,88	15,73	1,67	1,16	3,68	12,48
Número	1250	1247	1250	1250	1244	1244
Percentiles						
1	18,33	-46,11	38,11	49,78	60,47	120,55
3	19,08	-35,51	38,98	50,43	61,36	123,76
5	19,45	-24,14	39,66	50,75	62,09	127,01
10	20,06	-14,84	40,56	51,26	63,21	130,94
15	20,61	-10,58	41,03	51,57	64,16	134,22
20	20,94	-6,90	41,41	51,76	64,68	136,45
25	21,26	-4,50	41,68	51,99	65,31	138,52
30	21,56	-2,00	41,91	52,13	65,68	140,18
35	21,85	0,80	42,14	52,26	66,08	141,71
40	22,16	2,80	42,40	52,41	66,59	143,60
45	22,47	4,50	42,67	52,55	67,04	145,03
50	22,86	6,20	42,90	52,70	67,50	146,27
55	23,13	8,34	43,10	52,84	67,98	147,78
60	23,52	10,10	43,27	52,98	68,47	149,52
65	23,87	11,62	43,47	53,13	68,94	150,98
70	24,27	13,20	43,61	53,28	69,40	152,81
75	24,69	15,10	43,87	53,46	70,02	154,45
80	25,19	16,90	44,09	53,67	70,77	156,45
85	25,74	19,00	44,36	53,83	71,39	159,54
90	26,68	21,90	44,69	54,12	72,46	162,79
95	28,98	25,60	45,16	54,57	74,11	167,84
97	30,63	27,76	45,62	54,85	75,41	172,74
99	33,07	32,86	46,03	55,33	77,89	181,53

IMC: Índice de masa corporal peso/talla en m²; Índice de Pignet: Talla-(perímetro de tórax +peso); Índice Ponderal: Talla/raíz cúbica del peso; Índice Córmico: talla sentado/talla; Índice Acromio/Iliaco: diámetros biiliocrestal/biacromial; Índice Torácico: diámetros transverso/antero-posterior del tórax. (Unidades en cm y kg, excepto lo indicado específicamente).

Tabla 28. Índices de extremidades de la muestra femenina I.

	Longitud relativa del M.Sup.	Índice Braquial	Longitud del brazo relativa	Longitud antebrazo relativa	Longitud de la mano relativa	Envergadura relativa
Media	43,63	75,74	18,74	14,18	10,71	1,00
Desviación Típica	1,07	2,95	0,60	0,51	0,40	0,02
Número	829	829	836	829	831	843
Percentiles						
1	40,91	68,72	17,32	12,92	9,84	0,95
3	41,51	70,54	17,61	13,22	9,99	0,96
5	41,76	71,17	17,78	13,34	10,09	0,97
10	42,18	72,15	17,93	13,53	10,22	0,98
15	42,54	72,67	18,10	13,66	10,30	0,98
20	42,72	73,28	18,22	13,76	10,38	0,99
25	42,96	73,83	18,32	13,83	10,43	0,99
30	43,11	74,23	18,42	13,91	10,49	0,99
35	43,27	74,59	18,51	14,00	10,55	1,00
40	43,42	74,92	18,60	14,06	10,60	1,00
45	43,54	75,28	18,67	14,13	10,65	1,00
50	43,66	75,61	18,75	14,20	10,70	1,01
55	43,79	75,96	18,81	14,25	10,73	1,01
60	43,93	76,33	18,91	14,32	10,80	1,01
65	44,08	76,74	19,00	14,39	10,85	1,01
70	44,20	77,14	19,07	14,46	10,91	1,02
75	44,34	77,64	19,15	14,54	10,96	1,02
80	44,50	78,21	19,22	14,60	11,03	1,02
85	44,72	78,80	19,35	14,68	11,11	1,03
90	44,99	79,57	19,50	14,83	11,22	1,03
95	45,30	80,75	19,70	15,05	11,40	1,04
97	45,54	81,66	19,82	15,15	11,49	1,05
99	45,92	83,00	20,20	15,32	11,72	1,05

LONGITUD RELATIVA DEL M.SUP: longitud de miembro superior/talla; INDICE BRAQUIAL: longitud de antebrazo/brazo; LONGITUD DEL BRAZO RELATIVA: longitud del brazo/talla; LONGITUD DEL ANTEBRAZO RELATIVA: longitud del antebrazo/talla; LONGITUD DE LA MANO RELATIVA: longitud de la mano/talla; ENVERGADURA RELATIVA: envergadura/talla. (Unidades en cm)

Tabla 29. Índices de extremidades de la muestra masculina I.

	Longitud relativa del M.Sup.	Índice Braquial	Longitud del brazo relativa	Longitud antebrazo relativa	Longitud de la mano relativa	Envergadura relativa
Media	44,30	76,93	18,93	14,54	10,86	1,00
Desviación Típica	1,06	3,00	0,60	0,50	0,40	0,02
Número	1111	1111	1248	1112	1112	1249
Percentiles						
1	41,84	69,96	17,50	13,32	9,98	0,97
3	42,37	71,51	17,79	13,51	10,15	0,98
5	42,57	72,05	17,94	13,68	10,20	0,98
10	42,88	72,98	18,17	13,88	10,34	0,99
15	43,17	73,77	18,33	14,06	10,46	1,00
20	43,38	74,40	18,44	14,14	10,52	1,00
25	43,58	75,00	18,54	14,21	10,59	1,00
30	43,76	75,44	18,62	14,29	10,64	1,01
35	43,89	75,83	18,70	14,34	10,71	1,01
40	44,03	76,20	18,77	14,41	10,76	1,01
45	44,17	76,56	18,86	14,47	10,80	1,02
50	44,31	76,92	18,91	14,54	10,85	1,02
55	44,43	77,27	18,98	14,60	10,90	1,02
60	44,57	77,65	19,05	14,66	10,94	1,02
65	44,70	78,08	19,13	14,72	11,00	1,03
70	44,83	78,59	19,23	14,79	11,06	1,03
75	44,98	78,92	19,31	14,87	11,12	1,03
80	45,22	79,41	19,42	14,96	11,19	1,04
85	45,45	79,94	19,55	15,07	11,27	1,04
90	45,73	80,65	19,74	15,18	11,37	1,05
95	46,10	81,87	19,93	15,39	11,51	1,05
97	46,33	82,68	20,09	15,46	11,61	1,06
99	46,69	84,36	20,39	15,68	11,88	1,07

LONGITUD RELATIVA DEL M.SUP: longitud de miembro superior/talla; INDICE BRAQUIAL: longitud de antebrazo/brazo; LONGITUD DEL BRAZO RELATIVA: longitud del brazo/talla; LONGITUD DEL ANTEBRAZO RELATIVA: longitud del antebrazo/talla; LONGITUD DE LA MANO RELATIVA: longitud de la mano/talla; ENVERGADURA RELATIVA: envergadura/talla. (Unidades en cm)

Tabla 30. Índices de extremidades de la muestra femenina II.

	Longitud relativa del M.Inf.	Índice Crural	Longitud del muslo relativa	Longitud de la pierna relativa	Longitud del pie relativa	Índice Esquelético
Media	51,91	85,34	25,99	22,16	14,43	88,68
Desviación Típica	1,34	3,61	0,98	0,77	0,48	4,43
Número	833	821	824	826	836	846
Percentiles						
1	48,84	76,92	23,73	20,38	13,23	78,58
3	49,48	78,92	24,16	20,71	13,56	80,28
5	49,79	79,92	24,40	20,84	13,68	81,59
10	50,27	80,93	24,78	21,18	13,81	83,24
15	50,57	81,66	25,04	21,35	13,94	84,33
20	50,82	82,38	25,19	21,52	14,03	85,09
25	51,03	82,84	25,33	21,65	14,11	85,71
30	51,21	83,40	25,48	21,76	14,16	86,39
35	51,40	83,82	25,59	21,88	14,22	86,99
40	51,55	84,24	25,69	21,97	14,30	87,38
45	51,73	84,65	25,80	22,06	14,36	87,95
50	51,93	85,18	25,92	22,15	14,42	88,43
55	52,07	85,65	26,04	22,27	14,48	88,94
60	52,19	86,17	26,20	22,33	14,54	89,47
65	52,36	86,71	26,35	22,44	14,61	90,40
70	52,51	87,20	26,46	22,56	14,68	90,96
75	52,76	87,82	26,62	22,69	14,77	91,58
80	53,06	88,38	26,85	22,81	14,83	92,35
85	53,32	89,05	27,02	22,95	14,91	93,41
90	53,61	89,86	27,21	23,14	15,07	94,45
95	54,12	91,25	27,59	23,44	15,21	96,19
97	54,55	92,76	27,87	23,58	15,28	97,32
99	55,17	94,62	28,40	23,94	15,48	100

LONGITUD RELATIVA DEL M.INF: altura trocánterea/talla; ÍNDICE CRURAL: longitud de pierna/muslo; LONGITUD DEL MUSLO RELATIVA: longitud del muslo/talla; LONGITUD DE LA PIERNA RELATIVA: longitud de la pierna/talla; LONGITUD DEL PIE RELATIVA: longitud del pie/talla; ÍNDICE ESQUELÉTICO: Miembro inferior (talla-talla sentado)/talla sentado. (Unidades en cm)

Tabla 31. Índices de extremidades de la muestra masculina II.

	Longitud relativa del M.Inf.	Índice Crural	Longitud del muslo relativa	Longitud de la pierna relativa	Longitud del pie relativa	Índice Esquelético
Media	52,05	86,67	25,68	22,24	14,81	89,88
Desviación Típica	1,17	3,40	0,87	0,73	0,49	4,19
Número	1244	1103	1105	1110	1248	1250
Percentiles						
1	49,12	78,52	23,44	20,47	13,64	80,72
3	49,87	80,74	23,96	20,86	13,84	82,33
5	50,14	81,78	24,27	21,05	13,98	83,24
10	50,56	82,64	24,61	21,32	14,19	84,77
15	50,89	83,28	24,81	21,48	14,30	85,77
20	51,11	83,89	24,99	21,65	14,39	86,33
25	51,29	84,37	25,12	21,76	14,49	87,07
30	51,45	84,81	25,26	21,85	14,57	87,70
35	51,61	85,19	25,36	21,96	14,65	88,23
40	51,76	85,62	25,46	22,06	14,72	88,74
45	51,92	86,02	25,58	22,15	14,76	89,24
50	52,03	86,44	25,67	22,24	14,81	89,76
55	52,17	86,99	25,81	22,36	14,87	90,29
60	52,31	87,40	25,91	22,44	14,93	90,79
65	52,49	87,80	26,04	22,52	14,99	91,37
70	52,66	88,32	26,13	22,62	15,06	91,81
75	52,84	88,86	26,26	22,72	15,14	92,34
80	53,04	89,42	26,39	22,83	15,21	93,19
85	53,24	89,89	26,55	22,95	15,30	93,93
90	53,53	90,66	26,73	23,14	15,42	95,10
95	53,92	92,29	27,09	23,45	15,60	97,04
97	54,15	93,20	27,27	23,64	15,73	98,31
99	55,00	95,97	27,71	23,95	15,95	100,89

LONGITUD RELATIVA DEL M.INF: altura trocánterea/talla; ÍNDICE CRURAL: longitud de pierna/muslo; LONGITUD DEL MUSLO RELATIVA: longitud del muslo/talla; LONGITUD DE LA PIERNA RELATIVA: longitud de la pierna/talla; LONGITUD DEL PIE RELATIVA: longitud del pie/talla; ÍNDICE ESQUELÉTICO: Miembro inferior (talla-talla sentado)/talla sentado. (Unidades en cm)



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN, CULTURA
Y DEPORTE



Consejo
Superior de
Deportes