



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud

Estudio antropométrico del jugador de béisbol
de nivel europeo

Autor:

Arturo Ramón Clavijo Redondo

Directores:

Dr. D. Pedro Guillen García

Dr. D. Francisco Esparza Ros

Murcia, febrero de 2020



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud

Estudio antropométrico del jugador de béisbol
de nivel europeo

Autor:

Arturo Ramón Clavijo Redondo

Directores:

Dr. D. Pedro Guillen García

Dr. D. Francisco Esparza Ros

Murcia, febrero de 2020



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

AUTORIZACIÓN DE LOS DIRECTORES DE LA TESIS
PARA SU PRESENTACIÓN

El Dr. D. Pedro Guillén García y el Dr. D. Francisco Esparza Ros como Directores de la Tesis Doctoral titulada “Estudio antropométrico del jugador de béisbol de nivel europeo” realizada por D. Arturo Ramón Clavijo Redondo en el Departamento de Ciencias de la Salud, **autoriza su presentación a trámite** dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmamos, para dar cumplimiento al Real Decreto 99/2011, 1393/2007, 56/2005 Y 778/98, en Murcia a 2 de febrero de 2020

Prof. Dr. D. Pedro Guillén García
Catedrático Universidad Católica de Murcia
Especialista en Traumatología. Fundador Clínica CEMTRO

Dr. Pedro Guillen García

Dr. Francisco Esparza Ros

RESUMEN

Introducción

A pesar de que las características antropométricas son unos de los métodos utilizados dentro de la selección de talentos deportivos, son pocos los estudios que han analizado el perfil morfológico del jugador de béisbol de élite.

Objetivo

Analizar el perfil antropométrico de los jugadores de béisbol de élite nacional de forma global y según el puesto ocupado en el campo.

Método

Doscientos diecisiete jugadores de béisbol masculino (edad: $23,87 \pm 5,32$ años) de la División de Honor española participaron en el presente estudio. A todos ellos se les clasificó según su posición de juego y se les realizó una valoración antropométrica. Posteriormente se calculó su IMC, somatotipo, composición corporal, y sumatorio de seis pliegues.

Resultados

Los jugadores no mostraron diferencias significativas en función de su posición en el campo en la talla, el peso, los pliegues tríceps, subescapular, bíceps, supraespinal, abdominal y pierna, ni en el sumatorio de seis pliegues o el diámetro biestiloideo. Sí que se encontraron diferencias significativas en el pliegue del muslo, perímetros del brazo contraído y pierna y diámetros bicondíleo y biepicondíleo. Tampoco se hallaron diferencias significativas en el IMC, la composición corporal o el somatotipo. Los valores de endomorfia fueron altos, los de mesomorfia altos o medio-altos y los de ectomorfia bajos, siendo la clasificación del somatotipo mesoendomorfo o endomorfo-mesomorfo según la posición de juego.

Conclusiones

Existe una gran homogeneidad en el perfil antropométrico de los jugadores de béisbol según su posición de juego, diferenciándose únicamente en algunas variables antropométricas como perímetros y diámetros.

Palabras clave: Béisbol; Cineantropometría; Composición Corporal; Deporte; Ejercicio, Somatotipo.

ABSTRACT

Introduction

Anthropometric characteristics is one of the methods that they have been used in sport talent detection. However, few studies have analyzed the morphological profile of elite baseball player.

Objective

To analyze the anthropometric profile of elite Spanish baseball players, classified by playing positions and globally.

Methods

Two hundred and seventeen male baseball players (age: 23.87 ± 5.32 years) from Spanish Honor Division participated in this study. Athletes were classified based on their playing position. Anthropometric variables were measured and so BMI and six folds sum were calculated matotype, body composition.

Results

Players did not show significant differences based on their playing position in stretch stature; body mass; triceps, subscapular, biceps, supraspinale, abdominal and medial calf skinfolds; six skinfold sum; and wrist (bi-styloid) bone breadth. There were significant differences in front thigh skinfold, arm flexed and tensed and calf girths, humerus (biepicondylar) and femur (biepicondylar) bone breadths; BMI, body composition and somatotype. Endomorphy showed a high value, mesomorphy a high or medium-high values and ectomorphy a low value. Generally, athletes showed a mesomorphic endomorph and mesomorph-endomorph somatotype, depends on the playing position.

Conclusions

Baseball players of all the playing positions showed a high homogeneity in the anthropometric profile. There were only few differences in some anthropometric variables such as girths and bone breaths.

Keywords: Baseball; Body composition; Exercise; Kinanthropometry; Sport somatotype.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a mis directores los Dres. D. Pedro Guillen García y Dr. D. Francisco Esparza Ros, cuyo entusiasmo, gran capacidad de trabajo, ánimo y tiempo, han hecho posible la realización de esta tesis, que ha sido una auténtica carrera de obstáculos, muchas gracias por todo.

A mis padres y mis hermanos que hoy no están aquí pero que me están viendo desde “el Cielo”.

A mi compañero y amigo Dr. Norberto Marrero Gordillo por sus correcciones y aportaciones a esta Tesis y el apoyo incondicional en los momentos duros, gracias Berto.

A la Décima Promoción de Traumatología del Deporte de la UCAM, por el cariño y afecto demostrado en esta andadura.

A mi profesora de inglés Patricia Rosa Núñez, por su paciencia a la hora de corregir y buscar datos.

A mi Musa, quien es la que me aguanta en mi caminar profesional en todos los niveles de mi formación.

A mis hijos Zeben y Jonay que también me aguataron, así como a todos aquellos/as que me quieren de verdad.

A todos muchísimas gracias

AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR

RESUMEN

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	15
ÍNDICE DE TABLAS.....	16
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	17
ANEXOS.....	17
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	21
1.1. Génesis.....	23
1.2. HISTORIA DEL BÉISBOL.....	25
1.3. EL BÉISBOL EN EL MUNDO.....	26
1.4. LOS PRIMEROS CONOCIMIENTOS SOBRE CINEANTROPOMETRIA.....	30
1.4.1. La antropología.....	32
1.4.2. La antropología física.....	33
1.4.3. La antropometría.....	34
1.5. LA CINEANTROPOLOGÍA Y LA CINEANTROPOMETRÍA.....	41
1.5.1. Consideraciones generales.....	41
1.5.2. La composición corporal.....	44
1.5.3. El somatotipo.....	52
1.5.3.1. Consideraciones generales.....	52
1.5.3.2. La somatocarta.....	60
1.5.4. La proporcionalidad corporal.....	63
1.5.4.1. El método Phanton.....	64
1.5.4.2. Los índices corporales.....	65
1.5.4.2.1. El índice ponderal (IP).....	66
1.5.4.2.2. El índice de Buchard (IB).....	66
1.5.4.2.3. El índice de masa corporal (IMC).....	66
1.5.5. Medidas antropométricas.....	67
1.5.5.1. Protocolo.....	67

1.5.5.2. La postura anatómica, los planos-ejes corporales y los puntos anatómicos.....	68
1.5.5.3. Las medidas antropométricas.....	70
1.5.5.4. Instrumentos y material antropométrico.....	73
II JUSTIFICACIÓN.....	77
III OBJETIVOS.....	81
3.1. Objetivos generales.....	81
3.2. Objetivos específicos.....	81
IV MATERIAL Y MÉTODO.....	83
4.1. La muestra.....	85
4.2. Método.....	87
4.2.1. Ficha de antropometría.....	88
4.2.2. Medidas antropométricas	89
4.2.3. Instrumental antropométrico.....	89
4.2.4. Composición corporal.....	94
4.2.5. Somatotipo.....	95
4.2.6. Distancia de dispersión de los somatotipos (SDD).....	97
4.2.7. Distancia morfogénica del somatotipo (SAD).....	98
4.2.8. Índices corporales.....	98
4.2.8.1. Índice ponderal.....	98
4.2.8.2. Índice de Bouchar.....	99
4.2.8.3. Índice de masa corporal.....	99
4.3. Tratamiento de los datos.....	99
V RESULTADOS.....	103
5.1. Datos obtenidos y derivados de las medidas antropométricas.....	103
5.2. Composición corporal.....	109
5.3. Somatotipo.....	111
5.4. Somatocartas.....	113
5.5. Índice de masa corporal.....	116

CAPITULO VI DISCUSIÓN.....	121
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES.....	135
CAPÍTULO VIII: LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	139
CAPÍTULO IX: BIBLIOGRAFÍA.....	143
CAPÍTULO X: ANEXOS.....	164

ÍNDICE DE FIGURAS, DE TABLAS, DE GRÁFICAS Y ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Leptosomático o asténico, atlético y pícnico.....	39
Figura 2. Somatocarta. (gentileza Dr. N. Marrero Gordillo).....	54
Figura 3. Clasificación de los somatotipos (Dr. Esparza y Canda 1999).....	63
Figura 4. Bascula y tallimetro	84
Figura 5. Plicometro.....	92
Figura 6. Antropometro de brazos rectos.....	92
Figura 7. Compas de corredera.....	93
Figura 8. Cinta métrica.....	93
Figura 9. Pitcher.....	113
Figura 10. Catcher.....	113
Figura 11. 1ª base.....	113
Figura 12. 2ª base.....	113
Figura 13. 3ª base.....	114
Figura 14. Campo corto.....	114
Figura 15. Jardinero izquierdo.....	114
Figura 16. Jardinero central.....	115
Figura 17. Jardinero derecho.....	115
Figura 18. Somatotipo general.....	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cineantropometría interrelación entre estructura y función.....	43
Tabla 2. Somatotipo de campeones olímpicos de natación.....	57
Tabla 3. Clasificación del IMC. Seedo 2000.....	66
Tabla 4. Distribución de los jugadores según su posición en el campo.....	87
Tabla 5. Tolerancia de medidas. Tomado de Ross y Marfell-Jones 1982.....	91
Tabla 6. Valores de composición corporal de los diferentes grupos.....	110
Tabla 7. Somatotipo de los diferentes grupos estudiados.....	112-131
Tabla 8. Somatotipo medio de los jugadores de béisbol.....	112
Tabla 9. Índice ponderal e IMC de los jugadores de béisbol.....	116
Tabla 10. Clasificación del IMC según la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad.....	116
Tabla 11. Valores del IMC por puestos.....	116

GRÁFICAS

Gráfica. 1 Estatura	103
Gráfica 2 Peso.....	104
Gráfica. 3. Pliegue subescapular.....	105
Gráfica. 4. Pliegue supraespinal.....	105
Gráfica. 5. Pliegue de pierna.....	106
Gráfica. 6. Perímetro de brazo contraído	107
Gráfica. 7. Diámetro biepicondileo de húmero	108
Gráfica. 8. Diámetro bicondileo de fémur	109
Gráfica. 9. Valor tetracompartimental en tanto por ciento.....	111

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha antropométrica.....	165
Anexo 2. Pliegues cutáneos.....	166
Anexo 3. Diámetros óseos.	166
Anexo 4. Perímetros.	167

I – INTRODUCCIÓN

I - INTRODUCCIÓN

1.- INTRODUCCIÓN

La cineantropometría²⁹ ha sido definida como la ciencia que se encarga de la utilización de la medida en el estudio del tamaño, forma, proporción, composición y maduración del cuerpo humano, con el objetivo de un mejor conocimiento del comportamiento humano en relación al crecimiento, desarrollo y envejecimiento, la actividad física y el estado nutricional⁴. Dentro del ámbito de la cineantropometría deportiva son diferentes aspectos los que se pueden valorar. El peso de los deportistas es la medida antropométrica más utilizada, pero por sí sólo poco puede aclarar de su composición corporal¹². Por ello, el fraccionamiento del peso total en componentes, junto al somatotipo, permite una mejor aproximación al conocimiento del individuo y, en consecuencia, a la selección y orientación de los deportistas en la búsqueda de un máximo rendimiento³.

Estudios previos han demostrado que las variables antropométricas vienen condicionadas por aspectos genéticos. No obstante, hay aspectos ambientales como los hábitos alimentarios y la práctica de actividad física que pueden condicionar estas variables^{4,12}. La conjunción de todos estos aspectos son importantes dentro del ámbito deportivo puesto que en la búsqueda del rendimiento deportivo, algunos autores han observado que ciertos tipos morfológicos son más adecuados a las demandas tácticas y biomecánicas según el deporte y la posición ocupada, lo que podría condicionar la llegada al deporte de élite de aquellos deportistas alejados del morfotipo ideal¹⁶. Esta es la razón por la que la cineantropometría ha sido ampliamente usada en la detección de talentos deportivos¹⁸. Los deportistas que tienen un rol donde la altura corporal es decisiva, tienen un desarrollo músculo-esquelético mayor, mientras que aquellos en los que la velocidad es decisiva, pesan menos y tienen menos grasa²⁹. Otros autores han observado también que la grasa corporal es inversamente proporcional al rendimiento en deportes o en posiciones de juego que requieren movimientos repentinos y rápidos¹⁴. Por tanto, es necesario realizar estudios para analizar las características antropológicas de cada modalidad deportiva y cada una de las posiciones de juego, con el fin de realizar una adecuada detección de talentos deportivos y de formación en la búsqueda del rendimiento deportivo.

Muchos estudios han demostrado diferencias en las variables antropométricas, la composición corporal y el somatotipo de los jugadores de diferentes deportes^{31,37,38}, e incluso diferencias entre deportistas de un mismo deporte según su rol en el equipo⁵⁰. No obstante, pocos de estos estudios han analizado el béisbol.

El béisbol es un deporte olímpico que se practica en diferentes partes del mundo, teniendo un gran crecimiento en los últimos años en América, Europa y Japón y una gran acogida en algunos países de Centroamérica, en los que es uno de los deportes más populares. El objetivo del juego¹³⁸ es golpear una pelota con un bate, desplazándola a través del campo, correr por el campo interno de tierra buscando alcanzar la mayor cantidad de bases posibles hasta dar la vuelta a la base desde donde se bateó, y lograr anotar el tanto conocido como carrera¹⁶. Mientras tanto, los jugadores defensivos buscan la pelota bateada para eliminar al jugador que bateó la pelota, antes de que éste llegue primero a una de las bases o consiga anotar la carrera¹³⁸.

Los jugadores de béisbol ocupan diferentes posiciones con distintos roles en defensa: el encargado de lanzar la pelota (*pitcher*), el receptor de la misma (*catcher*), el defensor de la primera base (primera base), el defensor que se sitúa entre la primera y la segunda base (segunda base), el defensor de la tercera base (tercera base), el jugador defensor que se sitúa entre la segunda y la tercera base (campo corto) y los exteriores izquierdo, central y derecho (jardinero izquierdo, central y derecho, respectivamente)¹³⁸.

Algunos estudios antropométricos han analizado las características de estos jugadores con el fin de buscar el máximo rendimiento deportivo y ayudar en la selección de talentos deportivos.³² Se ha encontrado que en los *pitchers* en edad de formación hay una relación directa entre la fuerza de prensión y la fuerza de pellizco de la mano dominante con la altura, la masa corporal, el IMC, la masa muscular de los miembros superiores, la masa libre de grasa y la masa grasa, proponiéndose la fuerza de prensión y de pellizco variables directamente relacionadas con el rendimiento del lanzamiento de béisbol³². También se ha demostrado que los *pitchers* adolescentes consiguen una mayor velocidad en el lanzamiento cuanto mayor es su peso³², talla o longitud de brazos³², el volumen muscular global del cuerpo y el volumen muscular segmentario del miembro superior dominante y ambos miembros inferiores²⁶

No obstante, todos estos estudios han analizado a población adolescente. Las variables antropométricas de los jugadores de béisbol cambian al comparar a jugadores adolescentes y adultos, siendo los adultos más pesados y con un mayor peso magro³⁴. Por tanto, es necesario también realizar estudios antropométricos en jugadores de béisbol adultos para conocer las características de estos.

Una reciente investigación ha analizado la composición corporal, somatotipo, proporcionalidad y rendimiento en ataque de los jugadores varones de béisbol de élite cubanos en función de su posición de juego. Los autores encontraron diferencias significativas en función de la posición de juego en la composición corporal, el somatotipo y el rendimiento en ataque de los jugadores, pero no en la proporcionalidad, siendo el somatotipo medio para la mayoría de los jugadores mesoendomorfo^{31,32,33}. No obstante, la muestra de este estudio fue reducida, habiendo posiciones en las que se midió a menos de diez jugadores, y limitándose a valorar a jugadores de nacionalidad cubana. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue analizar las características antropométricas, la composición corporal y el somatotipo de los jugadores de béisbol de élite nacional de forma global y según el puesto ocupado en el campo en una muestra representativa de esta categoría.

1.1.- Génesis

Con el conocimiento y utilización como punto de partida de determinadas características antropométricas al comienzo de cada temporada (fragmentación del peso y somatotipo), podemos adecuar los porcentajes de grasa y músculo a parámetros de rendimiento y salud.

Para emprender un trabajo completo y riguroso es necesario conocer la correlación entre las características morfológicas y el rendimiento deportivo, motivo que induce a acudir a fuentes bibliográficas que hayan abordado experiencias relacionadas con estudios antropométricos de los deportistas para lograr un conocimiento pleno del cuerpo en general, y del jugador de béisbol en particular. Esto nos permitirá conocer y controlar las modificaciones morfológicas y los efectos del desarrollo, de los cambios dietéticos y de las cargas de trabajo en los entrenamientos y competiciones. Así, desde la creación en el año 1987 del Grupo Español de Cineantropometría (GREC), los avances han sido muy significativos,

alcanzando su momento culminante con la publicación por la Federación Española de Medicina del Deporte de la serie de monografías FEMEDE, en la que, por primera vez en castellano, en la obra *Manual de Cineantropometría* (Canda A, Esparza y cols., 1993)²⁸, se compilan los datos más representativos del deporte español de alto nivel. A éstos se añaden otros datos extraídos de los Centros de Medicina del Deporte españoles y complementados por datos de Carter y Heath sobre estudios realizados con atletas olímpicos y de otras competiciones deportivas internacionales de diferentes modalidades.

Las experiencias, formación e intervenciones en este contexto han girado siempre en torno a un eje vertebrador: la preocupación por plasmar en las rutinas de trabajo de los jugadores de béisbol los principios fundamentales que permitiesen procurar un máximo rendimiento deportivo, y esto dentro de unos márgenes que no entrasen en contradicción con la premisa de la salud-rendimiento.

Este trabajo pretende resaltar la importancia y correlación de los indicadores antropométricos con el rendimiento deportivo, para determinar su relación y evolución y así establecer parámetros estandarizados para esta modalidad deportiva, tal y como ya se encuentran determinados para el resto de los diferentes deportes.

Aunque la mayoría de estos han establecido desde hace décadas su somatotipo referencial, las actualizaciones, revisiones y modificaciones oportunas han ocasionado claros beneficios en cada una de ellas. En el caso del béisbol, éste no se ha visto enriquecido todo lo deseable, dada la escasez de publicaciones en nuestro medio.

Consideramos que las dimensiones antropométricas son responsables directas de un gran número de variaciones en el rendimiento y en el aspecto físico. Ello promovió el estudio cuantitativo, evaluativo y descriptivo de estos deportistas para obtener los puntos de referencia óptimos que adecuen este conocimiento a la toma de decisiones en los entrenamientos.

En consecuencia, la relevancia de este trabajo estará condicionada por la difusión y continuidad en el contexto del béisbol, así como por la posibilidad de contrastar los resultados obtenidos con la situación actual y futura.

1.2.- Historia del béisbol

Para conocer y comentar la historia del béisbol tenemos que referirnos al historiador y comentarista deportivo D. Edwin "Kako" Vázquez (escritor e historiador deportivo en Carolina, Puerto Rico)⁷³.

Aunque está claro que el béisbol moderno se desarrolló en Norteamérica, el origen exacto del juego es difícil de determinar. La mayoría de los estudiosos creen que el béisbol evolucionó desde una variedad de juegos similares.

Acerca del inicio del béisbol en el Nuevo Continente, E. Vázquez (cronista deportivo americano de la Habana), afirma que se puede mencionar un hecho trascendental y es que cuando los españoles descubrieron a la Fernandina (Cuba), se encontraron a los indios Taínos ejerciendo un juego rudimentario parecido al béisbol, al que ellos llamaban "Batos". El *batey* lo constituía el conjunto de viviendas primitivas o *bohíos*, que se encontraban situados irregularmente, o sea, sin formar calles o caminos. Los espacios que quedaban vacíos entre sus casas, los aprovechaban para jugar a la pelota⁷³. Esto lo comentó el capitán Gonzalo Fernández de Oviedo en su libro *Historia General y Natural de las Indias* cuya primera edición fue publicada en Salamanca (España) en 1547. Oviedo, según relató posteriormente Ramiro Guerra y Sánchez, autor de *La Historia de Cuba*, realizó numerosos viajes a la América descubierta por Cristóbal Colón, y en algunos pasajes de su obra consignó que los datos relativos a Cuba, se los había proporcionado un profundo estudio de las Islas Fernandina y la Española (Santo Domingo-Haití). Ni la cultura taína ni la de sus antecesores en Cuba como lo fueron los *pre-taínos* o *siboneyes*, pueden compararse con las de otras razas indias de América, como los aztecas, incas, chibchas y mayas, pero su legado principal se encontraba en el terreno lingüístico. Así tenemos que muchos vocablos de la lengua española provienen de los idiomas hablados por los indígenas en el área del Caribe, según explicó el historiador José I. Lasaga en su libro *Vidas Cubanas*.

Siguiendo a E. Vázquez⁷³ en el aspecto deportivo, cabe suponer que si el nombre del rudimentario juego de pelota que practicaban los indios taínos en Cuba, se llamó "batos", ese vocablo debe ser el origen de la palabra "bate" (bat en inglés), que es la pala, palo o madero con que se la pega a la pelota de béisbol. Y eso es lo que exactamente constituía el juego para los aborígenes en Cuba: pegarle a una bola hecha de resina y hojas moldeadas, con un pedazo de la rama de un árbol cortada al estilo de una pala.

Es fácil observar la relación entre todas las palabras: "batey" por "batear"; "batos" por "bate". Esto es una prueba pura de por qué los cubanos llevan el béisbol en la sangre y desde el año 1871, cuando el deporte aún no se conocía fuera de los Estados Unidos, ya Cuba tenía representación en las grandes ligas de aquella época en la persona de Esteban Bellán, cinco años antes de la creación de la Liga Nacional (E. Vázquez, 2007)⁷³ (escritor e historiador deportivo en Carolina, Puerto Rico).

1.3.- El béisbol en el mundo

El béisbol, que es ahora un deporte olímpico, se juega en muchas partes del mundo, sobre todo en América, Europa y Japón, siendo en este último donde tiene un gran seguimiento al ser introducido por el estadounidense Horace Wilson en 1872. En Estados Unidos existe como deporte profesional desde hace más de 50 años con dos ligas, la Central y la Pacific, y con un total de 12 equipos. Los equipos americanos a menudo juegan en Japón al finalizar la temporada regular. En Japón el béisbol es extremadamente popular, sobre todo en las escuelas y en la universidad: cada verano, unas 4.000 escuelas secundarias toman parte en el All Japan Baseball Tournament, que se celebra cerca de la ciudad de Osaka.

El béisbol es una disciplina deportiva poco conocida en nuestro país, existiendo tan sólo doce equipos en la máxima categoría, la División de Honor. En esta división en Canarias existen dos equipos que han sido campeones de la liga española en repetidas ocasiones, y de la europea en tres, siendo los Rojos de Candelaria los que ostentan el récord con tres campeonatos europeos y varias copas del Rey y el otro equipo es el Marlins del Puerto de la Cruz –Tenerife. En consecuencia, nuestro estudio pretende arrojar luz sobre la conformación estructural de los practicantes de este deporte, sobre el cual existen pocos trabajos morfológicos.

El objetivo de este juego es golpear una pelota con un bate (batear), para desplazarla a través del campo y correr por el campo interno de tierra (*infield*) intentado alcanzar la mayor cantidad de bases posibles hasta dar la vuelta al campo desde donde se bateó (*home*), y de esta forma se consigue un punto, conocido como "carrera", mientras los jugadores defensivos buscan la pelota bateada para eliminar al jugador que bateó la pelota, antes de que éste llegue primero a una de las bases

o consiga anotar la carrera. El equipo que anote más carreras al cabo del partido es el que resulta ganador (Reglamento de la federación de Béisbol)¹³⁸. Sin embargo, sus reglas básicas son poco conocidas, aunque la posición en el campo no lo es tanto, existiendo jugadores que lanzan, denominados *pitcher*, otros que reciben llamados *catcher* y también diferentes bases (1ª base, 2ª base, 3ª base, jardineros, campo corto. etc.). Así pues, pretendemos describir antropométricamente al deportista de esta modalidad deportiva de élite de nivel europeo. Estas son las Reglas de Juego¹³⁸.

El béisbol, a escala internacional, es regulado por la Federación Internacional de Beisbol (IBAF: International Baseball Association), ente creado en 1938, y cuya sede está en Lausana, Suiza. Este organismo ha pasado por varios cambios de nombre, fusiones y reestructuraciones. Su estructura actual data de 1973.

El partido

El objetivo del juego es acumular más puntos que el equipo contrario al final de una serie de turnos. Cada turno de juego se llama entrada, y consta de dos fases: en la primera fase (parte alta) un equipo juega a la ofensiva, intentando anotar puntos; y en la segunda fase (parte baja) los equipos invierten los roles. **Cada punto en el béisbol se llama carrera.**¹³⁸

El juego consta de 9 entradas, y el equipo que anote más carreras al final será el ganador. Si ambos equipos están empatados al terminar las nueve entradas, se siguen jugando entradas adicionales, hasta que un equipo supere al otro. En algunas ocasiones, esto hace que los juegos se alarguen muchísimo; y para ello se han impuesto soluciones variadas: dejar el juego en empate, y si el campeonato posteriormente depende de ese resultado, volver a jugarlo. O se interrumpe el juego para continuarlo en otra ocasión, con el mismo marcador.

Cómo se anotan puntos

El campo de béisbol es en esencia un cuadrado llamado diamante. En el centro del diamante se coloca un jugador del equipo defensivo, llamado *pitcher* o lanzador. Una de las esquinas del diamante tiene en el suelo una marca especial llamada *home*, o *home plate*. A un lado del *home* se coloca un jugador del equipo a la ofensiva: el bateador¹³⁸.

El *pitcher* arroja una pelota hacia el *home*, y el bateador intentará golpearla con un garrote de madera o metal llamado *bat*, o *bate*. El golpe debe intentar que la pelota se dirija a alguna zona válida del campo, sin que los jugadores del otro

equipo puedan atraparla. Después de batear de esta forma, el bateador suelta el bat e intentará recorrer el perímetro del diamante, base por base. Si logra recorrerlo y llegar de nuevo al home, su equipo se acredita una carrera. Los jugadores del equipo a la defensiva se hallan distribuidos en el campo tratando de impedir este objetivo.

Dimensiones de la cancha¹³⁸

El béisbol se juega en un campo que reglamentariamente debe estar cubierto de grama. El diamante se delimita como un camino libre de grama, que se recorre en un cuadrado de 90 pies (27 m) de longitud, que se señala con una línea trazada en cal. En la esquina donde se ubica el bateador hay una placa pentagonal llamada home plate. En las otras esquinas se colocan cajas almohadilladas llamadas bases, que se enumeran en sentido antihorario, desde la primera a la tercera. En ese sentido debe recorrerlas un jugador a la ofensiva cuando intenta anotar una carrera.

La línea del diamante que va del home a la primera base, y la que va del home a la tercera base, se extienden 320 pies desde el home, dando al campo espacio adicional por detrás de las bases. Ese espacio más allá de las bases se llama outfield (también llamado jardines), mientras que a la zona del diamante se le llama infield.¹³⁸

El outfield y el infield constituyen la zona fair (zona válida de juego), mientras que el resto del campo se considera foul (zona no válida).

Número de jugadores

Nueve jugadores por equipo. Cuando el equipo está a la ofensiva, cada uno de los jugadores recibe consecutivamente una oportunidad para batear y luego anotar carrera recorriendo las bases.

Los jugadores del equipo a la defensiva se ubican en el campo, a saber:

- **El lanzador**, quien se ubica en el centro del diamante para realizar los lanzamientos desde una zona ligeramente elevada, que se llama montículo.
- **El receptor o catcher**, se ubica detrás del home para recibir los lanzamientos que el bateador falle, y para otras jugadas que lo requieran.
- Un jugador en cada base, designado por el nombre de la base que custodia, **primera, segunda y tercera base**.
- Entre la segunda y tercera base, un jugador adicional llamado **shortstop o paracorto**.

- Tres jugadores en la extensa zona llamada outfield: son los **outfielders** o **jardineros**. Se designan como izquierdo, central y derecho, vistos desde la óptica del bateador, o del catcher.

Resumen de las principales reglas básicas del béisbol¹³⁸

- La norma establece que el equipo local comienza jugando a la defensiva.
- Si un bateador falla al intentar golpear la pelota, ese fallo se contabiliza con el nombre de strike. Si acumula tres strikes en su turno, queda fuera (out). Debe regresar a la banca (dogout) y otro jugador toma turno con el bat.
- Cuando tres jugadores a la ofensiva han sido puestos out, finaliza el turno ofensivo del equipo. El equipo que estaba a la defensiva pasa ahora a la ofensiva, y viceversa.
- Si el bateador no intenta golpear la pelota, y el lanzamiento pasa por una zona donde pudo haberla golpeado, el lanzamiento se contabiliza como strike. Si pasa fuera de esa zona, se contabiliza como bola. La apreciación de esto corre a cargo de un árbitro (llamado umpire) que se coloca de pie detrás del catcher, y cuyo dictamen es inapelable.
- Cuando el bateador acumula cuatro bolas, se le otorga el derecho de pasar a primera base y convertirse en corredor. Esto también ocurre cuando un lanzamiento del pitcher golpea al bateador, a menos que sea evidente que éste se interpuso en la trayectoria de la pelota.
- Si el bateador golpea a la pelota, y ésta cae en la zona de foul, la jugada no es válida. Las dos primeras veces que sucede esto, se cuenta como strike. Las veces subsiguientes no cuenta de ningún modo. Si un jugador defensivo atrapa la pelota antes de que toque el suelo, el bateador queda out.
- Si el bateador golpea a la pelota, y esta cae en la zona fair, se convierte en corredor: dejará el bat, e intentará alcanzar la primera base. Los jugadores defensivos deben recoger la pelota e intentar tocar al corredor con ella, o en su defecto pisar la base teniendo la pelota en su poder. Si el jugador que recoge la pelota está demasiado lejos de la base, puede arrojarla a otro jugador que se halle cerca de la almohadilla para que complete la jugada. Si lo logra, el corredor estará out.
- En general, un corredor ofensivo queda out si no está pisando una base y un jugador defensivo lo toca con la pelota. O si tiene que desplazarse hacia una base, y un jugador defensivo tiene la pelota y pisa esa base. El corredor tiene que desplazarse hacia la base siguiente, si luego de una jugada de bateo, algún corredor intenta llegar desde la base anterior a la base donde él está.

- Si el bateador golpea la pelota y un jugador defensivo la atrapa antes de tocar el suelo, quedará out.
- Si el bateador golpea la pelota y ésta sale del campo por encima de la cerca que está al final del mismo, en la zona fair, se decreta home run o cuadrangular: el jugador puede recorrer las bases y anotar una carrera para su equipo. Si hay corredores en las bases, estos también anotan. Es importante que todos los corredores pisen las bases en el recorrido. (Reglamento de la Real Federación de Fútbol de España).

1.4.- Los primeros conocimientos sobre cineantropometría

Desde los albores de la humanidad ha existido una preocupación constante por el ser humano, especialmente por todo lo concerniente a su constitución, proporcionalidad y complejidad, dejando constancia de estas características a través de los grabados rupestres. Al respecto, Guerra (1996) comenta que los primeros legados o retazos de pinturas rupestres en cuevas constituyen los primeros trazos que van a conformar la configuración femenina desde el paleolítico a la antigüedad, basados sustancialmente en la necesidad de supervivencia y conservación que sienten ciertos grupos sociales. Se trata de trazos, en una primera fase, sobre la línea poligonal abierta (ondas y greca), para evolucionar con posterioridad a la poligonal cerrada (rombo) y, por último, la simetría, de la que los antiguos maestros en el arte como geómetras que eran, entraron en el juego de las proporciones del cuerpo humano para componer el lugar y definir los espacios (Hodgson, 1993); aspectos todos ellos que más tarde quedarán recogidos, en referencias, en el Antiguo Testamento, en el Talmud de Babilonia, en el Midrashim, en las inscripciones del s. VII a.C. del palacio del Rey Sargón II de Persia (en Kohasabad), etc.

Uno de los primeros relatos históricos sobre las características físicas se encuentra en Periplo de Hannon, navegante cartaginés que viajó hacia el año 470 a. C. más allá de las Columnas de Hércules (estrecho de Gibraltar) y encontró en la costa africana “salvajes” que denominaron “gorgados” o gorilas; describe que “estos salvajes eran velludos, huían a través de los precipicios con asombrosa agilidad, y nos arrojaban piedras”, en clara referencia, a una “primera indicación de la existencia en ese continente de los grandes antropomorfos (gorila)”. Por otra parte, Herodoto (482-425 a. C.) en sus famosas *Historias* señala las características de los habitantes de Libia, Egipto, Grecia, Asia Menor, Etiopía y Escitia; Scylax (450 a.

C.), las de los iberos y ligures; y Ctesias, médico del rey de Persia (403-358 a. C.), las de los habitantes de la India.

Fue “Hipócrates (460-377 a.C.)⁷² Quien realizó el primer esbozo” (Villanueva, 1919), de lo que después se denominaría biotipología humana, proyectando en sus obras *De natura hominis* y *De aere aquis et locis* la influencia del medio sobre los caracteres físicos del hombre, la supuesta existencia en todo ser vivo de cuatro humores: sangre, bilis amarilla, bilis negra y flema, y su relación con los cuatro elementos esenciales: tierra, aire, fuego y agua.

Aristóteles (382-322 a. C.), por otra parte, en sus obras *De partibus animalium*, *De generatione animalium* e *Historia animalium*, aporta cantidad de datos antropológicos sobre la herencia, crecimiento, proporciones del cuerpo del niño, utilizando simultánea y ponderadamente el método de análisis y la síntesis.

Una tercera figura de gran relieve en lo concerniente al conocimiento corporal fue Galeno (131-200 d. C.), quien en sus obras *De usum partium corporis humani*, *De anatomicis administrationibus*, *De ossibus ad tirones*, realizó importantes estudios anatómicos sobre la base, principalmente, de la disección de monos, desarrollando los mismos conceptos que Hipócrates y considera los cuatro humores como factores determinantes de las características morfo-fisio-psicológicas del individuo.

Tanto Hipócrates como Aristóteles y Galeno⁷², pioneros en el estudio físico del hombre, basaban sus estudios en la observación directa de la naturaleza como fundamento de sus conocimientos. Hasta el año 1200 existe un gran vacío en el estudio específico de las características del ser humano, desplazados los primeros por otros de recopilación, caso de Cayo Plinio el Antiguo (23-79 d. C.) y aún otros posteriores orientados por la perspectiva de la historia y la geografía, casos de los escritos, según Comas (1976), Tucídides (490-396 d. C.), Jenofonte (444-354 d. C.), Polibio (201-120 d. C.), César (100-44 d. C.), Estrabón (63 a. C.-17 d. C.), Pomponio Mela (12-41 d. C.), Tito Livio (59 a. C.-17 d. C.), Diodoro de Sicilia (siglo I d. C.), Tácito (55-117 d. C.), Ptolomeo (100-178 d. C.), quienes proporcionan, a título de historiadores, datos sumamente interesantes sobre los orígenes y caracteres de los grupos humanos en Europa Occidental.

En este transcurrir histórico, en torno al año 1200, surgen las universidades y altas escuelas de París, Orleans, Bourges, Toulouse, Oxford y Cambridge; desde

que en el año 1240 el emperador Federico II estableció la ordenanza para el ejercicio de la medicina y la implantación de las prácticas de disección, cobran una gran pujanza en el estudio del cuerpo humano y la separación de las ciencias en dos vertientes: las ciencias médicas y las ciencias naturales.

Desde esta doble perspectiva de ciencias médicas y sociales para el conocimiento físico del hombre, los relatos y aportaciones de expedicionarios, exploradores y viajeros facilitan nuevas informaciones sobre nuevos hombres y pueblos, como el de Marco Polo (1254-1323), que describe los habitantes del Centro de Asia; de Vasco de Gama (1469-1524) de los nativos de las Islas Azores; y el de Cristóbal Colón (1451-1506) sobre los Antillanos (1492).

Otro momento crucial, fruto del creciente desarrollo de la anatomía, medicina, zoología, y fisiología general, juntamente con los nombres de William Harvey (1578-1657), Marcelo Malpighi (1628-1694), Frederic Ruysch, entre otros, es la delimitación de los campos de trabajo, con un papel preponderante de la Real Sociedad de Londres en 1662, de la Academia de Ciencias de París en 1666 algo más tarde, de la Academia Imperial Leopoldo-Carolina de Alemania 1670.

Así pues, durante el s. XVII la Antropología se independiza de la zoología general, constituyéndose a partir de entonces como una ciencia emergente.

1.4.1- La Antropología

La Antropología inicia su actividad específica tras su independencia o separación de la zoología general y es definida por el Diccionario de la Lengua Española (1992) como “la ciencia que trata de los aspectos biológicos del hombre y de su comportamiento como miembro de una sociedad”, si bien una definición más breve pudiera ser la de “Ciencia que estudia las variaciones humanas”.

El término “Antropología” ya había sido utilizado con anterioridad con muy diversas acepciones. Así, Aristóteles denominó “antropólogos” a quienes disertaban sobre la naturaleza moral del hombre. Jean Riojano, en el s. XVI, se refiere al término como “hombre físico”. En el s. XVII es sinónimo de “descripción del cuerpo y el alma”, generalizándose en el lenguaje filosófico de Alemania y aplicándose a todo lo referente al hombre, caso concreto de Diderot y D’Alembert en su *Encyclopedie Methodique*, de 1772, al definirla como “tratado sobre el hombre”.

Quizás sea la definición aportada por Lohman (1988)¹⁰¹ es la que mejor se aproxima, “ciencia encargada del estudio y comprensión de la variabilidad biológica humana, incluyendo las variaciones morfológicas, para cuyo estudio la antropometría es su herramienta principal”.

1.4.2.- La antropología física

Para Carter. J 1998³⁸, tres nombres merecen especial mención en los albores de la Antropología Física: Linneo (1707-1778), como fundador de la que pudiera llamarse Escuela Morfológica; el Conde Bufón (Georges Louis de Leclerc), primero en esbozar las tres divisiones de la Antropología: general, especial y zoológica; y Blumenbach (1753-1840), el primero en el uso del término “antropología física” en su acepción actual en dos ocasiones en su obra fechada en 1795 “*De generis humani varietate nativa*”.

En sus primeros referentes, la Antropología Física trató de clasificar los tipos humanos: por la zona del mundo en que se encontraban (Francois Bernier, 1684), por el color de la piel (Bradley, 1721), por razas (Pickering, 1848), etc. El año 1859 es la fecha en la que se publicó la obra de Charles Darwin, “*Origin of species*”, que aborda fundamentalmente el problema de la evolución humana.

Blanchard y Cheska (1986) simplifican estas clasificaciones con las principales subdivisiones de la Antropología Física: “la antropometría o ciencia general de la medición del cuerpo, la genética poblacional, la biología humana, la paleontología, la primatología y la estructura física del hombre” y ponen de relieve que ésta última constituye la faceta más aplicada. Por otra parte, destacan que si bien los antropólogos físicos apenas han abordado cuestiones relacionadas con el deporte, sus métodos para la medición y clasificación de los tipos de cuerpos se utilizan en el terreno del ámbito deportivo por otros profesionales.

La Antropología Física, por otra parte, utiliza como herramienta principal para el estudio de las características y variaciones morfológicas del ser humano la Antropometría, la cual se desarrollará en el siguiente apartado.

1.4.3.- La Antropometría

Según refieren Canda, Francisco Esparza y Alvero (1999)³⁰, se considera a Hipócrates y Galeno los precursores de los estudios antropométricos, “siendo los primeros en clasificar a los individuos según su morfología en tísicos o delgados y

en apopléticos o musculosos". A finales del s. XVII surgieron cuatro escuelas, que se explicarán en el capítulo siguiente, las cuales, con el transcurrir del tiempo, constituirán los pilares de una nueva ciencia, la Biotipología.

Carter y Heath (1996)⁴⁰ refieren que el término "Antropometría" se utilizó por primera en el siglo XVII en unos estudios morfológicos realizados por Elsholtz en la universidad de Papúa, y es el belga Quetelet quien realizó el primer análisis de mediciones humanas de forma estadística. González (1989), por otra parte, reseña que el estudio más antiguo publicado fue el realizado por el Conde Philibert de Montbeillard en 1877, y en España el realizado por Martín con niños granadinos en el año 1902.

De las diferentes definiciones de antropometría que han surgido con el transcurrir del tiempo, quizás sea la de Anshel (1991) la más precisa, al mencionar que es una "rama de la ciencia que se ocupa de las mediciones comparativas del cuerpo humano, sus diferentes partes y sus proporciones; generalmente con objeto de establecer la frecuencia con que se encuentran en diferentes culturas, razas, sexos, grupos de edad, cohortes, etc.", además de mencionar grupos de practicantes de diferentes disciplinas deportivas. El Diccionario de la Lengua Española (2001) la define de forma más sucinta como "Tratado de las proporciones y medidas del cuerpo humano". "Antropo: hombre. Metría: medida o medición". Recientemente se ha incorporado el prefijo cine- para designar la cineantropometria como ciencia que estudia al hombre en movimiento.

El hombre está definido genéticamente. No existe actividad física, dieta o cualquier otro procedimiento capaz de alterar ciertos límites impuestos por la naturaleza. Por ejemplo, quien ha nacido con un determinado patrón genético para una estatura determinada, no conseguirá alterar estas características básicas aunque lo intente. Es decir, el hombre mantiene su estructura y función dentro de unos límites que pueden variar relativamente por mecanismos de adaptación impuestos por él mismo, como ocurre con el entrenamiento o por modificaciones e influencias medio-ambientales.

Cierto es que la orientación, el entrenamiento y la técnica son imprescindibles, pero entre deportistas que posean las mismas características técnicas, obtendrán mejores resultados deportivos aquellos cuyo biotipo le favorezca para la práctica de un determinado deporte, y mucho más tratándose de

ciertas modalidades deportivas o del deporte de alto rendimiento (Marrero-gordillo et al, 2005)¹¹⁶.

Hay que entender el concepto de biotipo de una forma dinámica, entrenable y modificable, hasta donde lo permita la carga genética individual. Así pues, el somatotipo es un dato de referencia importante en el estudio de un individuo. Identificado con la edad, estatura y peso, el somatotipo proporciona la mejor descripción para la clasificación de la forma humana (Ross, WD.2006)¹⁴³.

En términos biotipológicos, la hipótesis de relación entre estructura y función puede ser evidenciada a partir de las observaciones y datos obtenidos en atletas que participan en diferentes modalidades deportivas, demostrando poseer tipos y formas corporales rigurosamente semejantes.

Aunque la relación entre estructura y función se puede evidenciar a partir de las observaciones en atletas que participan en las diversas especialidades deportivas, no podemos olvidar que cuando se estudian los biotipos lo hacemos a posteriori (partimos del conocimiento de biotipos desarrollados de tal o cual modalidad de actividad deportiva), y de ahí deducimos las cualidades somatofuncionales más adecuadas para cada tipo de actividad.

A partir del estudio somatotipológico es posible apuntar la tendencia del deporte o de la actividad física adecuada a cada biotipo. Existen muchas clasificaciones biotipológicas realizadas por investigadores como Sigaud, Pende, Kretschmer y otras en relación con aspectos más funcionales, endocrinos o de otro tipo como Milcu y Thooris, que clasifican cuatro tipos básicos (respiratorio, digestivo, muscular y cerebral).

En la década de los 40, Sheldon, Stevens y Tucker (1954)¹⁴⁶ se convierten en los padres de la denominación biotipológica moderna, describiendo las variaciones de la forma humana, creando el término "Somatotipo" y las técnicas fundamentales para su análisis. En su primera publicación, "Variaciones del físico humano" (1945), exponen la teoría de tres componentes primarios (endomorfia, mesomorfia y ectomorfia), presentes en todos los individuos en un grado mayor o menor. Según estos autores, el somatotipo expresa "la cuantificación de los tres componentes primarios del cuerpo humano que configuran la morfología del individuo, expresado en tres cifras". Su teoría se basaba, y ese fue el único error que cometieron al afirmarlo, en que el biotipo venía dotado y dependía esencialmente

de la “carga genética” (Sheldon, Dupertuis y McDermott, 1954), no siendo modificado ni sufriendo cambios a lo largo de la existencia del individuo.

Para mejorar la idea básica de expresar la forma humana a través de tres componentes, surgieron técnicas complementarias, siendo criticados y modificados varios aspectos del método de Sheldon y cols. El concepto actual y vigente de biotipo fue elaborado por Heath (1963) y Carter y Heath (1971)⁴⁷, que sugirieron profundas modificaciones metodológicas y definieron el somatotipo como “la descripción numérica de la configuración morfológica de un individuo, en el momento de ser estudiado”, discrepando de Sheldon y cols. al darle más importancia al fenotipo, es decir, la propiedad visible del organismo, la que fundamentalmente es producida por la interacción del genotipo frente a las condiciones ambientales (“climatología, entrenamiento, nutrición”...) Así mismo, elaboraron una serie de fórmulas por medio de las cuales se puede calcular, puntuar y representar el somatotipo en una somatocarta o somatotipograma que posteriormente describiremos.

Para estos autores⁴⁶, la forma de un individuo no viene determinada exclusivamente por la carga genética ni se vincula estrictamente al potencial genético, sino que también está influenciada por otros factores exógenos que pueden, y de hecho lo hacen, modificar el somatotipo, como son: la edad, sexo, el crecimiento y desarrollo, la actividad física (entrenamiento), la alimentación (hábitos alimenticios), factores ambientales (climatología), medio socio-cultural y otros factores propios o específicos como las etnias

Presenta Hipócrates, y a él le debemos, la primera clasificación biotipológica conocida con una base morfológica, que identifica a su vez correlaciones patológicas, dividiendo a los individuos en: tísicos o delgados, con predominio del eje longitudinal, color pálido y tendencia a la introversión; y apopléticos o musculosos, con predominio del eje transversal, de color rojo y extrovertidos. Más tarde se realizaron otras clasificaciones de forma empírica, como la de Von Helmholtz y Vieussens Maile, basadas en observaciones y conceptos filosóficos que relacionaban al hombre con la influencia astral o con la cualidad de la sangre.

En el Renacimiento, Leonardo da Vinci (Vinci 1452 - Francia 1519) procura con gran acierto establecer un tipo ideal de belleza utilizando proporciones y medidas corporales (García-Pelayo, 1985).

Lambert Adolphe Jacques Quetelet (Gante 1796 - Bruselas 1874), estadístico, matemático y sociólogo belga, a mitad del siglo XIX, relaciona las medidas corporales en el estudio del biotipo. Descubrió que la teoría de Gauss podía ser aplicada mediante modelos estadísticos en el análisis de fenómenos biológicos, principalmente en medidas antropométricas para estudio del biotipo. Por tanto, su gran contribución fue la aplicación del método estadístico (teoría de las probabilidades) al estudio de la condición humana (a las ciencias sociales y a la antropometría). Entre sus libros destaca *La antropometría o medida de las diferentes facultades del hombre* (1871) (*Nueva Enciclopedia Larousse*, 1988a).

En 1878, Benecke utilizaba las vísceras de cadáveres en sus clasificaciones de relaciones cuantitativas de peso y volumen. Realizó una antropometría más interna que externa y estudió el desarrollo de la misma en términos de masa, comparando las vísceras entre sí con la estatura y el peso corporal. Clasificó a los individuos en dos maneras (Velho, Loureiro, Peres y Pires Neto, 1993):

1. Individuos delgados, débiles, anémicos, poco resistentes a la fatiga y a las infecciones, que se acompañan con tamaño pequeño de las principales vísceras (microspláncnicos).

2. Individuos de gran masa corporal, fuertes, macizos, con un buen estado nutricional, resistentes a las causas morbígenas y órganos voluminosos (macropláncnicos).

A finales del siglo XVIII, nacen las primeras definiciones científico-biológicas en el estudio de la forma del cuerpo humano, apareciendo cuatro escuelas biotipológicas dependiendo de que utilicen para la clasificación de los individuos un criterio somático, psíquico o somato-psíquico:

Escuela italiana⁷¹.- Fundada en Padua por Di Giovanni (1838 - 1916), sus figuras más representativas fueron Jacinto Viola de Bologna y Nicola Pende. Se basa en la medida de diferentes parámetros corporales y se interpreta por medio de la estadística. Por tanto, da prioridad a la medida y fundamenta su método en la antropometría.

Escuela francesa⁷².- Fundada en Lyon, se basaba sobre todo, en aspectos anatómicos. Sus principales representantes fueron Hallé (Adrien Joseph Marie Noël Hallé, 1859 - 1947), Sigaud (1862 - 1921) y MacAuliffe (1876 - 1937).

En 1894, Claude Sigaud, sobre la base de sus análisis de la superficie corporal, elaboró una clasificación de los individuos sustentada en la integración del conjunto de sistemas que constituyen la llamada economía humana y el medio específico en el cual presenta su continuidad. Dicha clasificación la realiza atendiendo y dividiendo a los seres humanos en cuatro grupos: “digestivo, respiratorio, muscular y cerebral” (Barrallo, 1990).

Escuela alemana⁷².- En 1918, siguiendo y aceptando la orientación de Pende, el alemán Brugsh, estableció índices en relación a la estatura. Su índice más importante es el que relaciona el tórax con la estatura, dando origen a tres tipos: normal, de tórax estrecho y de tórax ancho. Por el valor absoluto de la estatura, los clasifica en “medianos, altos y bajos.

Ernest Kretschmer (1888-1964) clasificó a los individuos en: «leptosomáticos (asténicos, longilíneos, de complexión delgada, tórax alargado y musculatura grácil, sensibles e irritables, personas delicadas, tímidas y con dificultades para contactar con otras personas), atléticos (musculosos, anchos de hombros, de tórax prominente, musculatura muy pronunciada, son los tipos “estatuarios” preferidos por los escultores y cuyas características psíquicas son la energía y la fidelidad); y pícnicos (predominio graso por preponderancia de la parte visceral con inclinación a la adiposidad, sobre todo troncular, alegres y sociales aunque, en ocasiones, pueden presentar propensión a depresiones inmotivadas)» (Barrallo, 1990).



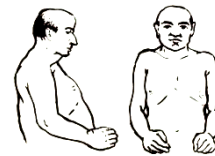


Fig.1. A: Tipo leptosomático o asténico, B: Tipo atlético, C: Tipo Pícnico.

A

B

C

Escuela americana¹⁴⁹.- Fue iniciada por Sheldon (1899 - 1977) y Stevens (1940), psicólogos de la Universidad de Harvard, proponen y ofrecen una nueva clasificación a partir del origen embrionario de los tejidos. Esta clasificación surge de la necesidad de clasificar la forma del individuo en escalas que puedan ser expresadas en un simple valor numérico, proponiendo el llamado "método fotoscópico de Sheldon¹⁴⁹". Partiendo de concepciones tipológicas sostienen que, al predominio de cada una de las hojas blastodérmicas en el individuo, corresponde un tipo temperamental y morfológico. A pesar de ello surgieron una serie de dificultades al intentar clasificar a los individuos estudiados después del tratamiento de las medidas recomendadas, poseyendo éstos una mezcla de las características atribuidas a los tres tipos preconizados. Esto llevó a recomendar la prescripción de índices para cada uno de los tipos físicos, en la posibilidad de disminuir los errores de interpretación, surgiendo en la década de los 50, el término "Somatotipo" (cuantificación de los tres componentes primarios: endomorfia, mesomorfia y ectomorfia). Utilizando la fotografía ("método fotográfico" Sheldon y cols., 1954) crearon una técnica de clasificación de los individuos a partir de la expresión numérica de tres cifras, que representaban "grasa, músculo y linealidad".

Para aplicar su método, Sheldon valoró a los individuos, con la plomada delante y alineados con ella, por medio de tres fotografías en tres planos o posiciones diferentes (somatoscopia): de frente, perfil izquierdo y de espaldas (con la menor cantidad de ropa posible) además de tomar algunas medidas antropométricas que auxiliaban a este método. Así mismo, tomando diecisiete medidas sobre los negativos de las fotos, realizó un estudio fotográfico a cuatro mil estudiantes e ideó una técnica para clasificar la forma de los individuos. Utilizando tres cifras que representaban sus componentes primarios (grasa, músculo y linealidad), realizaba una cuantificación de la morfología del individuo. Con este método se analiza la linealidad y se determinan características morfológicas o patológicas del individuo. La interpretación del somatotipo a partir de las fotos es

bastante difícil y exige una gran experiencia por parte del investigador. La relación peso-altura y los somatotipos fotografiados en el *Atlas Humano* son una ayuda valiosa. Se busca puntuar, fundamentalmente, el componente mesomorfo por la masa muscular y el componente endomorfo por la cantidad de tejido adiposo.

Para realizar su clasificación biotipológica, Sheldon¹⁴⁶ tomaba como referencia las capas embrionarias de donde derivan los tejidos. La clasificación y cuantificación de los tres componentes primarios del cuerpo humano tiene como finalidad, además de orientar al atleta que ya practica una actividad física, en el sentido de su desarrollo, paralelamente la evaluación del somatotipo para revelar a aquellos que aún no han escogido su deporte, cuál sería la modalidad ideal para que la practicara, sin dejar de considerar otras características morfofuncionales que implican o involucran la práctica de un deporte. Recordemos los componentes y elementos que derivan de cada capa embrionaria (Langman, 1982), para así poder comprender la clasificación que realizaba de los individuos:

Del endodermo derivan el tubo digestivo, el aparato respiratorio, la vejiga urinaria, la uretra en su mayor parte, la próstata, la trompa auditiva y la cavidad timpánica.

Del mesodermo derivan el esqueleto axial, el techo de la faringe, el sistema urogenital, el corazón, el pericardio y la musculatura lisa y estriada, excepto el músculo del iris.

Del ectodermo derivan el neuroectodermo (S.N.C.), la piel y faneras.

Sheldon y cols. (1954), de acuerdo con los componentes primarios y dependiendo de cual predominara, clasificaban a los individuos en: Endomorficos, Mesomorficos y Ectomorficos.

1.5.- La cineantropología y la cineantropometria

1.5.1.-Consideraciones generales

En el apartado anterior se ha realizado un recorrido histórico destacando la importancia del estudio del hombre para situarnos de forma más concreta en el

estudio del hombre en movimiento. Por tal razón, el estudio del hombre en el marco referencial de las Ciencias del Deporte se ha caracterizado por aglutinar a múltiples disciplinas centradas en ahondar en el conocimiento del ser humano desde diferentes perspectivas. Así, antropólogos, historiadores, fisiólogos, médicos, biomecánicos, preparadores físicos, entrenadores deportivos..., han aunado esfuerzos para comprender lo que el movimiento humano significa desde la perspectiva de la actividad física y deportiva.

El término “kinanthropologie”, o en castellano, “cineantropología”, definida por Meynard (1970) como “La ciencia o disciplina del hombre en movimiento”, aporta una nueva perspectiva en el estudio de la morfología humana. Fue acuñado por primera vez en el año 1966 por Roch Meynard, de la universidad canadiense de Laval.

Desde que en el año 1972 y Ross describió en la revista científica belga *Kinanthropologie* por primera vez el término “kinantropometrie”, o “cineantropometría” en castellano, como “una ciencia emergente y de gran aplicación en el área de la actividad, nutrición y alto rendimiento”, hasta consolidarse, como refiere De Rose en el prólogo del *Manual de Cineantropometría* (Canda, Esparza, 1993⁵⁰), en el Congreso Científico de los Juegos Olímpicos de 1976, sus aportaciones en el campo de la actividad física y el deporte han sido notorios. Las contribuciones vieron su culminación en el año 1978 cuando la UNESCO, en el Internacional Council of Sport and Physical Education, reconoció la Cineantropometría como una nueva ciencia.

“Cineantropometría” es un término derivado de las raíces griegas *kinein* (moverse), *anthropos* (especie humana) y *metrein* (medir), término que Ross y cols. (1980) definen como “la aplicación de la medida en el estudio del tamaño, la forma, la proporción, la composición, la maduración y las funciones principales del ser humano. Su propósito es ayudarnos en el conocimiento del movimiento humano, en el contexto del crecimiento, ejercicio, rendimiento y nutrición”. Esta definición fue explicitada más tarde por Canda y Esparza (1993) con mayor precisión, al referirse concretamente a que utiliza como parámetros las medidas del cuerpo: “Se define como el estudio de la forma, composición y proporción humana, utilizando medidas del cuerpo”. Con el resto de disciplinas constituye lo que en la actualidad se denomina “Ciencias de la Actividad Física y el Deporte”.

- Desde el comienzo de la andadura de la Cineantropometría, en el Congreso Científico de los Juegos Olímpicos de Québec en el año 1976, surgió la necesidad de homogeneizar una metodología en el análisis de los datos antropométricos, por lo que con el auspicio del Internacional Working Group in Kinanthropometry (IWGK), perteneciente al Comité de Investigadores del Consejo Internacional del Deporte y la Educación Física (ICSSPE) se creó con tal propósito el grupo de trabajo técnico. Grupo de trabajo técnico sobre medición de la resiliencia en materia de seguridad alimentaria y nutricional se le donomino. (Tefera).

Este grupo de trabajo original reemplaza con posterioridad al IWGK, al transformarse en el Internacional Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK)⁷².

La ISAK⁷³, que fue fundada en el año 1986 en Glasgow, está estructurada en diferentes grupos de trabajo, siendo sus objetivos prioritarios unificar la metodología utilizada y la difusión de la Cineantropometría. En junio de 1987 se creó el Grupo Español de Cineantropometría (GREC)⁷², que asumió las normas vigentes en Cineantropometría.

En la actualidad, esta ciencia tiene tres espacios de actuación perfectamente definidos: la antropometría dinámica, la antropometría fisiológica y la antropometría aplicada al deporte. De esta última, Aragonés (2004) refiere que “[...] en una sencilla revisión bibliográfica restringida a los 20 últimos años en una base de datos, por ejemplo en Medline, el término “antropometría deportiva” registra más de 2000 referencias bibliográficas”.

Identificación	Especialización	Aplicación	Ámbito
Cineantropometría	Para el estudio de:	Para facilitar la comprensión de:	
Movimiento	La forma	El crecimiento	Educativo

Hombre	La dimensión	El ejercicio	Deportivo
Medida	La proporción	El rendimiento	Médico
	La composición	La nutrición	Social
	Desenvolvimiento		
	La función		

Tabla 1. Cineantropometría interrelación entre estructura y función.

Tomado, Ross (2006)¹⁴³

Por otra parte, en el ámbito de estudio de la Cineantropometría encontramos, según Martín y Drinkwater (1991), tres divisiones, todas ellas sustentadas en la toma de medidas antropométricas: una referida a la composición corporal, una segunda al somatotipo y una tercera a la proporcionalidad.

Estos tres aspectos, están sustentados en la toma de medidas antropométricas que deben estandarizarse. En la búsqueda de estandarizar las medidas y técnicas antropométricas surgen a partir de la década de los años sesenta organismos como la Internacional Biological Program (IBP) y diferentes publicaciones tipo manuales como el Anthropometric Standardization [Reference Manual 1968]. En España, las recomendaciones elaboradas por el Grupo Español de Cineantropometría (GREC) fueron publicadas a partir del 1989 en Archivos de Medicina del Deporte, y con posterioridad, en el año 1993, se publican con el título de “Manual de Cineantropometría”.

En España, según Aragonés, Casajús, Rodríguez y Cabañas (1993), el GREC se ajusta en lo referente a los puntos anatómicos a los descritos por William Ross (Ross, 1999), a las recomendaciones de la Internacional Working Group of Kinanthropometry, utilizándose como referente en su toma no el lado izquierdo como preconiza la escuela británica, sino el lado derecho como lo efectúan los autores de las escuelas canadiense y americana.

1.5.2.- La composición corporal

Desde los primeros estudios de la composición del cuerpo humano basados en las clásicas mediciones antropométricas y en los que Matiegka (1921) esboza los primeros intentos para apreciar los distintos componentes del peso corporal, el estudio de la composición corporal ha adquirido una gran importancia. Brozek (1961) consideró, en su momento, que para conocer a los componentes corporales se debía recurrir a:

- La Antropometría de “superficie”, que incluye: peso, talla, peso corporal relativo, espesor de pliegues cutáneos, circunferencias y diámetros de las extremidades corregidas por grasa subcutánea, así como diámetros óseos.

- La Roentgenogrametría, que contiene peso corporal, espesor de la piel más tejidos subcutáneos, grosor de la capa muscular de las extremidades, anchuras óseas e índice de mineralización ósea.

- La Fotogrametría, con mediciones lineales de superficie y apreciación de volúmenes.

- La Densimetría, con mediciones de peso y densidad corporal.

- La Hidrometría, con mediciones de peso corporal, agua corporal total y agua extracelular.

Sin lugar a dudas, el peso de los deportistas es la medida antropométrica más utilizada, pero por sí sólo poco puede aclarar de su composición corporal, y por ello el fraccionamiento del peso total en peso óseo, muscular, residual y de grasa permitirá una mejor aproximación a su composición corporal y, en consecuencia, seleccionar y orientar a los deportistas en la búsqueda de un máximo rendimiento. Al respecto, Astrand (1996), remarca que la mejor manera de determinar el peso ideal de cualquier deportista es a través de la composición corporal y del conocimiento de su peso graso, puesto que toda sobrecarga derivada de unos niveles elevados de adiposidad generará un esfuerzo adicional para determinada actividad física y/o deportiva.

Los conceptos básicos de los diferentes métodos de estudio de la composición corporal que mencionaremos con posterioridad se fundamentan, según Aragonés (2004)¹², en *“el principio de estado estable de la composición corporal en el mantenimiento del peso y homeostasis de fluidos, habiendo una relación constante o relativamente constante entre los componentes dentro del sujeto y entre diferentes sujetos”*.

En la actualidad, el instrumental, las técnicas de aplicación y la metodología para conocer e interpretar los datos referentes a la composición corporal están muy especializados, desde “[...] un amplio espectro de modelos, desde el modelo bicompartimental hasta el modelo multicompartimental”, en el que los componentes del cuerpo humano pueden ser estudiados desde “[...] cinco niveles: 1º atómico, 2º molecular, 3º celular, 4º tisular, y 5º cuerpo entero”, “[...] pudiendo agruparse las distintas técnicas de estudio en químicas, físicas y anatómicas” (Aragónés, 2004)¹⁴. Consideramos la agrupación en tres niveles, o métodos de Martín y Drinkwater (1991), la más consolidada: métodos directos, indirectos y doblemente indirectos; al respecto Porta, Galiano y Tejedo (1990) establecieron una clasificación de los métodos de valoración con sus consiguientes apartados.

Los métodos directos se sustentan en la disección de cadáveres, cuyos primeros estudios realizados por anatomistas alemanes en el siglo XIX y las aportaciones realizadas por Behnke (1888), Clarys, Drinkwater, Martin y Ross, entre los años 1979 y 1980, supusieron un gran avance en el conocimiento de la composición corporal.

Los métodos indirectos, por contraposición a los directos, se realizan con personas vivas y como su propia denominación así lo indica, utiliza indicadores diferentes para calcular cualquier parámetro.

Métodos indirectos de análisis de la composición corporal.

Los métodos indirectos de evaluación de la composición corporal, no realizan la manipulación de los tejidos que son analizados, por lo que se realiza un análisis de la composición corporal in vivo. Estos métodos son validados a partir del método directo o de la densitometría y posibilitan medir/estimar los tejidos corporales. A pesar de tener alta fiabilidad, los métodos indirectos son poco accesibles, limitados y con alto coste financiero. En esta revisión, serán abordados los métodos de la tomografía axial computarizada (TAC), resonancia magnética nuclear (RMN), absorciometría dual de rayos X (DXA) y la plestimografía, debido a que son utilizadas en la investigación y en los medios clínicos.

Métodos de evaluación de la composición corporal¹³⁶: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas.

Tomografía axial computarizada.

La TAC se basa en el uso de un escáner de emisión de rayos-X que traspasan al sujeto. Esta técnica fue la primera que se utilizó para determinar el área muscular de sección transversal (AST) y la grasa abdominal en 1979 y 1982 respectivamente. La intensidad de salida del rayo-X es monitorizada por una serie de detectores que codifican la señal para producir una imagen visual de 10 mm de grosor aproximadamente. Así pues, la transmisión de salida se utiliza para calcular el coeficiente de atenuación media a lo largo de la longitud del haz de rayos-X. Estos coeficientes se miden en unidades Hounsfield (UH). Junto con la RMN, la TAC es considerada el método más preciso para medir la cantidad y distribución del músculo y del tejido adiposo en el cuerpo. Así este método fue utilizado en estudios de Rantalainen et al, en niños y adultos jóvenes para medir los efectos de la actividad física, el sexo y la madurez en la sección transversal y distribución de material óseo del hueso de la tibia; de Friedenreich et al, en mujeres menopáusicas practicantes de ejercicio físico regular, para evaluar el tejido graso; y de Mueller et al, en un hombre muy mayor (más de 90 años de edad), corredor de maratón, para evaluar el tejido muscular y graso de sus piernas. Una de las mayores ventajas de esta técnica es que permite medir la grasa infiltrada en el músculo esquelético. Además, tiene gran precisión ($r^2=0,99$) y repetitividad (coeficiente de variación entre 1,2% y 4,3%), proporciona mayor información sobre los músculos, tejido adiposo y órganos que otros métodos como DXA o impedancia bioeléctrica. Las desventajas de este método tienen que ver con la exposición del paciente a una elevada dosis de radiación y el coste de este instrumento.

Resonancia Magnética Nuclear¹³².

La RMN es una técnica que puede proporcionar imágenes de los componentes corporales y la composición química de los tejidos. Así mismo, puede utilizarse para conocer la composición corporal total o de un área concreta. Esta técnica se basa en la interacción entre los núcleos atómicos del hidrógeno y los campos magnéticos generados y controlados por el dispositivo. Cuando un sujeto se coloca en el interior del imán de un aparato de RMN, los momentos magnéticos de los fotones tienden a alinearse con el campo del imán. Cuando un campo de radiofrecuencia pulsada se aplica a los tejidos del cuerpo, los protones del hidrógeno absorben la energía. Cuando la radiofrecuencia pulsada se apaga, los protones vuelven gradualmente a su estado anterior y liberan la energía absorbida en forma de otra señal de radio frecuencia pulsada que se utiliza para el desarrollo

de las imágenes de resonancia magnética. Para incrementar el contraste entre el tejido adiposo y el músculo esquelético, los sistemas de captación de datos de las resonancias magnéticas están programados para conocer la densidad de los protones específicos y los tiempos de relajación de los diferentes tejidos. La técnica de adquisición de datos spin-echo utiliza los tiempos de relajación T1 de tejido adiposo y músculo esquelético para proporcionar imágenes de alta calidad. De manera específica, el tiempo de relajación T1 para el tejido adiposo es mucho más rápido que para el músculo esquelético. Algunos ejemplos de estudios que utilizaron la RMN para evaluar la composición corporal son de Honda et al, en mujeres atletas de élite, en que los autores evaluaron el efecto del tipo de ejercicio (alto o bajo impacto) en la geometría de la tibia; de Osawa et al, en hombres saludables, en que fue evaluado el efecto del entrenamiento interválico de alta intensidad en el AST de los músculos del tronco y muslo, bien como en la masa libre de grasa sin hueso; y de Souza-Teixeira et al, en personas con esclerosis múltiple, para evaluar el efecto del entrenamiento de fuerza en la AST del cuádriceps. Las ventajas de este método son la validez para medir la grasa visceral y la capacidad de establecer inferencias sin someter al sujeto a las radiaciones de la TAC; su precisión es muy elevada, con un $r^2=0,99$ y un coeficiente de variación entre 2,1 y 6,5%; la consideración de este método como gold standard a la hora de medir la masa muscular o AST y a la hora de medir la cantidad y el volumen de tejido adiposos abdominal²⁰. Además, este método no emite radiación ionizante. Por otro lado, las posibles desventajas de este método son el elevado coste y la baja accesibilidad a esta técnica²⁰; la realización manual de las mediciones y la necesidad de mucho material clínico y la definición de diferentes depósitos de tejido adiposo, que depende de la configuración del escáner de RMN.

Absorciometría dual de rayos X¹³²

La DXA es un instrumento utilizado para medir diferentes parámetros de la composición corporal como la masa muscular, la masa grasa y la densidad mineral ósea (DMO), pudiéndose detectar posibles enfermedades. En un principio la DXA fue concebida para medir la DMO, con las mejoras tecnológicas fue ampliando sus posibilidades de medición, siendo considerada, actualmente, como el método de referencia en el estudio de la composición corporal en investigaciones clínicas. El procedimiento por el cual la DXA estima la composición corporal se establece a través de la atenuación de fotones. Cuando los fotones atraviesan los

tejidos de los sujetos son absorbidos o diseminados por el efecto fotoeléctrico y el efecto Compton.

El efecto Compton consiste en el aumento de la longitud de onda de un fotón de rayos X cuando choca con un electrón libre y pierde parte de su energía. La frecuencia o la longitud de onda de la radiación dispersada dependen de la dirección de la dispersión. En general el efecto de atenuación de fotones desciende al aumentar la energía del fotón. El estudio de la composición corporal con DXA asume que existen tres tipos de componentes en el cuerpo con base en las propiedades de atenuación de los rayos X: masa grasa, masa muscular y la masa mineral esquelética.

Los tejidos blandos por su alto contenido en agua y compuesto orgánico reducen de menor manera el flujo de fotones en comparación con el mineral del hueso y por ello, los píxeles que contienen hueso son mucho más fáciles de distinguir ^{9,23}. Así la DXA permite separar primeramente al cuerpo en dos componentes principales: el tejido óseo y el tejido blando, pudiendo separarse el tejido blando en masa grasa y masa magra, siendo un instrumento interesante para aquellas personas que tienen un mayor factor de riesgo de pérdida de masa muscular debido a enfermedades como la osteoporosis, cáncer o esclerosis múltiple. Osvaldo Costa Moreira, et al.

Este método fue utilizado por Beraldo et al, en pacientes con HIV, para validar ecuaciones de predicción de la composición corporal; por Kim et al, en adultos coreanos (mayores de 18 años), para probar la relación entre medidas antropométricas e índices de grasa corporal; por Lima et al, en mujeres obesas que utilizan Bypass gástrico, para evaluar el efecto de la pérdida de peso en la DMO y comparar los resultados medidos por ultrasonido con los medidos por la DXA; por de Kneigt et al, en recién nacidos, para evaluar la precisión de las medidas de la composición corporal; y por Rodriguez de Faria et al, en adolescentes con edad entre 10 y 19 años, para evaluar la masa grasa de los mismos y comparar las medidas de la DXA y la impedancia bioeléctrica. Como cualquier instrumento de medición, la DXA tiene asociadas ventajas y desventajas. Las posibles ventajas de este método tienen que ver con ser una técnica no invasiva, fácilmente aplicable y con una radiación muy pequeña ($<0,1 \mu\text{Gy}$) equiparable a la que se recibe durante un vuelo transoceánico o a un 10% de la sufrida en una radiografía de tórax, así como con un tiempo de aplicación muy reducido y que mide diferentes regiones

corporales, como masa grasa, masa muscular y DMO, por separado presenta menor coste con respecto a los métodos considerados gold standard como son la RMN y la TAC, está considerada como el nuevo gold standard para la medición de la composición corporal, ya que permite realizar mediciones de segmentos corporales en serie, posee una elevada precisión y fiabilidad ($r^2=0,996$) y baja variabilidad de medida (coeficiente de variación menor que 4%) en relación a otros métodos de referencia además, permite el diagnóstico y el seguimiento de la osteoporosis¹⁴; estima la grasa abdominal es capaz de cuantificar la masa grasa con un coeficiente de variación del 2%²⁰; y para la masa muscular de las extremidades inferiores tiene buenas correlaciones RMN y TAC³¹. Las desventajas de este método tienen que ver con el tamaño de la zona de exploración, ya que en un principio se desarrolló para determinados grupos de edad (mujeres ancianas) y para focalizar la determinación en algunas áreas corporales, así como la dificultad de medición en personas con una altura mayor de 190 cm y una anchura, incluyendo sus brazos, de más de 58 cm presenta posibles diferencias entre aparatos de diferentes fabricantes cuando se evalúa una muestra aún no proporciona una buena fiabilidad para ser considerada gold standard en personas con un peso inferior a 40 kg aún no presenta una precisión muy grande para para medir pequeños cambios de masa muscular, tras un periodo de entrenamiento es un aparato caro sus medidas de masa grasa pueden sufrir variabilidad por el estado de hidratación de una persona, aunque existan otros autores que niegan esta influencia del estado de hidratación debe ser utilizada con cuidado para medir la masa grasa en niños y las actualizaciones de los software utilizados por los aparatos suelen incluir nuevos algoritmos para calcular la composición corporal lo que puede afectar a los cálculos de las mediciones en los individuos.

Pletismografía¹³⁶

En la pletismografía por desplazamiento de aire se estima la composición corporal indirectamente a través del volumen de aire que desplaza dentro de una cámara cerrada. En este método, es utilizada la relación inversa entre presión y volumen, basada en la ley de Boyle para determinar el volumen corporal. Una vez que este volumen es determinado, es posible establecer la composición corporal por medio de los principios de la densitometría. Algunos trabajos de investigación utilizaron este método, como el estudio realizado por Harrod et al, en mujeres embarazadas y sus niños recién nacidos, para determinar la asociación entre el

tabaquismo durante el embarazo y las alteraciones en la masa grasa, masa muscular y antropometría en los primeros cinco meses de vida por Gianni et al, en niños en edad escolar, para determinar la influencia del nacimiento prematuro sobre la composición corporal de estos niños; por Bailey et al.⁴⁰, en mujeres universitarias de 18 a 25 años, para evaluar la relación entre el número de pasos diarios sobre la adiposidad; por ten Haaf y Weijs, en atletas adultos, para validar las ecuaciones de predicción de gasto energético en reposo existentes y desarrollar una nueva ecuación específica para atletas recreativos; y por Aguirre et al.⁴², en niños chilenos en edad prepuberal, para evaluar la validez de las estimaciones de la grasa corporal basada en mediciones los pliegues cutáneos y análisis de impedancia bioeléctrica en comparación con un modelo de tres componentes, teniendo en cuenta las posibles diferencias por sexo y estado nutricional. Las ventajas de este método son que posee una elevada precisión y fiabilidad de medida cuando es comparado con otros métodos, como por ejemplo el pesaje hidrostático ($r^2= 0,84-0,90$), es un método rápido (duración de la evaluación entre 3 y 5 minutos) y fácil de aplicar. Las desventajas tienen que ver con el mantenimiento de una temperatura constante para que la ley de Boyle pueda aplicarse y la presuposición de que la persona dentro del aparato respira normal durante las mediciones del volumen corporal en niños este método presenta una tendencia a sobreestimar la masa grasa en sujetos con mayor proporción de grasa corporal y subestimar en aquellos con menor proporción de grasa.

Métodos doblemente indirectos de análisis de la composición corporal

Los métodos doblemente indirectos de análisis de la composición corporal también son técnicas para medir la composición corporal in vivo y en general, fueron validados a partir de los métodos indirectos y por eso, presentan un margen de error muy grande, cuando son comparados con los métodos indirectos. Entretanto, en razón de los altos costes de los métodos indirectos y de la sofisticación metodológica, los métodos doblemente indirectos como la antropometría y la impedancia bioeléctrica ganan importancia debido a su sencillez, seguridad, facilidad de interpretación y bajas restricciones culturales. Además, estos métodos presentan mejor aplicación práctica y menor coste financiero, lo que permite su empleo en investigaciones y estudios epidemiológicos. A continuación, serán abordados los métodos de la antropometría que describimos y de la impedancia bioeléctrica.

Impedancia bioeléctrica

La impedancia bioeléctrica se utiliza para el cálculo del agua total del cuerpo, masa grasa y masa libre de grasa. Este método se basa en el principio de que la conductividad del agua del cuerpo varía en los diferentes compartimentos, así este método mide la impedancia a una pequeña corriente eléctrica aplicada a medida que pasa a través del cuerpo¹³⁶.

Métodos de evaluación de la composición corporal una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas La impedancia varía de acuerdo con el tejido que se está evaluando, siendo que la masa libre de grasa presenta una buena conductibilidad eléctrica por poseer elevada concentración de agua y electrólitos, mientras la masa grasa no es un buen conductor eléctrico, lo que permite decir que la impedancia es directamente proporcional a la cantidad de grasa corporal. Los valores de impedancia bioeléctrica se convierten en valores que reflejan el agua corporal total o líquido extracelular para posteriormente, a través de ecuaciones, conocer la masa muscular. La fiabilidad y precisión de este método puede sufrir influencia de varios factores como el tipo de instrumento, puntos de colocación de los electrodos, nivel de hidratación, alimentación, ciclo menstrual, temperatura del ambiente y la ecuación de predicción utilizada y en general es cercana a $r^2=0,84$ en comparación con la DXA. De esta manera, algunos cuidados deben ser observados antes de la realización de la impedancia bioeléctrica, para evitar la producción de errores, como no comer o beber cuatro horas antes de la prueba, no hacer ejercicios 12 horas antes, orinar 30 minutos antes, no ingerir alcohol 24 horas antes y no haber usado de diuréticos en los últimos siete días. Ejemplos de investigaciones que utilizaron este método de evaluación de la composición corporal son los estudios realizados por Madsen et al.⁴⁶, en hombres jóvenes saludables de la India, para verificar los efectos de un programa de ciclismo sobre la composición corporal de estos sujetos; por Saladino, en pacientes con disturbios alimentarios, para evaluar los cambios en la composición corporal de estos durante el tratamiento; por Camina-Martín et al, en hombres mayores con y sin demencia, para comparar la antropometría y la impedancia bioeléctrica y para verificar la relación entre la demencia y la composición corporal; y por Esco et al, en atletas universitarias del sexo femenino, para evaluar la fiabilidad de este método para medir la composición corporal en los distintos segmentos corporales. Las principales ventajas de este método son su carácter no invasivo, que el aparato

es relativamente barato, la evaluación presenta un bajo coste, es de fácil aplicación y es un método muy rápido. Entretanto, presenta desventajas como limitaciones de aplicación en pacientes que presentan retención de líquidos, edemas periféricos, problemas hidrostáticos o que haga uso de medicación diurética y en deportistas no es un método adecuado ya que tiene un error del 3% lo cual es demasiado grande como para dar las instrucciones adecuadas del deportista de su estado de salud. Además de esto, un ligero cambio en el lugar de los electrodos puede producir una variabilidad de un 2% de los resultados en diferentes días.

1.5.3.- El Somatotipo

1.5.3.1.- Consideraciones generales

El somatotipo es la descripción cuantificada de la configuración morfológica del individuo, en el momento de ser evaluado (“configuración morfológica actual o presente”).

En el somatotipo para Sheldon¹⁴⁶ y cols (1954), existen tres tipos:

Endomorfos. - La endomorfia es el primer componente. Nos indica un predominio del sistema vegetativo y tendencia a la obesidad (gordura relativa). Los endomorfos se caracterizan por la flacidez de su masa y bajo peso específico, razón por la cual flotan fácilmente en el agua. Generalmente son bajos, las piernas cortas en relación al cuerpo, tienen formas redondeadas, hay un mayor desarrollo del abdomen que del tórax y tienen poca definición muscular. Equivale a los pícnicos de la escuela alemana. Por tanto, no constituye una biotipología muy apta para la práctica de los deportes. Caracterizaría, más bien, el biotipo de un individuo sedentario adulto. Deportistas con este biotipo serían, por ejemplo, los luchadores de sumo, lucha canaria y halterofilistas.

Mesomorfos. - La mesomorfia caracteriza al segundo componente. Indica un predominio en la economía orgánica de los tejidos que proceden y/o derivan de la capa mesodérmica embrionaria: músculos, huesos y tejido conjuntivo. Por presentar una mayor masa músculo-esquelética, poseen mayor peso específico que los anteriores. Tienen aspecto de reloj de arena, tronco medio/ancho, caderas estrechas, estatura mediana en general, con la musculatura bien definida, medio nivel de grasa y predominio de la masa muscular. Equivale a los atléticos. Sería teóricamente, el somatotipo más adecuado para la práctica de los deportes. Ejemplo de ellos son los velocistas y culturistas.

Ectomorfos. - Es el tercer componente. Los tejidos que predominan son los derivados de la capa ectodérmica. Indica un predominio de formas lineales y frágiles, así como una mayor superficie en relación a la masa corporal, prevaleciendo, por tanto, las medidas longitudinales sobre las transversales. Tienen forma rectangular, bajas reservas de grasa, brazos y piernas largos y masa muscular poco desarrollada. El equilibrio entre peso y altura hace que las personas pertenecientes a este grupo posean mucha agilidad, adquiriendo un mayor desarrollo del sistema neurosensorial. Puede haber una tendencia a la postura encorvada. En estos individuos predomina la linealidad sobre la masa muscular (linealidad relativa). Corresponden a los sujetos longilíneos, asténicos o leptosómicos de otras escuelas y tienen un alto índice ponderal (relación entre estatura y raíz cúbica del peso). Como ejemplo están los saltadores de altura y los gimnastas.

Para cada uno de estos tres componentes, endomorfos, mesomorfos y ectomorfos, Sheldon y cols.¹⁴⁶ (1954) establecieron unos valores que definían la constitución de un individuo mediante tres cifras consecutivas, redondeándose los componentes a un decimal y la desviación estándar a dos decimales. Estas cifras oscilaban entre 1 y 7, limitando para la suma de todos ellos una franja que comprendía entre 9 y 12. Se trataba de valores extremos modificados con posterioridad para la endomorfía de 1 a 14, para la mesomorfía de 1 a 10 y para la ectomorfía de 0,5 a 9.

Es muy importante tener en cuenta que los componentes del somatotipo no son independientes ni intercambiables, a pesar de sus relaciones, y que una interpretación aislada de alguno de ellos alteraría el concepto de somatotipo y nos podría llevar a error.

Carter Sheldon y cols.³⁸ (1985) utilizaron para representar gráficamente el somatotipo la somatocarta o somatotipograma (un triángulo diseñado por Franz Reuleaux, ingeniero y matemático alemán (1829 – 1905), modificada por Carter y Heath en 1975, figura 2.

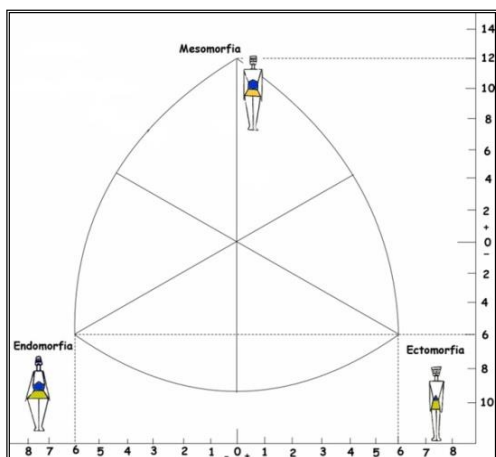


Figura 2. Somatocarta. Por gentileza del Dr. N. Marrero-Gordillo

Se puede clasificar a los individuos en los tres tipos distintos ya comentados, sabiendo que jamás encontraremos una persona que pertenezca a un biotipo "puro", y más durante el desarrollo y crecimiento, donde encontramos siempre el predominio de uno o más componentes. Los nadadores, por ejemplo, deben tener algo más de grasa, que otros deportistas, para ayudar en la flotabilidad y facilitar su desplazamiento. Esto se debe básicamente a que el crecimiento y desarrollo de las diferentes masas corporales está condicionado intrínseca y extrínsecamente, pudiéndose establecer diferencias importantes entre los distintos individuos del mismo sexo y la misma edad (Michels, 1996).

Es un conocimiento muy extendido el hecho de que no existe una correlación perfecta entre la edad cronológica, la maduración y la edad fisiológica o funcional. Sheldon¹⁴⁹ describe hasta 76 variaciones distintas dentro de su biomorfología en endomórficos, ectomórficos y mesomórficos (Sheldon y cols., 1954). Sin embargo, como hemos comentado anteriormente, no era una afirmación correcta que el somatotipo estaba determinado solamente por la carga genética y que no sufriría cambios en el transcurrir de la vida del individuo.

Desde la creación del método fotoscópico de Sheldon, basado en la toma de medidas en fotografías, diferentes estudios aportan nuevas modificaciones que lo enriquecen. Así, entre los diversos métodos cabe reseñar, según Esparza y Alvero (1993), los denominados:

-Hooton. Método que no sólo limita la suma de tres componentes en el rango original de los 9 a los 12 originales y que son derivados de una muestra de 4000 jóvenes, sino que los amplía a partir de estudios llevados a cabo principalmente con jóvenes de la marina de EEUU.

-Cureton. Método que, con respecto al anterior autor y siguientes, sitúa en el triángulo de Reuleaux donde se representa la ectomorfía y endomorfía en lados contrarios, concretamente a la izquierda y derecha respectivamente.

-Parnell. Método que denominó la “carta de derivación M4” y que modificó basándose en medidas antropométricas para niños de edades comprendidas entre los 7 y los 11 años.

-Método antropométrico de Heath-Carter (1967). Entre los años 1948 y 1953 Barbara Heath propicia la modificación del método fotoscópico de Sheldon incluyendo algunas medidas antropométricas en base a las propuestas de Hooton y Parnell. Posteriormente en 1964 y con la colaboración de J.E.L. Carter crea el conocido “método de Heath-Carter” (1967), hoy día en plena vigencia. Es el método más aceptado y utilizado para el estudio y análisis del somatotipo. Describiremos en detalle la metodología para la determinación del somatotipo (primer, segundo y tercer componente), la somatocarta, la clasificación de los somatotipos y el análisis del mismo posteriormente.

Es muy valiosa la información que aporta el somatotipo cuando es aplicado al estudio del crecimiento, la maduración, la composición corporal, la salud, las etnias, el género, etc., así como también son importantes las aplicaciones y utilidades del cálculo del mismo en la valoración del deportista.

Crecimiento y maduración. Entre los 6 y los 12 años se producen los mayores cambios en el somatotipo, tendiendo a estabilizarse con la edad. Durante la infancia y adolescencia algunos chicos/as se estabilizan en su somatotipo, pero sin embargo la mayoría varían mucho hasta que son adultos/as, edad en la que una gran parte de los cambios se relacionan con las influencias medio- ambientales.

De forma general los niños suelen ser menos endomórficos y más ectomórficos que las niñas. La mesomorfia tiende a disminuir en las niñas y se mantiene en los niños con valores superiores al de las niñas. Los niños presentan, respecto a los adultos, mayor ectomorfia y menor mesomorfia.

Los adolescentes alcanzan un modelo más endo-mesomórfico en la temprana madurez, mientras que las jóvenes tienen una mayor tendencia a la endomorfia en la adolescencia, apareciendo esta tendencia en el hombre al aproximarse a la edad adulta, aunque tanto hombres como mujeres tienden a una mayor endomorfia con la edad.

Se dan opiniones encontradas según los autores, sobre las características antropométricas requeridas para los diferentes deportes. Para unos se definen en los primeros años de la actividad física y otros hablan de la gran variabilidad del somatotipo del niño hasta que llega a ser adulto.

Los estudios de Tanner (1962) y muchos otros investigadores, han tratado de observar la posible relación entre el somatotipo y la aceleración o enlentecimiento de la maduración. Existen controversias entre los que creen que el somatotipo endomorfo es un madurador precoz. Sin embargo, existe una mayor coincidencia entre los que opinan que los ectomorfos, y más aún los ectomesomorfos, son individuos que presentan una maduración física más tardía.

Composición corporal. El cálculo del somatotipo y de la composición corporal se complementa, ya que, si uno es un método para valorar la morfología corporal, con el otro se puede valorar la cantidad de tejidos y de fluidos orgánicos. Muchos estudios muestran una alta relación de la endomorfia con el porcentaje graso y una baja-moderada relación del peso libre de grasa con la mesomorfia (Slaughter y Lohman, 1976). Si mediante el somatotipo es posible distinguir con facilidad la forma corporal, esto no es posible con composiciones corporales similares o parecidas.

Genero. Igualmente, en los estudios realizados, se pueden observar las diferencias debidas al sexo, detectando que tanto en la población deportiva como en la sedentaria aparece un dimorfismo sexual, existiendo una tendencia en el hombre hacia la mesomorfia y en la mujer hacia la endomorfia.

Deporte. Los conocimientos adquiridos a través del somatotipo pueden ser aplicados también al deporte con el fin de poder mejorar el rendimiento físico.

Así podemos estudiar:

a.- El somatotipo de un deportista comparándolo con el "ideal" o de referencia para su modalidad deportiva, aceptando que un deportista presenta mayor rendimiento cuanto más semejante es su configuración física a la del modelo de su deporte. En este sentido, existe un determinado somatotipo patrón para cada modalidad deportiva y este patrón es más restringido a medida que aumenta el nivel de la élite mundial. Como ejemplo presentamos las distintas modalidades en natación.

ESTILO	ENDOMORFIA	MESOMORFIA	ECTOMORFIA
LIBRE	2,2	4,7	2,9
BRAZA	2,2	5,3	2,8
ESPALDA	2,1	4,6	3,4
MARIPOSA	2,0	5,2	2,6
ESTILOS	1,9	5,3	2,7

Tabla 2. Somatotipo de campeones olímpicos natación. Traducido de De Garay, Levine y Carter (1974). "Genetic and Anthropological Studies of Olympic Athletes". N.Y. Academic. Press.

b.- Estudio del somatotipo de un deportista y comparación con una población determinada. Nos ayuda a conocer las diferencias morfológicas que existen y podremos analizar si son debidas a la práctica de un deporte determinado o se deben a otros factores.

c.- Comparación del somatotipo de poblaciones diferentes. Podremos conocer si existen diferencias morfológicas y si las hay, analizar si se deben al gesto deportivo específico de cada deporte, al tipo de entrenamiento, a las características ambientales, nutricionales y/o étnicas de cada población.

d.- Comparación del somatotipo del mismo deportista en diferentes momentos. El somatotipo de un deportista nos informa de su constitución física en ese momento y con estudios posteriores podremos controlar las modificaciones, bien sean debidas al entrenamiento, a cambios en la alimentación, por encontrarse en etapa de crecimiento o por cualquier otro motivo.

Determinadas observaciones sobre las características del somatotipo en relación con el deporte son las siguientes:

- Los deportistas son más mesomórficos y menos endomórficos que los sedentarios de la misma edad.

- Cuanto mayor es el nivel del deporte practicado, menores son las variaciones del somatotipo y su distribución.

- Los diferentes estudios de investigación afirman y confirman la presencia de somatotipos semejantes en cada deporte.

- El componente mesomórfico está relacionado con un mayor rendimiento deportivo y el componente endomórfico presenta una correlación negativa.

- El componente mesomórfico en los niños se relaciona positivamente con los test motores, el deporte competitivo y la capacidad de organizar su actividad física voluntariamente, características que los endomorfos tienen empobrecidas.

- Existe una ectomorfia mayor en deportes con grandes volúmenes de entrenamiento aeróbico y una mayor mesomorfia en deportes de contacto y combate. Así mismo, el somatotipo es más homogéneo en deportes individuales que en los de equipo, con la excepción del ciclismo y el tenis. Parece existir una tendencia al aumento de la mesomorfia, posiblemente debido a un aumento en la intensidad de los entrenamientos.

En este apartado ha de reseñarse que fue durante los Juegos Olímpicos de Invierno de St. Moritz y en los de verano de Ámsterdam en el año 1928, cuando Knoll y Buytendijk aplicaron por primera vez métodos antropométricos para el cálculo del somatotipo en deportistas de alto nivel. Posteriormente, en los de Londres, Cureton; en los de Helsinki, Correnti y Zaukli; en los de Roma, Tanner; en los de Tokio, Hirata.

Salud. Desde los estudios antropométricos se pueden orientar los efectos agudos o crónicos de regímenes dietéticos, ayudas ergogénicas y determinadas patologías.

Etnias. Los estudios antropométricos muestran las diferencias morfológicas que existen entre las diferentes razas humanas.

Biomecánica. En esta área podemos conocer la relación existente entre el gesto deportivo de un deporte determinado y las características morfológicas del deportista.

Educación física. El conocimiento de las características morfológicas del alumno/a, ayudará al profesor de Educación Física a establecer las bases para determinar el programa de actividad física más adecuado. Conocer las limitaciones permite situar el punto de partida para ver la progresión en el rendimiento físico, así como las expectativas posibles a alcanzar e igualmente se podrá orientar al alumno/a sobre el deporte más apropiado, basándonos en los datos objetivos que aportan los estudios antropométricos.

En la actualidad se considera al somatotipo como una etiqueta de identificación antropológica (Carter y Heath, 1990), factible de modificación por causas exógenas y el transcurrir del tiempo, usada para clasificar a ambos sexos de todas las edades, a los deportistas en función de la modalidad que practiquen, y concretamente, en el ámbito del rendimiento deportivo para evaluar, pronosticar y adecuar las cargas de trabajo a un somatotipo referencial determinado. El método de Heath-Carter es el más utilizado en la actualidad y “[...] considerado como el estudio de la complejidad física basada en el concepto de forma, o la conformación exterior de la composición corporal al margen del tamaño” (Aragonés, 2004¹²).

El somatotipo es la configuración exterior de la composición corporal.

Los valores referidos con anterioridad a los tres componentes: endomorfo, mesomorfo y ectomorfo, permitieron a Sheldon representar gráficamente el somatotipo; para ello utilizó un triángulo (Somatocarta o Somatotipograma) diseñado por el ingeniero y matemático alemán Franz Reuleaux (1829-1905) (fig. 2), creando en 1967 el “método de Heath-Carter”, que modificaron más tarde en el año 1975.

1.5.3.2.- La somatocarta

La somatocarta es un triángulo utilizado para realizar la representación gráfica de los valores del somatotipo. Fue diseñado por Reuleaux, pero introducido por Sheldon (1987), y tiene las características propuestas por Carter (1975). Ver fig. 2.

En las características de la somatocarta o somatograma de Carter (1975) en su publicación “*The Heath-Carter Somatotype Method*”, describe un triángulo equilátero, de lados curvos que corresponden a arcos de circunferencia con centros en sus vértices; dividido por tres ejes (eje de endomorfía, eje de mesomorfía y eje de ectomorfía), que se cruzan en un punto central y formando ángulos de 120° entre sí. Cada uno de sus ejes representa un componente, con el componente endomorfo situado a la izquierda, el componente mesomorfo en la parte superior y el componente ectomorfo a la derecha.

Cada somatotipo se caracteriza (Esparza y Alvero, 1993) por encontrarse localizado en tan sólo un punto del gráfico en los extremos del triángulo, denominado somatopunto. En el vértice de la izquierda (endomorfo), se localiza el

somatopunto 7 - 1 - 1; en el vértice superior (mesomorfo), se halla el punto 1 - 7 - 1; y en el vértice de la derecha (ectomorfo), se encuentra el somatopunto 1 - 1 - 7.

En el exterior del triángulo citado se trazan dos coordenadas X e Y. Tanto la abcisa como la ordenada poseen escalas diferentes con respecto a la amplitud de cada unidad, Y es igual a X por la raíz cuadrada de tres por cada unidad en la escala. El punto central del triángulo se localiza donde se cruzan los tres ejes, con el cero en ambas coordenadas; los valores de la coordenada

Y oscilan desde +16 a -16, y los de la coordenada X desde +9 a -9.

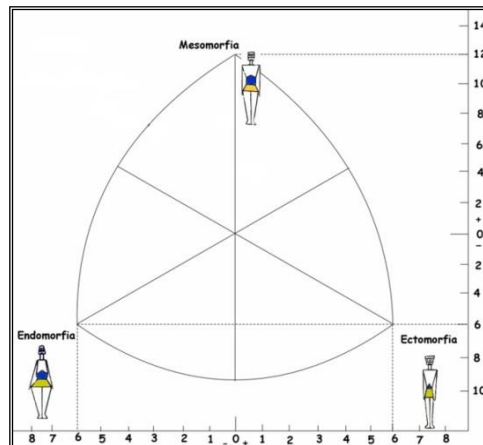


Figura 2. Somatocarta. Por gentileza del Dr. N. Marrero-Gordillo

Al respecto, los vértices del triángulo de Reuleaux se corresponden con las siguientes coordenadas:

- El vértice de la endomorfía de las coordenadas $X = -6$ e $Y = -6$ se encuentra situado en el vértice del lado izquierdo.

- El vértice de la mesomorfía de las coordenadas $X = 0$ e $Y = +12$ se localiza en el vértice superior.

- El vértice de la ectomorfía de las coordenadas $X = +6$ e $Y = -6$ se halla en el vértice del lado derecho.

La obtención de las coordenadas X e Y resulta imprescindible para realizar la representación gráfica del somatotipo, consiguiéndose éstas a partir de cifras de endomorfía, mesomorfía y ectomorfía, y aplicándose las siguientes ecuaciones:

$X = III - I$
$Y = 2II - (III + I)$

Siendo: I el componente endomorfo
 II el componente mesomorfo
 III el componente ectomorfo

Habida cuenta del predominio de los diferentes componentes anteriormente referidos: endo-meso-ecto, Canda y Esparza (1999) refieren 13 categorías de somatotipo diferentes, las cuales pueden apreciarse dentro de la somatocarta figura 3 y se agrupan en cuatro bloques:

- Cuando un componente es el dominante y los otros dos restantes no se diferencian en más de media unidad, se denomina somatotipo balanceado, y se diferencian tres somatotipos: endomorfía balanceada, mesomorfía balanceada y ectomorfía balanceada.

- Cuando dos componentes predominan por igual respecto a un tercero, existirán tres posibles categorías denominadas: mesomorfía-endomorfía, mesomorfía-ectomorfía y ectomorfía-endomorfía.

- Cuando existe un componente dominante y, de los dos restantes, uno predomina respecto al otro, se delimitarán seis posibles categorías que se mencionarán nombrando primero, de forma abreviada, el segundo componente en dominancia, y posteriormente, de forma completa, el de mayor dominancia: meso-endomórfico, endo-mesomórfico, ecto-mesomórfico, meso-ectomórfico, endo-ectomórfico y ecto-endomórfico.

- Por último, se describe el somatotipo central, que se da cuando los componentes tienen un valor igual o menor a 4, y ninguno predomina sobre el otro al no existir diferencias inferiores a la unidad.

Para comparar somatotipos entre sí y conocer si existen diferencias, se utiliza la denominada "distancia de dispersión del somatotipo" (SDD) y Hebbelinck estableció que esa distancia es estadísticamente significativa (p menor 0.005) cuando la SDD es menor o igual a 2.

$$SDD = \sqrt{[3(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2]}$$

Siendo:

X1 e Y1 las coordenadas del somatotipo estudiado

X2 e Y2 las coordenadas del somatotipo de referencia

La raíz cuadrada de tres es la constante que transforma unidades X en unidades Y.

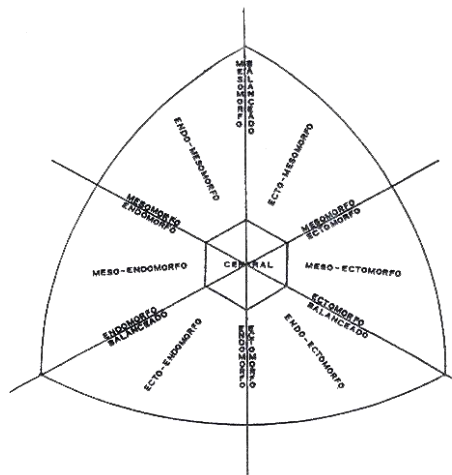


Fig. 3. Clasificación de los somatotipos. Tomada del manual de Cineantropometria (1993) Tomada del manual de cineantropometria Dr. Esparza.

1.5.4.- La proporcionalidad corporal

Otro ámbito de actuación de la cineantropometría es el de la proporcionalidad, o “[...] estudio de las proporciones corporales, o relación que se establece entre las distintas partes del cuerpo humano” (Pacheco, 1993).

El estudio de la proporcionalidad de las dimensiones corporales y la relación entre los diferentes segmentos ha sido considerado siempre de gran importancia, no sólo para un mejor conocimiento de la constitución del individuo en general, sino para entender la mayor o menor adecuación a una modalidad deportiva concreta y comparar. Han sido muchos los intentos por establecer marcos de referencia con los que poder comparar, sirva como el más ilustrativo el de Alberto Durero (1471 - 1528), quien refería que el cuerpo humano debía tener la longitud de siete cabezas.

En todas las tentativas realizadas con posterioridad a la de Durero, con mayor o menor rigor científico, la búsqueda de un prototipo estandarizado ha sido el eje conductor. La comparación no sólo para estudios de crecimiento y maduración, sino para practicantes de modalidades físico-deportivas afines y/o diferentes.

En el estudio de la proporcionalidad corporal, las formas más utilizadas, como veremos a continuación, son las basadas en el análisis según el método Phantom (Pacheco, 1993) y en los índices corporales.

1.5.4.1.- El método Phantom

Para el análisis de la proporcionalidad corporal, el método Phantom fue propuesto por Ross y Wilson (1974). Consiste en un modelo humano unisexual referencial teórico, con características antropométricas específicas como la estatura (170,18 cm), el peso (64,58 kg), porcentaje de grasa corporal (18,87%)..., que obtenido por los datos de una gran muestra de varones y mujeres permitiese comparar con los datos obtenidos. Dicho método se planteó en sus orígenes para analizar las diferencias en la proporción de un individuo, para comparar varios individuos, o grupos de ellos, y para evaluar los cambios de proporción que se producen durante el crecimiento.

Para la elaboración de los parámetros del modelo Phantom se utilizaron los siguientes puntos de referencia (Ross, 1985):

- Modelo metafórico y unisexual que permitiese la comparación intra e intersexual.

- Todas las variables del Phantom son unimodales y el valor Z es igual a 0,0 como media.

- La estatura es la variable que se utiliza preferentemente como referencia de proporcionalidad.

- Para el estudio de la composición corporal se toma como valor referencial teórico un 18,78% de grasa corporal.

- Todas las medidas están reducidas a la misma escala geométrica.

El método Phantom consiste en la transformación de las variables originales en puntuaciones Z, según la fórmula siguiente:

$$Z = \frac{1}{s} \left[v \left(\frac{170,18}{E} \right)^d - p \right]$$

Donde:

- Z, es el valor de la variable transformada en el Modelo Phantom.

- S, es la desviación estándar que propone el modelo para la variable estudiada.

- V, es el valor obtenido de la variable estudiada.

- E es el valor obtenido para estatura

- 170.18 es una constante de proporcionalidad para la estatura en el modelo Phantom.

- d es el exponente dimensional que permite la alineación de las variables: 1 para longitudes, diámetros, perímetros y pliegues de grasa; 2 para las superficies corporales o áreas transversales; y 3 el peso y otros volúmenes corporales.

La puntuación Z es, por tanto, una medida de dispersión indicadora de una proporción en la que, si el resultado es positivo o negativo, especifica una proporción mayor o menor para la variable estudiada y siempre respecto a la estatura, que es la variable de referencia. El resultado suele representarse gráficamente de forma comparativa con Z exclusivamente, o con Z y otro índice.

1.5.4.2. Los índices corporales

Los índices corporales se representaban en sus inicios como porcentajes de dos medidas, aunque posteriormente se recomendó calcularlos con referencia a la estatura. La singularidad de muchos de ellos es que relacionan unidades diferentes, por ejemplo, peso en kilogramos con estatura en centímetros.

En la actualidad, los índices más utilizados en el ámbito deportivo son los de la robustez, los de las extremidades y los del tronco (Pacheco, 1993).

Respecto a los del tronco, los más utilizados son: el córmico, que relaciona porcentualmente la talla sentado con la estatura; el esquelético, que representa la relación porcentual del cociente de la estatura, menos la talla sentado; el acromio-ilíaco, que se refiere a la anchura porcentual relativa del diámetro bicrestal respecto al biacromial; y la envergadura relativa, resultante porcentual entre la envergadura y la estatura.

Los Índices de las extremidades, por otra parte, resultan de relacionar segmentos o partes de las extremidades entre ellas y la estatura, estos son los casos de la longitud relativa de la extremidad superior e inferior, o entre extremidades: intermembral, correspondiente a la relación porcentual entre la longitud de la extremidad superior y la inferior; braquial, que corresponde a la relación porcentual entre el antebrazo (radiale-styilion) y el brazo (acromiale-radiale); y crural, resultante porcentual entre la longitud de la pierna (tibiale-laterale) y la del muslo (trochanterion-tibiale laterale).

Otros índices ponderales utilizados y objeto de valoración en este estudio:

1.5.4.2.1.- El índice ponderal (IP).

Relaciona la estatura en centímetros con la raíz cúbica del peso en kilogramos y se denomina recíproco debido a que su fórmula es la inversa a la del Índice de Livi (Pacheco, 1993)¹³⁵. Su valor medio aproximado es de 43 y oscilatorio entre 38 y 45, umbrales de gran y poca robustez, respectivamente.

1.5.4.2.2.- El índice de Bouchard (IB).

Relaciona directamente el peso en kilogramos con la estatura en centímetros. Apenas se usa (Pacheco, 1993)¹³¹.

1.5.4.2.3.- El índice de masa corporal (IMC).

También denominado Índice de Quetelet, o Body Mass Index (BMI); según Porta, Galiano, Tejedo y González (1993), relaciona el peso en kg con el cuadrado de la estatura en metros. Sus valores en adultos se sitúan entre 19 y 25 en poblaciones normales. Según los referidos autores, la limitación del indicador resultante estriba en que los valores que excedan a los no deseables, generalmente superiores a 25, se relacionan con grasa, no teniendo en consideración que puede ser debido a una gran masa muscular, estandarizándose su uso como indicador indirecto de adiposidad.

En la tabla 3, se clasifican, cuantitativa y cualitativamente los niveles de IMC según la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO, 2000).

Bajo Peso	Normo Peso	Sobrepeso	Obesidad tipo I	Obesidad tipo II	Obesidad tipo II
-20	20 - 24,9	25 - 29,9	30 – 34,9	35 – 39,9	+ 40

Tabla 3. Clasificación del IMC (Kg/m²). SEEDO¹⁴⁶ (1954)

1.5.5. Medidas antropométricas

1.5.5.1. Protocolo

Para realizar las valoraciones y análisis descritos es preciso tener protocolos y normas para la toma de las medidas⁷¹.

Las normas generales para los estudios basados en medidas antropométricas han sido contrastadas ampliamente por muchos autores, recogándose a continuación las recomendadas por los miembros del Comité de la Conferencia Airlie (Lohman, Roche y Martorell, 1988). Para ello, las normas o recomendaciones se referirán al lugar de exploración, al antropometrista, al sujeto objeto de la exploración, a las medidas, a la ficha de recogida de datos y al material antropométrico⁷¹.

El lugar de exploración será una habitación amplia, cómoda y con una temperatura confortable que permita un desenvolvimiento adecuado del antropometrista, del sujeto que se ha de medir, así como de la manipulación del material.

El antropometrista deberá informar con antelación al sujeto del objeto del estudio de que permanezca quieto durante las mediciones, manipulando preferentemente con la mano derecha, aplicando el instrumental con suavidad y guardando en todo momento una distancia respetuosa con el estudiado.

El sujeto objeto de la exploración estará descalzo y a ser posible con pantalón corto o bañador de dos piezas, situándose de modo adecuado y adoptando la posición que se le indique.

Para la realización de las marcas y toma de las medidas antropométricas se seguirá una secuencia descendente e idéntico orden para todos los sujetos motivo del estudio, situando el material antropométrico lo más cercano y accesible a tenor de la rutina establecida con anterioridad, considerando que se realizarán siempre en el lado derecho. La secuencia de las medidas se repetirá en dos ocasiones y se realizará una tercera medida si existe una diferencia entre ellas de más del 5% para los pliegues y más del 1% para el resto de las medidas. Se registrará la media, si se hacen dos medidas y si se hacen tres medidas, se registrará la mediana. Se deberán marcar con anterioridad, con un lápiz dermatográfico, los puntos y referencias. La ficha de recogida de datos deberá constar de apartados referidos a datos generales de identificación del sujeto y de las características que rodean la práctica físico-deportiva que realiza habitualmente, en este caso béisbol. En consecuencia, será imprescindible contar con un anotador que recoja los datos con claridad y precisión.

1.5.5.2. La postura anatómica, los planos-ejes corporales y los puntos anatómicos

Los puntos anatómicos constituyen en la toma de las medidas antropométricas el elemento básico para aplicar con rigor el método seleccionado, tanto para el cálculo de la composición corporal, como de la proporcionalidad y del propio somatotipo⁷¹.

En la postura anatómica o de partida, el individuo motivo de estudio se encuentra erecto, con la cabeza y los ojos mirando al frente, con las extremidades superiores suspendidas a lo largo del cuerpo, con las manos extendidas, los dedos dirigidos hacia abajo con los pulgares alejados del cuerpo y las palmas hacia

adelante, con los talones juntos formando un ángulo de 45° y los dedos dirigidos hacia el frente (Basmajian, 1982).

Todas las descripciones antropométricas se referirán siempre a la postura anatómica descrita, constituyendo la posición cero o de referencia para las definiciones y descripciones de los tres planos y tres ejes corporales. A partir de esta posición, se describen todos los movimientos articulares desde tres ejes o planos: plano antero-posterior o sagital, plano frontal o coronal y plano transversal.

Con la consideración de los tres planos anteriormente reseñados: sagital, coronal y transversal, su intersección forma a su vez tres ejes: lateral, longitudinal y sagital.

Por otra parte, los puntos anatómicos de referencia deberán ser identificados con gran exactitud; la secuencia general y técnica para su localización será la siguiente:

1. Localización inicial del punto anatómico con el pulpejo de un dedo.
2. Relocalización del punto, liberando la presión inicial sobre la piel y localizándolo de nuevo con la uña de otro dedo.
3. Marcado del punto localizado con lápiz dermatográfico.
4. Chequeo, consistente en confirmar que el punto ha sido señalado correctamente⁷³.

La secuencia general expuesta se realizará en los puntos anatómicos de la cabeza, el tronco, el miembro superior y el miembro inferior, detallándose a continuación no los puntos más utilizados, sino los que serán objeto de este estudio una vez se haya especificado el correspondiente método para determinar el somatotipo del jugador de béisbol de nivel europeo

Los puntos anatómicos que se concretan para la cabeza son: el punto superior de ésta o vértex, situado en el plano medio-sagital, con la cabeza en el plano de Frankfort, que se establece cuando una línea imaginaria que pasa por el borde inferior de la órbita "O" (orbitale) y se une con el punto más alto del conducto auditivo externo "T" (tragion) es paralela al suelo y en ángulo recto con el eje longitudinal del cuerpo; la glabella (glabella); y el mentoniano (gnathion).

Los puntos anatómicos más utilizados para el tronco son: el umbilical (omphalion) o punto localizado en la cicatriz umbilical, en su punto medio; el

epigástrico (epigastrale), ubicado en la parte anterior del tronco, concretamente en la intersección del plano medio-sagital y transversal, a nivel del punto inferior de la décima costilla; el mamilar (thelion), situado en el pezón mamario; el supraesternal (supraesternale); el mesoesternal (mesoesternale); el pubiano (symphysision o pubicus); el cervical (cervicale); y el glúteo (gluteale).

Respecto a los puntos anatómicos del miembro superior, los más utilizados son: el estiloideo (stylium), o punto más distal de la apófisis estiloidea del radio; el acromial (acromiale); el radial (radiale); el dedal (dactylium); el metacarpiano radial (metacarpale radiale); y el metacarpiano cubital (metacarpale ulnare).

Los puntos anatómicos del miembro inferior más utilizados son: el ileocrestal (ileocrestale), o punto más lateral de la cresta ilíaca; el ileoespinal (ileoespinale), situado en la espina ilíaca anterosuperior, no en la superficie más frontal, sino en su extremo inferior; el trocántereo (trochanterion); el tibial lateral (tibiale laterale); el tibial medial (tibiale mediale); el maleolar tibial; el maleolar peroneal; el calcáneo (pternion); el anterior del pie (akropodion); el metatarsiano tibial (metatarsale); y el metatarsiano peroneal (metatarsale fibulare).

Aragónés, Casajús, Rodríguez y Cabañas¹³ (1993) también resaltan estas otras referencias de puntos anatómicos: punto medio acromio-radial de la línea horizontal perpendicular al eje principal del húmero; punto medio biestiloideo, localizado en la distancia media de la estiloides radial a la cubital; y punto medio trocántereo tibial, situado en el medio del punto trocántereo y tibial lateral.

1.5.5.3. Las medidas antropométricas

En el apartado anterior se abordó todo lo relativo a la postura anatómica, también denominada en cineantropometría como la “posición de atención antropométrica” o “posición estándar erecta”, así como los tres planos y ejes corporales y la concreción de los puntos anatómicos más utilizados de la cabeza, el tronco, el miembro superior y el miembro inferior. Seguidamente, continuaremos profundizando sobre cómo se agrupan las mediciones cineantropométricas antes referidas siguiendo las recomendaciones de la ISAK.

Las medidas pueden ser clasificadas en lineales, de superficie y de masa.

Las lineales son divididas según los planos y los ejes en los que se encuentran, y se clasifican en longitudinales, transversales, antero-posteriores y circunferenciales.

Las medidas lineales longitudinales se realizan en sentido vertical y reciben el nombre de alturas, siendo la distancia que hay entre un punto anatómico y el plano de sustentación. Éste es el caso de: la altura del tronco, o distancia desde el punto ileoespinal; la altura total, talla o distancia en centímetros entre el vértex y las plantas de los pies del estudiado; la envergadura, considerada como la mayor distancia entre los puntos del dedo medio de la mano derecha y el de la izquierda, medida en cm; la talla sentado, o distancia entre el vértex y el plano de sustentación del estudiado en cm, etc. Además, las diferentes alturas que podemos medir desde un punto anatómico determinado: acromial, radial, estiloideo; las distancias desde un punto anatómico a otro: longitud hombro-codo, antebrazo, longitud tibia.

Por otra parte, las medidas lineales transversales o diámetros se realizan en sentido horizontal y hacen referencia a la distancia en cm tomada en proyección, con el antropómetro o compás para grandes diámetros y el paquímetro para los pequeños, entre dos puntos anatómicos. Los principales diámetros antropométricos y los puntos de referencia para el cálculo de las distancias son: el biacromial, del acromial derecho al izquierdo; el transversal del tórax, de los puntos más laterales del tórax a nivel de la cuarta costilla; el antero-posterior del tórax, desde el mesoesternal y el proceso espinoso de la columna vertebral, situado a ese mismo nivel; el biileocrestal, entre los puntos iliocrestal derecho e izquierdo; el biepicondíleo del fémur, del cóndilo lateral y medial del fémur; el bimaleolar, entre los maléolos lateral y medial; la longitud del pie, entre los puntos anatómicos anterior (akropodion) y posterior del pie (pternion); el bideltoideo, distancia entre los músculos deltoides derecho e izquierdo, entre sus puntos más prominentes; el bitrocantéreo, desde el punto trocanteriano derecho al izquierdo; el biepicondíleo del húmero, distancia entre el epicóndilo y la epitroclea, que son el cóndilo lateral y medial del húmero respectivamente; el biestiloideo, o distancia entre el apófisis estiloideo del radio y la del cúbito; y el transversal de la mano, o distancia entre el punto metacarpiano lateral y medial.

Respecto a las medidas lineales circunferenciales o perímetros, éstas se caracterizan por ser realizadas circunferencialmente en la posición de atención antropométrica y como instrumental se utiliza una cinta métrica antropométrica

flexible e inextensible. Los principales perímetros utilizados son los siguientes: el cefálico, o máximo perímetro desde la cinta situada por encima de la glabella o punto medio entre las cejas; el del cuello, o perímetro del cuello tomado por encima de la nuez de Adán o prominencia laríngea; el mesoesternal o pecho, que es la medida de la circunferencia que rodea el tórax a nivel de la cuarta articulación condroesternal; la cintura, o abdominal 1, que se localiza donde la circunferencia del abdomen es menor y se corresponde, aproximadamente, con el punto medio de la distancia entre el borde de la 10ª costilla y la cresta ilíaca; el umbilical o abdominal, o medida de la circunferencia que pasa por el ombligo; la cadera o perímetro pélvico, que se corresponde con el perímetro en el nivel mayor de la circunferencia glútea; el muslo, o perímetro del muslo tomado un centímetro del pliegue glúteo; el perímetro de la pierna, medido a nivel de la máxima circunferencia de la pierna; el tobillo, o medida de la menor circunferencia del tobillo por encima de los maléolos lateral y medio; el brazo relajado, que pasa por el punto medio de la distancia acromio-radial; el brazo contraído, o máximo del brazo contraído voluntariamente; el antebrazo, o perímetro máximo del antebrazo; la muñeca, o perímetro distal de la muñeca coincidiendo con la mínima circunferencia del antebrazo; y el puño, o circunferencia tomada distalmente a la apófisis estiloides del radio y el cúbito.

Las medidas de superficie sólo se utilizan en la evaluación de la superficie corporal, con la clásica ecuación de Du Bois y Du Bois (1916) y que usada en el área de la fisiología se relaciona con el metabolismo basal.

Los pliegues cutáneos, aunque se consideran lineales, al seguir el eje transversal y ocasionalmente un oblicuo, tienen una serie de consideraciones que permiten calcular el espesor de una doble capa de la piel y del tejido adiposo subcutáneo, utilizándose diferentes técnicas o instrumentos, como es el caso del compás de pliegue cutáneo, que enumera en milímetros. Según diferentes medidas y fórmulas, el método de pliegues cutáneos permite calcular tanto la densidad corporal total como el porcentaje de grasa corporal.

La técnica del pliegue cutáneo utiliza un compás o plicómetro que se aplica perpendicularmente al pliegue, que se mide una vez tomada esa zona con los dedos índice y pulgar de la mano izquierda, determinándose el espesor del pliegue de la piel, pero evitando siempre incluir el músculo.

Los pliegues cutáneos principales son los que siguen: tríceps, subescapular, bíceps, cresta iliaca, supraespinal, abdominal, muslo anterior y pantorrilla o pierna medial. Por otra parte, el componente de masa se refiere al peso en kilogramos del individuo objeto del estudio.

Para concluir, ha de reseñarse que el método antropométrico resulta engañosamente sencillo, por lo que para determinar la calidad en las medidas es fundamental concretar tanto su precisión como su fiabilidad. La precisión o “error intra-evaluador” nos indicará la consistencia de la medida realizada por el propio observador, mientras que la fiabilidad o “error inter-evaluador” mostrará la capacidad de coincidencia de la medida observada con la realizada por un experto. Para valorar la calidad de la medida se utiliza el Error Técnico de Medida (ETM).

Podemos calcular este error técnico según la fórmula descrita:

$$\text{ETM} = (\sum d^2 / 2n)^{0.5}$$
$$\% \text{ETM} = 100 (\text{ETM} / \text{media de la medida})$$

Dónde:

d: Es la diferencia entre las variables.

n: Es el número de variables.

1.5.5.4. Instrumentos y material antropométrico

Para Aragonés, Casajús, Rodríguez y Cabañas¹³ (1993) y Canda y Esparza²⁸ (1999) deberán reunir unas características mínimas: sencillez en el manejo, precisión y homologación. Los instrumentos utilizados son los siguientes:

- Báscula de precisión mínima de (100 gr) para obtener el peso corporal.
- Tallímetro de precisión de 1 mm. Es recomendable que esté independiente de la báscula para evitar el error de pequeño desplazamiento de la báscula al subirse en ella. Se sitúa sobre un plano vertical que permita con un cursor deslizante determinar con exactitud la talla en bipedestación o la distancia entre el vértex y el plano de sustentación. El sujeto estará descalzo.
- Cinta antropométrica de precisión de 1 mm. Debe ser flexible, no elástica, metálica, de una anchura no inferior a 7 mm, con un espacio sin graduar antes del

cero y con escala de fácil lectura. Ésta se utiliza para medir los perímetros y para localizar un punto medio entre dos referencias anatómicas.

- Antropómetro de precisión de 1 mm. Está constituido por una escala métrica con dos ramas rectas o curvas con olivas, (una fija y otra que se desplaza), y se utiliza para medir alturas, longitudes y grandes diámetros.

- Paquímetro de precisión de 1 mm. También se denomina calibre de pequeños diámetros. Su estructura es la de un compás de corredera graduado, de profundidad en sus ramas de 50 mm y con capacidad de medida de 0 a 250 mm.

- Plicómetro o compás de pliegues cutáneos de precisión de 0,2 mm, con una presión constante (10 g/mm^2) en sus ramas en cualquier nivel de apertura. Se utiliza para medir el pánículo adiposo.

- Lápiz dermatográfico de color llamativo para señalar los puntos anatómicos y referencias antropométricas.

Así mismo resulta imprescindible disponer de material auxiliar: un banco de madera de altura regulable y de altura conocida para medir altura sentado y facilitar la toma de determinadas medidas; pesos y escalas métricas para calibrar y comprobar la exactitud de los aparatos; un programa informático para el posterior tratamiento de los datos, preferiblemente un programa específico de cineantropometría, y una plataforma utilizable como base de sustentación.

II – JUSTIFICACIÓN

II - JUSTIFICACIÓN

El interés del estudio antropométrico dentro del campo de la Medicina del Deporte, se debe a la frecuente asociación entre unas determinadas características morfológicas y el rendimiento deportivo. Desde la perspectiva del entrenamiento deportivo y más concretamente desde la preparación física se facilita, a partir de una valoración inicial y continua de las variables físicas corporales, una mejor comprensión del movimiento humano en relación con la actividad física y deportiva y, en consecuencia, la adecuación de las variables que rigen el entrenamiento deportivo para optimizar el rendimiento físico-deportivo.

Todo esto justifica la necesidad de etiquetar al béisbol desde el punto de vista antropométrico para tener parámetros de gran utilidad en el rendimiento deportivo y su control.

Se hará un estudio de la composición corporal que nos permitirá ajustar la intensidad del entrenamiento en base a los objetivos establecidos y con los estudios del somatotipo nos permitirá utilizar los datos obtenidos para:

- Comparar con el ideal o el de referencia de la disciplina deportiva a la que pertenece.
- Estudiar el somatotipo de un deportista y compararlo con una población determinada.
- Comparar el somatotipo de poblaciones de deportistas de disciplinas diferentes.
- Comparar el somatotipo del deportista en diferentes momentos.

III - OBJETIVOS

III - OBJETIVOS

3. OBJETIVOS

Este trabajo pretende determinar la relación entre resaltar la importancia y correlación de los indicadores antropométricos con el rendimiento deportivo, para determinar su relación y evolución y así establecer parámetros antropométricos para el béisbol estandarizados para esta modalidad deportiva, tal y como ya se encuentran determinados para el resto de los diferentes deportes.

En base a este planteamiento los objetivos planteados fueron los siguientes:

3.1.- Objetivo general:

Establecer una base de datos antropométricos de los jugadores de béisbol, tanto a nivel global como según el puesto ocupado en el campo que sirva de referencia para entrenadores, médicos y traumatólogos del deporte.

3.2.- Objetivos específicos

1. Establecer el somatotipo de referencia del jugador de béisbol de nivel europeo.
2. Determinar la composición corporal de los jugadores globalmente y por posiciones en el terreno de juego.
3. Determinar los índices de masa corporal (IMC).

IV - MATERIAL Y MÉTODO

4.- MATERIAL Y MÉTODO

4.1.- La muestra

La población objeto del presente estudio fueron los jugadores de béisbol de la División de Honor española en la temporada 2006-2007. De los trescientos veinticuatro jugadores totales registrados en la liga española de División de Honor se estudiaron doscientos diecisiete (66,97% de la población total) (media de edad: $23,87 \pm 5,32$ años). Los criterios de inclusión fueron: a) ser de raza caucásica, b) haber practicado béisbol de forma consecutiva durante al menos 8 años, c) tener ficha federativa en la División de Honor española de béisbol en la temporada 2006/2007, d) tener cumplidos los 18 años, e) entrenar y competir con regularidad en el momento del estudio, y f) no haber sufrido lesiones en los tres meses previos al estudio.

Los jugadores fueron clasificados según su posición en el terreno de juego en *pitcher*, *catcher*, primera base, segunda base, tercera base, campocorto, jardinero izquierdo, jardinero central y jardinero derecho.

A todos los jugadores se les realizó una valoración antropométrica. Las variables analizadas fueron dos medidas básicas (peso y talla), siete pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, bíceps, supraespinal, abdominal, muslo y pierna), dos perímetros (brazo contraído y pierna) y tres diámetros (bicondíleo, biepicondíleo y biestiloideo).

Todas las medidas fueron tomadas siguiendo la metodología de Lohman et al.¹⁰¹. Se trata de una metodología aceptada, consensuada y revisada por los miembros del comité de la Conferencia de Airline, agrupación que reúne a los antropometristas más notorios y, a su vez, contrastada por el área de Cineantropometría en el Consejo Superior de Deportes de España. Antes de tomar las mediciones, el investigador principal se familiarizó con los instrumentos y técnicas de medida con el fin de minimizar el error técnico de medida, hasta alcanzar un límite de tolerancia en la toma de medidas adecuado según los valores establecidos por Ross y Marfell-Jones. Todas las mediciones se realizaron siguiendo el mismo orden, en sentido cráneo-caudal y tomándose en el hemicuerpo derecho de los jugadores.

Las valoraciones se realizaron en el vestuario de los diferentes equipos analizados, en horario vespertino, manteniéndose la temperatura del mismo entre

los 16 y 20º centígrados. El mismo instrumental fue utilizado en todas las mediciones, el cual además fue calibrado antes de su utilización.

Para la valoración del peso corporal se utilizó una báscula SECA 708, de 200 kilogramos de carga, con 100 gramos de precisión; para medir la talla un tallímetro SECA 214, de 1 mm de precisión; un plicómetro Holtain LTD fue empleado para determinar el grosor de los pliegues, con una precisión de lectura de 0,2 mm y presión de 10 gr/mm²; un paquímetro Holtain LTD con ramas graduadas 1 mm de presión para medir los diámetros óseos; una cinta métrica metálica Holtain LTD para la determinación de los diferentes perímetros corporales, con una precisión de 1 mm, inextensible, de 0,5 cm de anchura y 1,5 cm iniciales sin graduación; y un cajón antropométrico para la colocación del sujeto y posterior toma de las medidas antropométricas según el protocolo establecido.

Con los datos obtenidos se calculó el somatotipo de los jugadores, utilizando la metodología descrita por Heath-Carter⁵⁹ para el cálculo de la endomorfia, mesomorfia y ectomorfia.

Para el análisis de la composición corporal se empleó la propuesta de cuatro componentes de De Rose y Guimaraes⁷⁰, basándose en las ecuaciones de Rocha para el peso óseo, y Würch para el peso residual, con la propuesta para el cálculo de la componente grasa realizada por Katch y McArdle. El peso muscular se obtuvo a partir de los pesos ya conocidos siguiendo la metodología de De Rose y Guimaraes⁷⁰.

Además, se calculó el índice de masa corporal (IMC). También, se valoró el sumatorio de seis pliegues para cada una de las posiciones de juego (suma de los pliegues del tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo y pierna).

Todos los datos obtenidos fueron tratados con el paquete informático SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*, 2000). Tras el empleo del Test de Kolmogorov-Smirnov, se observó que las variables obtenidas se ajustaban a una distribución normal. Para la obtención de los resultados se realizó una estadística descriptiva, calculándose los valores medios y desviación típica de todas las variables. Para comparar los valores obtenidos en cada una de las variables en función de la posición de juego se realizó un análisis de la varianza con de un factor (ANOVA). El valor de significación se estableció a priori en $p < 0,05$. En caso de encontrarse diferencias significativas se realizó un análisis por pares *post hoc* con corrección de

Bonferroni, ajustándose el criterio de significación a un valor de 0,05 dividido entre 9 (0,005).

Los grupos quedaron constituidos de la siguiente manera:

Puesto	nº de jugadores	porcentaje
Pitcher	23 jugadores	10,599%
Catcher	20 jugadores	9,216%
1ª base	24 jugadores	11,059%
2ª base	27 jugadores	12,442%
3ª base	25 jugadores	11,520%
Campo corto	26 jugadores	11,981%
Jardinero izquierdo	26 jugadores	11,981%
Jardinero central	25 jugadores	11,520%
Jardinero derecho	21 jugadores	9,677%
Total	217 jugadores	99,995%

Tabla 4.- Distribución de los jugadores

4.2.- Método

Se ha realizado un estudio descriptivo, basado en una metodología cuantitativa, consistente en el análisis de los datos estadísticos obtenidos de los datos antropométricos recogidos tras la exploración antropométrica.

Se elaboró una ficha de registro (ver anexo 1) con los datos antropométricos obtenidos de cada jugador.

En la primera parte de la ficha se recogieron los datos generales sobre los jugadores: nombre y apellidos, fecha y lugar de nacimiento y raza.

La segunda parte, basada en el método antropométrico, se dedicó al registro del peso, talla, pliegues del tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo anterior y medial de la pierna, perímetros de pierna y del brazo contraído, diámetros bicondíleo del fémur, biepicondíleo del húmero y el biestiloideo. La descripción de puntos anatómicos, medidas longitudinales, masa corporal, pliegues cutáneos, perímetros y diámetros utiliza la misma metodología llevada a cabo en la toma de datos y corresponde a la desarrollada por Lohman, Roche y

Martorell en 1988. Se trata de una metodología aceptada, consensuada y revisada por los miembros del comité de la Conferencia de Airline que reúne a los antropometristas más notorios.

Para la valoración del somatotipo se utilizó la metodología descrita por Heath-Carter (Carter, 1975), que constituye en la actualidad uno de los métodos más aceptados.

Para el estudio de la composición corporal se empleó la propuesta de De Rose y Guimaraes⁷² (1980) a partir de la ecuación de Matiegka (1921), basándonos en ecuaciones propuestas por Carter (1982), Rocha (1975) y Würch (1974), con la variación de la fórmula empleada para el cálculo del componente graso propuesta por Katch y McArdle (1975).

Respecto a los índices de proporcionalidad, se calcularon los de Quetelet o índice de masa corporal (IMC), el ponderal (IP).

La metodología correspondiente a cada uno de los procedimientos anteriores se desarrollará en los siguientes apartados de este capítulo.

4.2.1.- Ficha de antropométrica

Respecto a la ficha de registro de datos y de la entrevista (ver anexo 1), las cuestiones eran registradas por un colaborador, que generalmente solía ser el entrenador del equipo observado y que con anterioridad había sido aleccionado sobre la forma de hacer las anotaciones oportunas.

4.2.2.- Medidas antropométricas

Las medidas utilizadas para este estudio, fueron:

- A) Medidas básicas: peso y talla.
- B) Pliegues cutáneos:

1) Pliegue del tríceps: Situado en el punto medio acromiale-radiale, en la parte posterior del brazo. El pliegue es vertical y corre paralelo al eje longitudinal del brazo.

2) Pliegue subescapular: Localizado en el ángulo inferior de la escápula en dirección oblicua hacia abajo y hacia afuera, formando un ángulo de 45° con la horizontal.

3) Pliegue supraespinal: Localizado en la zona superior de la espina ilíaca anterosuperior con una inclinación de 45° sobre la horizontal.

4) Pliegue abdominal. Localizado a 5 cm del ombligo en la derecha. Es un pliegue vertical.

5) Pliegue del muslo: Se localiza siguiendo el trayecto del fémur y en el punto medio del muslo, entre EIAS y la rótula.

6) Pliegue de la pierna: Se localiza en la cara medial de la pierna derecha, a nivel del perímetro máximo de la pierna.

C) Perímetros

1) Perímetro del brazo contraído: Se coloca el brazo en el plano horizontal con el antebrazo flexionado formando un ángulo de 90°. Se mide el punto de mayor perímetro, después de indicar al sujeto, que haga una contracción isométrica máxima.

2) Perímetro de la pierna: Es la medida del mayor perímetro de la pierna derecha.

D) Diámetros

1) Diámetro biepicondíleo de húmero. Es la distancia entre el epicóndilo y la epitroclea. El brazo se horizontaliza y el antebrazo forma un ángulo de 90° con el brazo para facilitar la medida.

2) Diámetro biestiloideo. Es la distancia entre la apófisis estiloides del radio y del cúbito. El brazo estará extendido y la mano en dorsiflexión al tomar la medida.

3) Diámetro bicondíleo de fémur. Es la distancia entre el cóndilo lateral y medial del fémur. El individuo estará sentado para su medición, formando un ángulo de 90° la pierna con el muslo y 90° el pie con la pierna.

4.2.3.- Instrumental antropométrico

En lo referido al instrumental antropométrico está demostrado que las técnicas de cineantropometría llevan aparejadas un cierto grado de error de medida, errores denominados intra-sujeto (diferencias de una misma medida obtenidas por un mismo sujeto) e inter-sujeto (diferencias de una misma medida obtenida por diferentes observadores) (Wang ZM, y col. 1992¹⁵³). Las consideraciones de Mueller SM y Col. (2014) acerca de las medidas reales pueden ser aproximadas sólo cuando el observador es un antropometrista experimentado

tras haber realizado un número alto de mediciones, que se han establecido en unas cien aproximadamente (Ross y Marfell-Jones, 1982). Como se ha demostrado que el grado de error disminuye con la experiencia del medidor, para la realización del presente estudio, se hizo un proceso de familiarización, orientado a lograr fiabilidad, exactitud y precisión de las medidas. Para ello se establecieron las siguientes fases:

a) Las primeras medidas se realizaron bajo la supervisión de un investigador experimentado.

b) A continuación se tomaron medidas con la garantizada corrección de los propios expertos.

c) Se finalizó con la toma de medidas de forma autónoma a cargo del investigador.

De esta manera se recogieron datos más de 350 sujetos de otras disciplinas deportivas, independientemente de los 217 de la muestra de este estudio.

Todas las pruebas fueron repetidas en las mismas condiciones: siempre tomando las medidas la misma persona, en este caso el doctorando; se realizaron en los vestuarios, donde la temperatura ambiental oscilaba entre los 16º y 20º centígrados, se utilizaron los mismos aparatos e instrumentos, que fueron calibrados previamente a su utilización y el orden de las tomas fue siempre el mismo, en sentido craneo caudal del hemicuerpo derecho.

Se respetó la franja horaria en la toma de datos de manera estricta.

Los límites de tolerancia que hemos utilizado para las diferentes variables han sido los propuestos por Lee Robert C, Zimian Wang, Moonseong Heo, Ross R, Janssen I, Heymsfield (2000) y que a continuación reflejamos

Peso	0,5 kg
Estatura	3 mm

Pliegues cutáneos	5%
Perímetro del brazo contraído	2 mm
Perímetro de la pantorrilla	1 mm
Diámetro biepicondíleo húmero	1 mm
Diámetro biestiloideo	1-2 mm
Diámetro bicondíleo fémur	1 mm

Tabla 5. Tolerancia de medidas. Tomado Lee Robert C, Zimian Wang, Moonseong Heo, Ross R, Janssen I, Heymsfield 2000⁹⁸.

Cuando el análisis de las medidas tomadas se mantuvo dentro de este margen de variación tolerable, aproximadamente de mes y medio y con deportistas afines a la constitución de los jugadores de béisbol en una primera fase, y de los jugadores de béisbol de nivel europeo en una segunda, consideramos que se había culminado la fase de familiarización del uso del instrumental y pasamos a la recogida de datos de la muestra.

Para la obtención de las medidas antropométricas se utilizaron una serie de aparatos de uso tradicional para estudios de estas características. La amplia difusión y el uso generalizado hacen que los aparatos sean de una validez contrastada por los organismos internacionales pertinentes. Para la toma de las correspondientes medidas de este estudio utilizamos los siguientes instrumentos (ver figuras 4 a la 8):

1. Báscula para determinar el peso corporal SECA 708, de 200 kilogramos de carga, 100 gramos de precisión.



Fig. 4. Báscula y tallímetro

2. Tallímetro para la altura corporal SECA 214, de hasta 218 cm, y precisión de 1 mm.

3. Plicómetro Holtain LTD, Crymych U.K.® para determinar el grosor de los pliegues, con una precisión de lectura de 0,2 mm y presión de 10 gr/mm² (Carter JEL And Heath BH (1971⁷²)).



Fig. 5. Plicómetro

4. Antropómetro de brazos rectos Holtain LTD®, con precisión de 1 mm.

5. Compás de corredera o paquímetro Holtain LTD® con ramas graduadas para medir los diámetros óseos, con precisión de 1 mm.



Fig. 6. Paquímetro

6. Cinta métrica metálica Holtain LTD® para la determinación de los diferentes perímetros corporales, con una precisión de 1 mm, flexible pero inextensible de 0,5 cm de anchura y 1,5 cm iniciales sin graduación.



Fig. 7. Cinta métrica

7. Banqueta de altura regulable sin respaldo, para la colocación del sujeto y poder tomar las medidas que sugiere el protocolo antropométrico.

4.2.4.- Composición corporal

Para el análisis de los cuatro componentes corporales (muscular, grasa, óseo y residual) la metodología utilizada fue la propuesta por De Rose y Guimarae⁷¹(1980), con la sustitución de la fórmula para el cálculo del componente grasa. Las fórmulas empleadas fueron:

Peso grasa. Para el cálculo del peso grasa se utilizó la fórmula propuesta por Katch y McArdle¹²³ (1986), toda vez que nuestra población se ceñía a los requisitos de la misma.

$$\% \text{ GRASA} = (\text{Pt} \times 0,43) + (\text{Ps} \times 0,58) + 1,47$$

Siendo:

Pt: El pliegue del tríceps.

Ps: El pliegue subescapular.

$$\text{PESO GRASO} = (\text{PESO TOTAL} \times \% \text{ DE GRASA}) / 100$$

Peso óseo. Para el cálculo de la masa ósea utilizamos la fórmula de Von Döbeln (1964), modificada por Rocha (1975):

$$\text{PESO ÓSEO} = 3,02 \times (\text{H}^2 \times \text{B} \times \text{F} \times 400)^{0,712}$$

Siendo:

H. La altura del sujeto expresada en metros.

B. El diámetro biestiloideo expresado en metros.

F. El diámetro bicondíleo de fémur expresado en metros.

Peso residual. Para el cálculo de la masa residual (órganos, vasos, nervios...), que está en función del peso y el sexo del individuo, se utilizaron las constantes propuestas por Würch (1974) para varones:

$$\text{PESO RESIDUAL} = \text{PESO TOTAL} \times (24,1/100)$$

(Nosotros utilizamos esta fórmula, pero actualmente en desuso.)

Peso muscular. Se obtuvo a partir de los pesos ya conocidos: óseo, graso, residual y total (De Rose y Guimaraes, 1980).

$$\text{PESO MUSCULAR} = \text{PT} - (\text{PG} + \text{PO} + \text{PR})$$

Dónde:

PT. Es el peso total del cuerpo expresado en kg.

PG. El peso graso expresado en kg.

PO. El peso óseo expresado en kg.

PR. El peso residual expresado en kg.

(actualmente esta fórmula se encuentra en desuso)

4.2.5.- Somatotipo

Tal y como ya hemos referido anteriormente, Heath y Carter establecieron el estudio del somatotipo basándose exclusivamente en la antropometría (Carter, 1975), definiéndolo este último como la descripción cuantitativa de la configuración morfológica de un individuo en el momento de ser estudiado expresado por tres números que, manteniendo siempre el mismo orden, representan a los tres componentes corporales: Endomorfia, mesomorfia y ectomorfia.

Para el cálculo de cada componente del somatotipo son necesarias las siguientes medidas y la aplicación de las fórmulas que expresamos a continuación:

Medidas. Las dimensiones antropométricas que deberán calcularse son las siguientes: altura, peso, pliegues (tríceps, subescapular, suprailíaco, medial de la pierna), circunferencias (perímetro máximo del brazo en contracción y perímetro máximo de la pierna) y diámetros (biepicondileo del húmero y bicondileo del fémur).

Fórmula para calcular la endomorfia (E):

$$E = - 0,7182 + 0,1451 \times (S) - 0,00068 \times (S)^2 + 0,000014 \times (S)^3$$

Siendo:

S: Suma de los pliegues del tríceps, subescapular y suprailíaco expresados en mm.

Fórmula para calcular la mesomorfia (M):

$$M = 0,858 \times H + 0,601 \times F + 0,188 \times B + 0,161 \times P - 0,131 \times \text{Estatura} + 4,5$$

Siendo:

H: El diámetro biepicondíleo del húmero

F: El diámetro biepicondíleo del fémur

B: El perímetro corregido del brazo

P: El perímetro corregido de la pierna

Todas las medidas expresadas en centímetros y las correcciones de los perímetros se proponen para excluir el tejido adiposo de la masa muscular y se obtienen restando los pliegues cutáneos respectivos:

B: El perímetro del brazo menos el pliegue del tríceps en centímetros.

P: El perímetro de la pierna menos el pliegue de la pierna en centímetros

Fórmula para calcular la ectomorfia (EC):

Para determinar este componente es necesario conocer el valor del índice ponderal (IP), obteniéndose de la siguiente fórmula:

$$IP = \frac{\textit{estatura}}{\sqrt[3]{\textit{peso}}}$$

Dependiendo del índice ponderal del sujeto, existen tres alternativas para hallarlo:

Si $IP > 40,75$ $EC = (IP \times 0,732) - 28,58$

Si $IP < 40,75$ y $> 38,28$ $EC = (IP \times 0,463) - 17,63$

Si $IP \leq 38,28$ $EC =$ se asigna el valor mínimo (0,1)

En la práctica se consideran valores normales de cada componente⁵⁰:

Endomorfia, del 1 al 14.

Mesomorfia, del 1 al 10.

Ectomorfia, del 0,5 al 9.

Para cada componente se pueden considerar los siguientes valores: de 0,5 a 2,5 bajos, de 3 a 5 medios, de 5 a 7 altos y por encima de 7 valores muy altos.

Una vez calculados los valores se procedió a su representación en la somatocarta. La intersección de los tres ejes determina el valor 0 del eje de coordenadas. figura 2.

El eje horizontal (X) viene determinado por los vértices de los ejes endomorfo y ectomorfo que comprenden el valor - 6 y + 6 respectivamente. El eje vertical (Y) determina el vértice mesomorfo, cuyo valor máximo es de + 12.

Los tres componentes se reducen a dos coordenadas con las siguientes fórmulas:

$$X = \text{ectomorfia} - \text{endomorfia}$$

$$Y = 2 (\text{mesomorfia}) - (\text{ectomorfia} + \text{endomorfia})$$

El somatotipo medio se obtiene hallando la media de los tres componentes y tratando a cada uno de ellos de forma independiente.

$$SM = \text{endomorfia media, mesomorfia media, ectomorfia media.}$$

Las medias para cada componente se hallan con el sumatorio de los componentes respectivos divididos por el número total de los sujetos.

4.2.6.- Distancia de dispersión de los somatotipos (SDD)

La distancia de dispersión del somatotipo (SDD) fue resuelta por Ross y Wilson (1974²⁰⁹), y es un análisis de tipo bidimensional que permite calcular la distancia entre dos somatotipos dentro o fuera de la somatocarta.

$$SDD = \sqrt{[3(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2]}$$

Respecto a la distancia de dispersión de los somatotipos medios, para calcularlos se aplicó la misma fórmula que en el SDD, pero con los valores de los somatotipos medios. Hebbelinck y cols. (1975) estableció que esta distancia es estadísticamente significativa ($p < 0,05$) cuando la $SDD > 2$.

Siendo:

X1 e Y1 las coordenadas del somatotipo medio del grupo de estudio.

X2 e Y2 las coordenadas del somatotipo medio de la población de referencia.

4.2.7.- La distancia morfogénica del somatotipo (SAD)

Consiste en un análisis de tipo tridimensional, ya que utiliza los valores de los tres componentes⁷³.

$$SAD = \sqrt{(IA - IB)^2 + (IIA - IIB)^2 + (IIIA - IIIB)^2}$$

Siendo:

I, II, y III la endomorfia, mesomorfia y ectomorfia; los subíndices A el somatotipo estudiado y los B los de referencia.

A mayores valores del SAD, mayor será la diferencia entre los somatotipos.

4.2.8.- Índices corporales

En este se especifican los procedimientos para la obtención de tres índices, concretamente el índice ponderal (IP), el índice de masa corporal (IMC) y el índice de Bouchard (IB)

4.2.8.1.- Índice de Bouchard

Relaciona el peso en kilogramos con la estatura en centímetros. Su cálculo se realiza mediante la siguiente fórmula¹³⁵:

$$IB = \text{Peso (kg)} / \text{Estatura (cm)}$$

4.2.8.2.- Índice de masa corporal

En el índice de masa corporal (IMC), se relaciona el peso y la talla, como se describió anteriormente. Los valores de referencia según la SEEDO pueden verse en la tabla 3.

4.3.- Tratamiento de los datos

Todos los parámetros medidos, fueron incorporados a una hoja de cálculo del programa Excel 2000 de Microsoft elaborada para este estudio, y se realizaron los siguientes cálculos:

1º. La fragmentación del peso corporal en sus cuatro componentes (muscular, graso, óseo y residual) por la metodología propuesta por De Rose y Guimaraes (1980). Se obtuvo la media, la moda y la desviación estándar de los deportistas según su posición de juego.

2º. Los tres componentes del somatotipo (endomorfia, mesomorfia y ectomorfia) siguiendo el método antropométrico de Heath-Carter (Carter, 1975 y Heath y Carter, 1967). Obteniendo medias, modas y desviación estándar.

3º. La distancia de dispersión de los somatotipos (SDD) y la distancia morfogénica del somatotipo (SAD) entre jugadores de béisbol (picher, catcher, bases, jardineros etc).

Todos los datos obtenidos fueron tratados y utilizados con el paquete informático SPSS (Statistical Package for Social Sciences, 2000). Tras el empleo del Test de Kolmogorov-Smirnov, observamos que los valores de las variables obtenidas se ajustaban a una distribución normal, lo que nos permitió aplicar un test paramétrico (T de Student). Para comparar los grupos utilizamos el análisis de la varianza con un sólo factor de variación (ANOVA) o (ANCOVA). Y para terminar, como test de corrección usamos el Bonferroni, considerando como valor significativo $p < 0,05$.

V - RESULTADOS

V - RESULTADOS

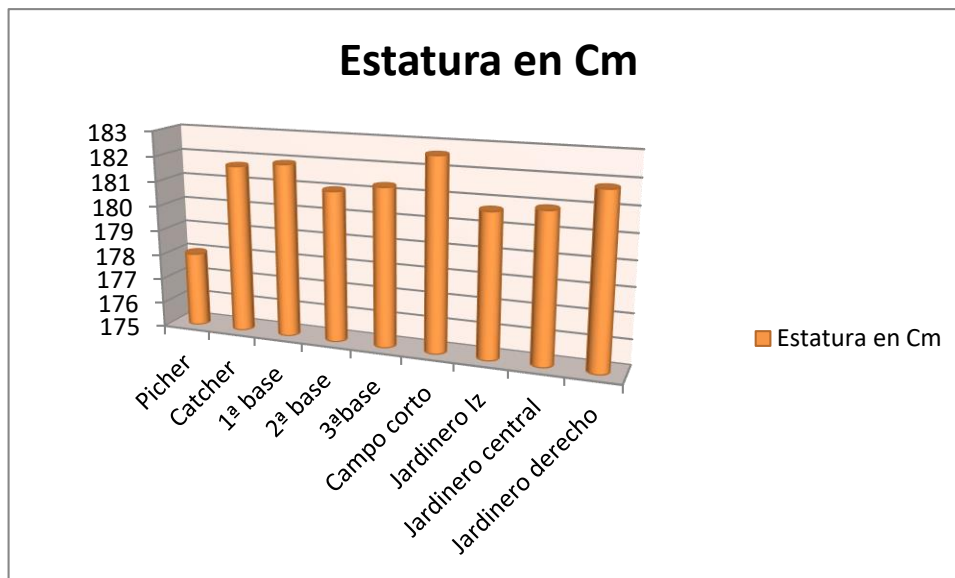
5.- RESULTADOS

Los resultados de este estudio se exponen a continuación diferenciando para ello los siguientes apartados:

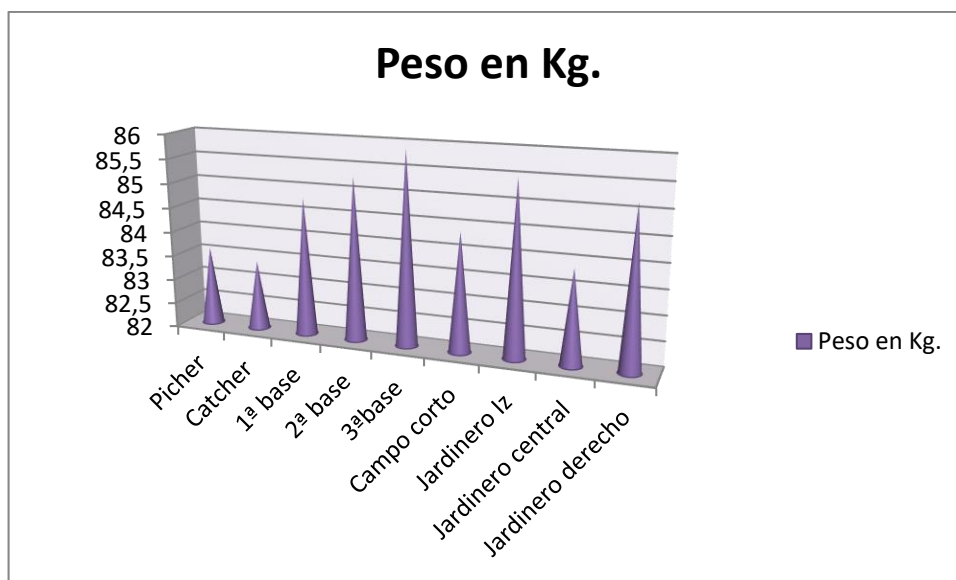
5.1.- Datos obtenidos y derivados de las medidas antropométricas

Los jugadores de mayor altura de la muestra son, sin lugar a dudas, campo corto y jardinero derecho. Grafica 1.

En cuanto al peso, el 3ª base, con 85,91 Kg, y el jardinero izquierdo, con 85,52 Kg, resultaron ser los más pesados. Grafica 2.



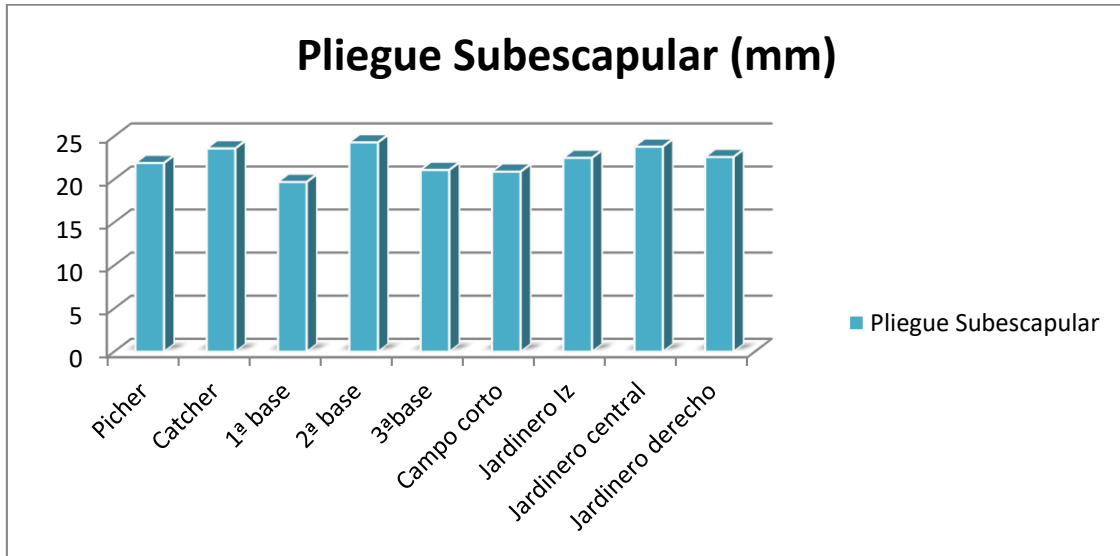
Grafica 1. Estatura



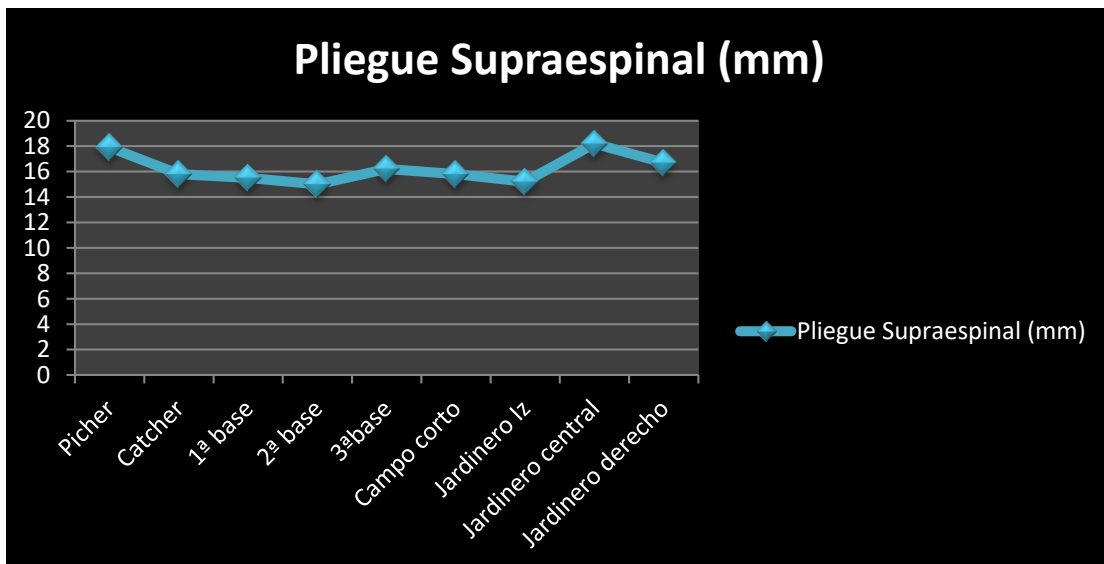
Gráficas 2. Peso

Al analizar los pliegues de forma individual, no se encontraron diferencias entre grupos en los pliegues del tríceps ($F=0,64$, $p=0,747$), subescapular ($F=1,41$, $p=0,192$), bíceps ($F=1,20$, $p=0,300$), supraespinal ($F=0,46$, $p=0,884$), abdominal ($F=0,74$, $p=0,656$) y pierna ($F=0,46$, $p=0,882$). Sí que se encontraron diferencias significativas en el pliegue del muslo ($F=3,32$, $p=0,001$), en el cual los *pitchers* y los *catchers* mostraron significativamente mayores valores que los jardineros derechos ($p=0,026$ y $p=0,006$, respectivamente).

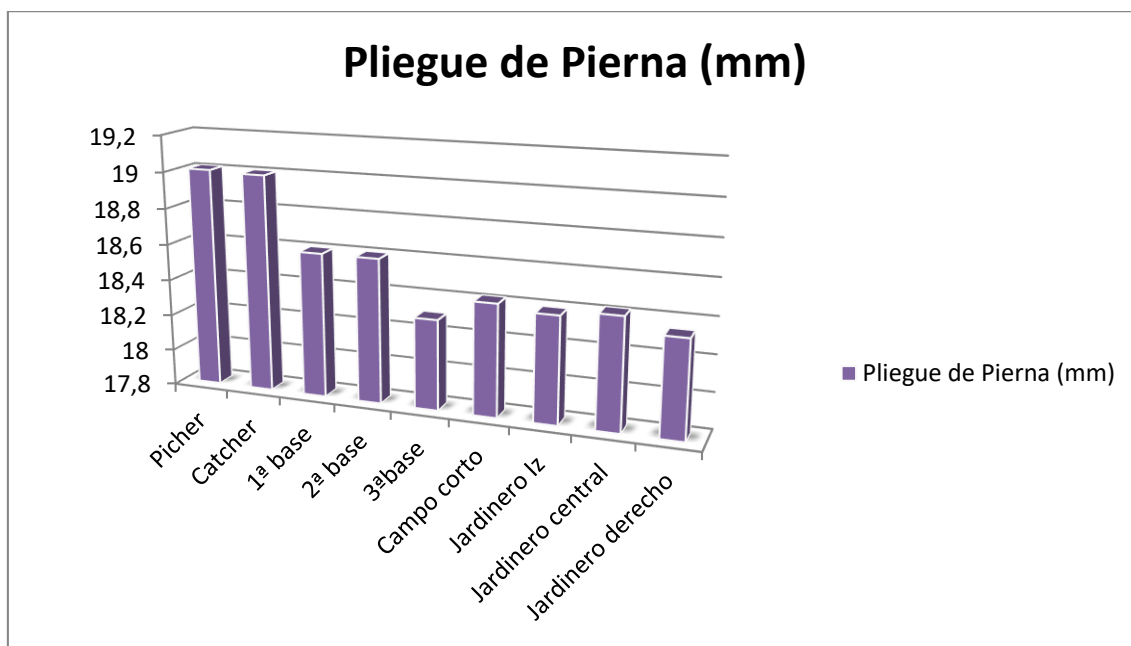
En cuanto a diferentes pliegues, podemos ver en las siguientes gráficas que las diferencias por puestos en el terreno no son significativas.



Gráfica 3. Pliegue subescapular

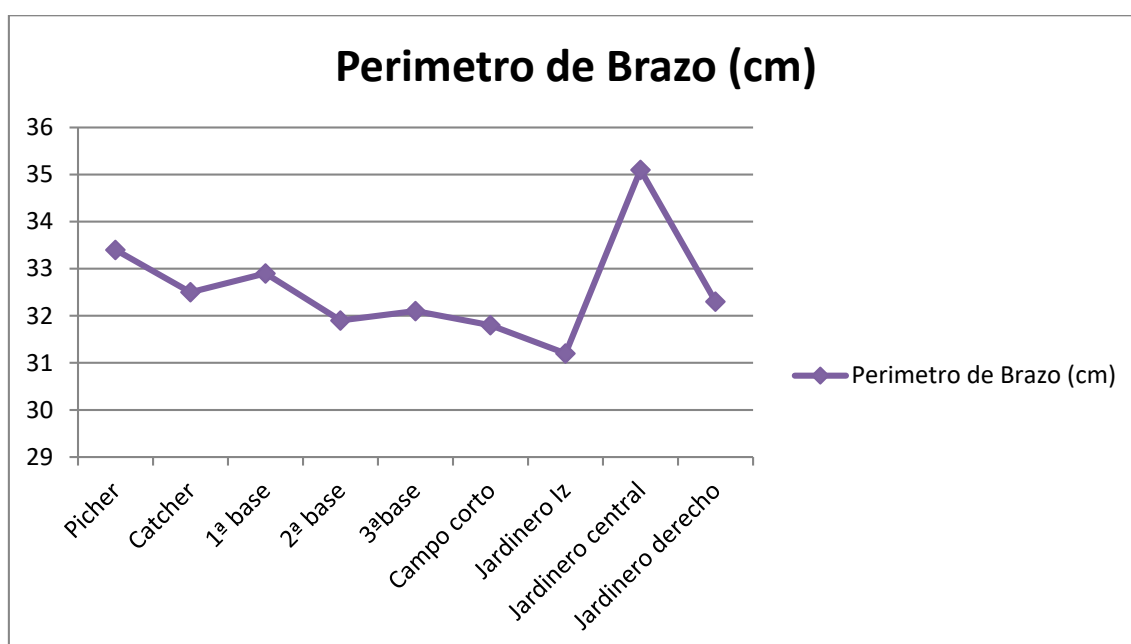


Gráfica 4. Pliegue supraespinal.



Gráfica 5. Pliegue pierna

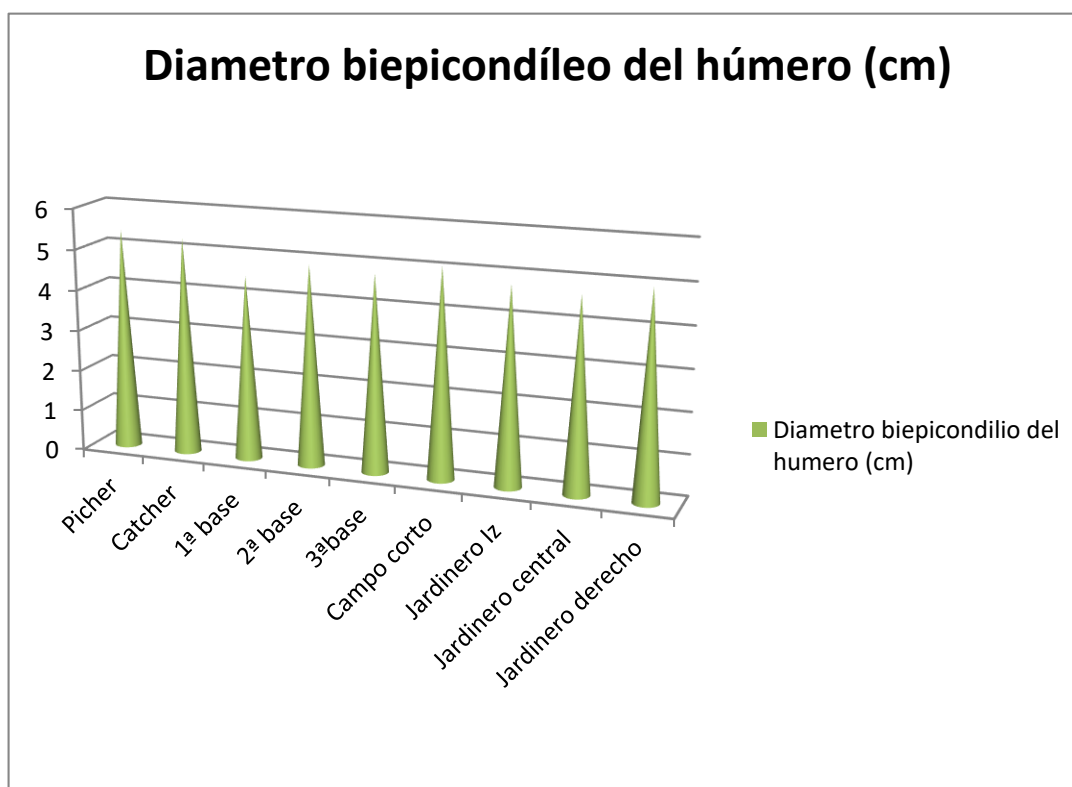
Respecto a los perímetros, se encontraron diferencias significativas en función del rol desempeñado en el campo en el perímetro del brazo contraído ($F=2,41$, $p=0,017$) y de la pierna ($F=4,44$, $p<0,001$). El posterior ajuste de Bonferroni mostró que los *pitchers* tenían un perímetro del brazo contraído mayor que los jardineros izquierdos ($p=0,044$). Respecto al perímetro de la pierna, los *pitchers* mostraron valores significativamente menores que los primeras bases ($p=0,026$) y los campocortos ($p<0,001$). Los campocortos también presentaron perímetros de la pierna significativamente mayores que los segundas bases ($p=0,006$) y los jardineros izquierdos ($p=0,009$). Ver Grafica 6.



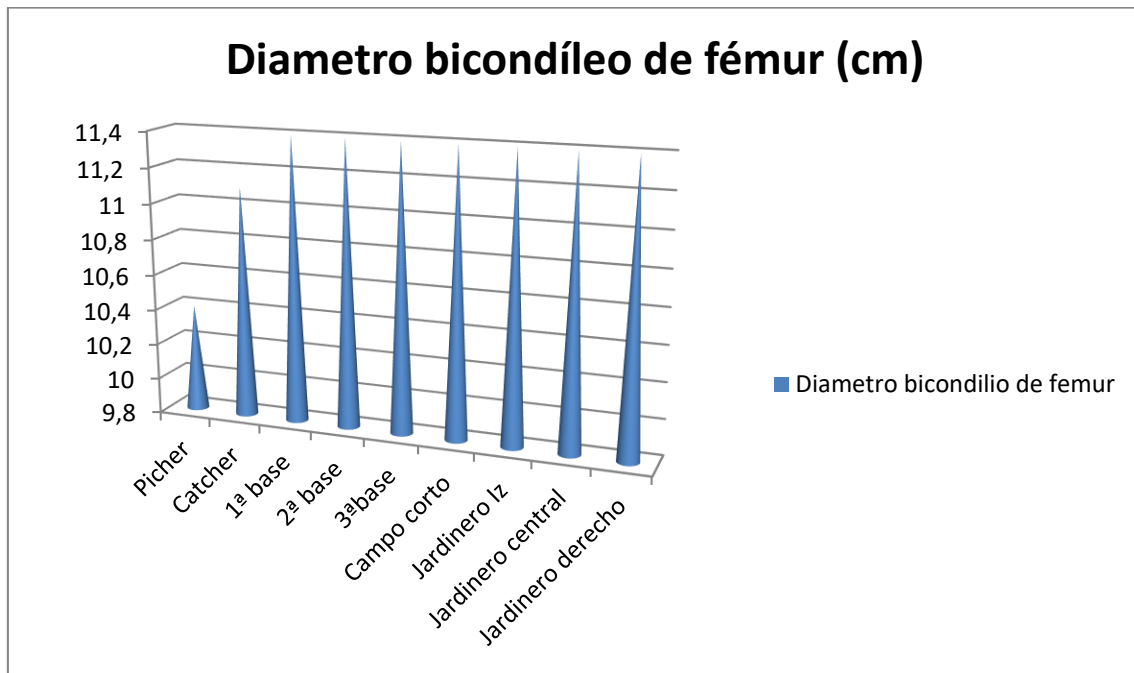
Gráfica 6. Perímetro del brazo contraído

Sobre los diámetros, se encontraron diferencias significativas entre grupos en el diámetro bicondíleo ($F=2,05$, $p=0,042$) y biepicondíleo ($F=5,33$, $p<0,001$). En el diámetro biepicondíleo, los *pitchers* mostraron valores significativamente mayores que los primeras, segundas y terceras bases ($p=0,006$, $p=0,034$ y $p=0,003$, respectivamente) y que los jardineros izquierdos y centrales ($p=0,005$ y $p<0,001$, respectivamente). Los *catchers* también tuvieron valores significativamente superiores a los mostrados por los primeras y terceras bases ($p=0,047$ y $p=0,027$, respectivamente) y los jardineros izquierdos y centrales ($p=0,043$ y $p=0,002$, respectivamente). No obstante, no se encontraron diferencias significativas en el diámetro biestiloideo entre los jugadores de los diferentes puestos ($F=1,11$, $p=0,355$).

Se muestran los diámetros obtenidos, tanto del húmero como del fémur, para cada uno de los grupos estudiados.



Gráfica 7. Diámetro biepicondíleo de húmero



Gráfica 8.- Diámetro bicondíleo de fémur

5.2.- Composición corporal

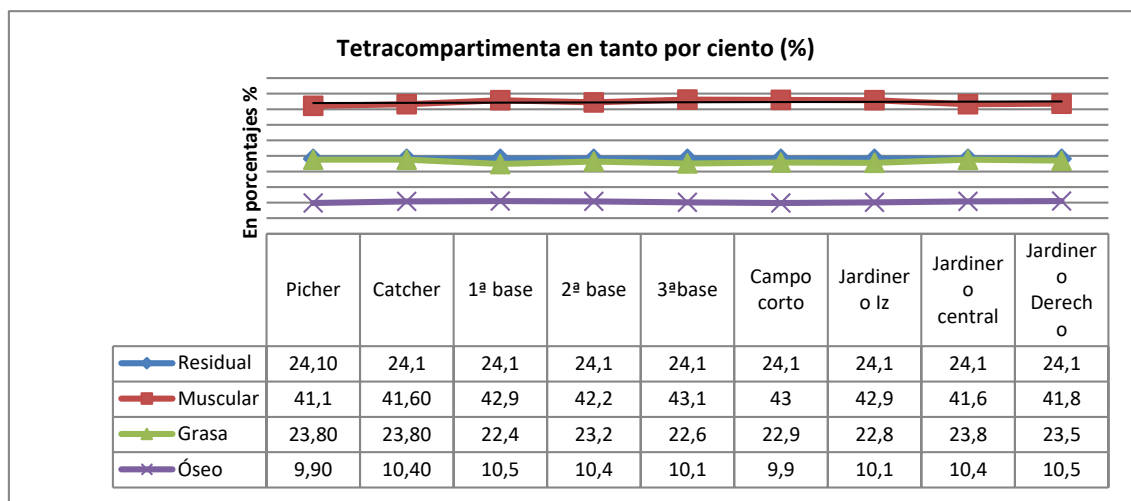
Los valores de composición corporal de los diferentes grupos de deportistas se encuentran en la tabla 6.

No se encontraron diferencias significativas en la masa grasa ($F=0,99$, $p=0,445$), muscular ($F=0,64$, $p=0,741$), ósea ($F=1,81$, $p=0,077$) y residual ($F=0,48$, $p=0,87$). Tampoco hubo diferencias significativas en los porcentajes de cada uno de los componentes ($F=1,29$, $p=0,252$; $F=0,99$, $p=0,442$; $F=0,94$, $p=0,487$; y $F=0,00$; $p=1,000$, respectivamente).

	Peso y porcentaje muscular	Peso y porcentaje graso	Peso y porcentaje óseo	Peso y porcentaje residual
<i>Pitcher</i>	35,25±4,44 kg; 42,07±3,33%	19,95±2,64 kg; 23,88±2,83%	8,28±0,74 kg; 9,95±1,13%	20,16±1,51 kg; 24,10±0,00%
<i>Catcher</i>	34,83±5,23 kg; 41,55±3,12%	19,80±1,54 kg; 23,85±2,37%	8,69±0,75 kg; 10,49±1,29%	20,11±1,64 kg; 24,10±0,00%
Primera base	36,53±4,89 kg; 42,92±2,80%	18,98±1,40 kg; 22,47±2,06%	8,86±0,59 kg; 10,50±1,04%	20,44±1,52 kg; 24,10±0,00%
Segunda base	36,13±4,67 kg; 42,20±3,32%	19,71±1,67 kg; 23,21±2,78%	8,92±0,80 kg; 10,49±1,14%	20,56±1,13 kg; 24,10±0,00%
Tercera base	37,13±4,28 kg; 43,11±2,43%	19,43±1,57 kg; 22,67±1,85%	8,65±0,80 kg; 10,11±1,12%	20,71±1,46 kg; 24,10±0,00%
Campanero	36,49±5,36 kg; 43,04±3,79%	19,30±1,51 kg; 22,95±2,28%	8,30±1,54 kg; 9,90±2,07%	20,35±1,44 kg; 24,10±0,00%
Jardinero izquierdo	36,76±4,45 kg; 42,86±2,79%	19,52±1,73 kg; 22,89±2,23%	8,63±0,76 kg; 10,15±1,21%	20,61±1,39 kg; 24,10±0,00%
Jardinero central	35,16±5,62 kg; 41,63±3,78%	19,89±1,23 kg; 23,86±2,77%	8,68±0,82 kg; 10,41±1,33%	20,24±1,58 kg; 24,10±0,00%
Jardinero derecho	35,71±5,28 kg; 41,73±2,97%	20,01±1,84 kg; 23,59±2,52%	8,96±0,60 kg; 10,57±1,01%	20,54±1,75 kg; 24,10±0,00%
Media de la población	36,04±4,89 kg; 42,40±3,18%	19,60±1,71 kg; 23,23±2,43%	8,65±0,89 kg; 10,27±1,31%	20,41±1,49 kg; 24,10±0,00%

Tabla 6.- Valores de la composición corporal

En este apartado se recopilan de forma tetracompartimental los datos obtenidos de masa grasa, muscular, ósea y residual en los diferentes grupos estudiados. Gráfica 9.



Gráficas 9. Composicion corporal

5.3.- Somatotipo

No se encontraron diferencias significativas para la endomorfia ($F=1,46$, $p=0,175$), la mesomorfia ($F=1,56$, $p=0,139$) y la ectomorfia ($F=0,99$, $p=0,446$). Los valores de endomorfia mostrados por todos los grupos de jugadores fueron altos, los de mesomorfia entre altos y medio-altos y los de ectomorfia bajos. Al clasificar el somatotipo de los participantes, los *pitchers*, *catchers*, segundas bases, jardineros izquierdos y derechos mostraron un somatotipo mesoendomorfo, mientras que los primeras bases, terceras bases, campocortos y jardineros centrales, tuvieron un somatotipo endomorfo-mesomorfo. El somatotipo medio fue mesoendomorfo.

En la tabla 7 se encuentran los valores para cada uno de los componentes del somatotipo de cada uno de los grupos estudiados.

	<i>Endomorfia</i>	<i>Mesomorfia</i>	<i>Ectomorfia</i>
<i>Pitcher</i>	5,52±0,93	4,62±1,59	1,50±0,58
<i>Catcher</i>	5,62±0,64	5,01±1,85	2,04±1,03
<i>Primera base</i>	5,15±0,54	5,38±1,80	1,92±0,90
<i>Segunda base</i>	5,58±0,69	4,37±2,09	1,63±0,83
<i>Tercera base</i>	5,38±0,66	5,09±1,51	1,79±1,00
<i>Campocorto</i>	5,27±0,74	5,39±2,00	2,05±1,14
<i>Jardinero izquierdo</i>	5,46±0,74	4,08±1,70	1,66±0,76
<i>Jardinero central</i>	5,64±0,62	5,17±1,77	1,94±1,15
<i>Jardinero derecho</i>	5,54±0,58	4,70±2,19	1,88±0,95
<i>Media de la población</i>	5,45±0,70	4,89±1,85	1,83±0,95

Tabla 7.- Somatotipo de los jugadores de béisbol

El somatotipo medio del jugador de béisbol de nivel europeo, puede verse resumido en la tabla 8.

Endomorfia	Mesomorfia	Ectomorfia
4,7	5,4	1,0

Tabla 8.- Somatotipo medio de los jugadores de béisbol

5.4.- Somatocartas

A continuación se reflejan las figuras de las diferentes somatocarta por puesto en el equipo de béisbol

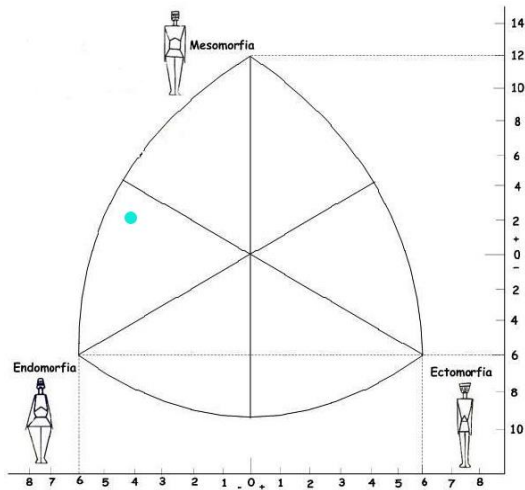


Figura 9.- PITCHER (5,5-4,6-1,4)

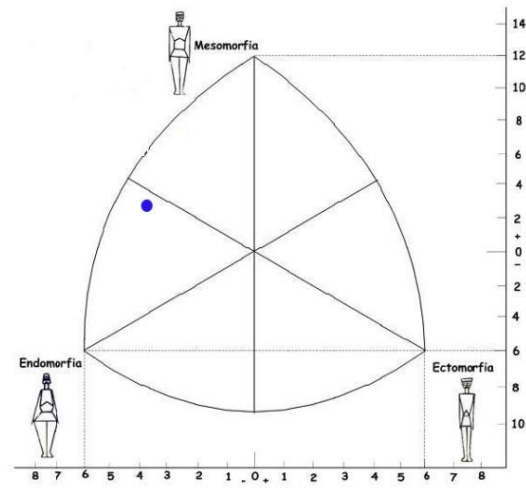


Figura 10.- CATCHER (5,6-5,0-1,9)

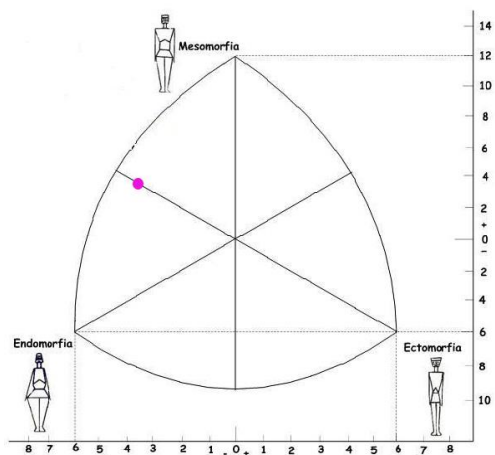


Figura 11.- 1ª BASE (5,1-5,3-1,8)

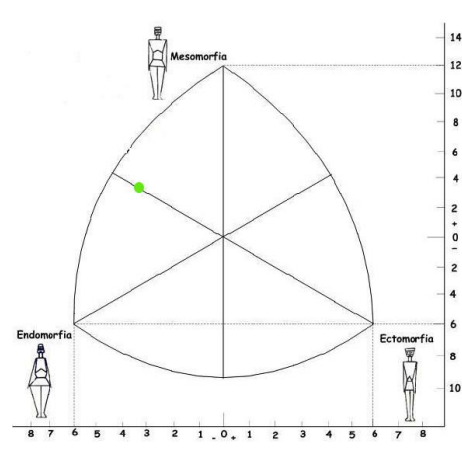


Figura 12.- 2ª BASE (5,5-4,3-1,5)

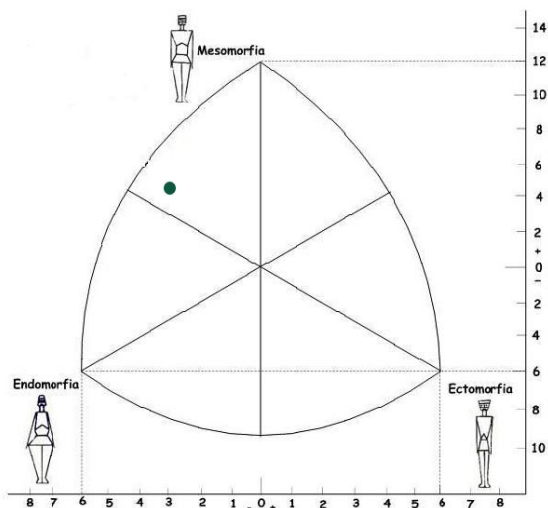


Figura 13.- 3ª BASE (5,3-5,0-1,6
1,9)

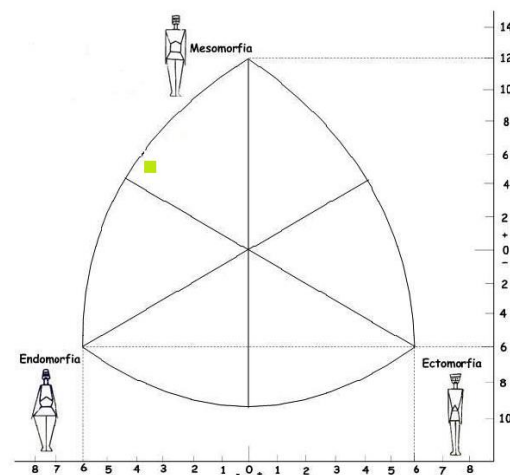


Figura 14.- CAMPO CORTO (5,2-5,3-

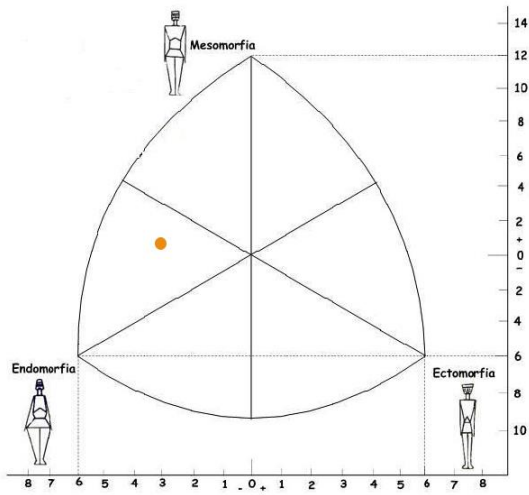


Figura 15.- JARDINERO IZQUIERDO (5,6-4,0-1,5)

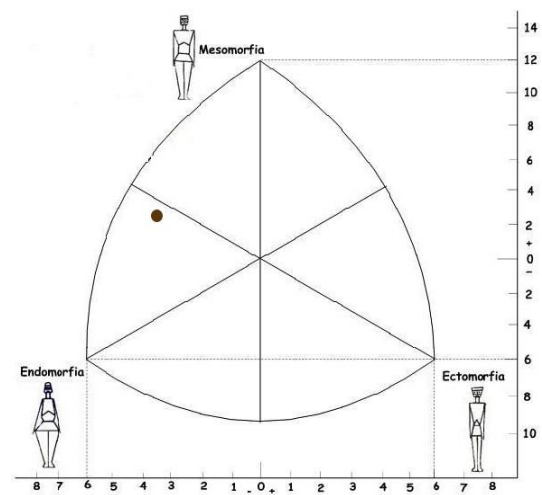


figura 16.- JARDINERO CENTRAL (5,6-5,1-1,8)

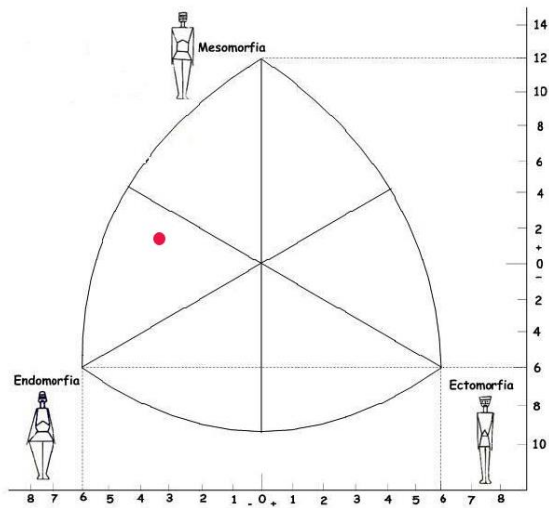


Figura 17.- JARDINERO DERECHO (4,7-5,4-1,8)

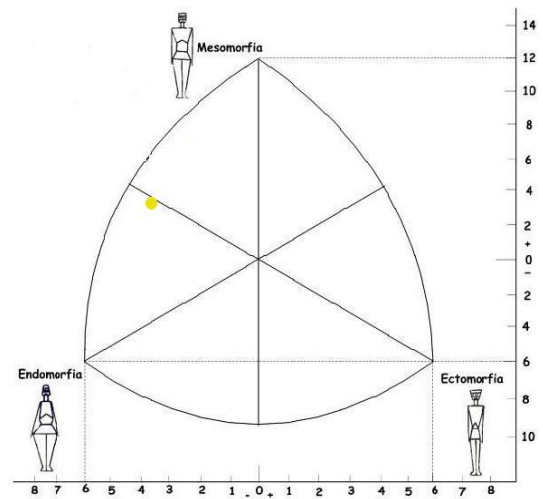


Figura 18.- SOMATOTIPO GENERAL (4,7-5,4-1,0)

5.5.- Índice de masa corporal e índice ponderal

En la tabla 9 también se presentan los datos del índice ponderal y el índice de masa corporal (IMC) para cada una de las posiciones en el campo. No se hallaron diferencias en la variable en función del rol desempeñado por los jugadores ($F=0,55$, $p=0,816$).

<i>Puesto</i>	<i>I ponderal</i>	<i>IMC-D/S</i>
Pitcher	41,0	25,9 ± 0,4
Catcher	41,7	25,1 ± 0,5
1ª Base	41,1	25,5 ± 0,6
2ª Base	41,1	26,0 ± 0,7
3ª Base	41,3	25,9 ± 0,7
Campocorto	41,7	25,3 ± 0,6
Jardinero izquierdo	41,2	25,9 ± 0,6
Jardinero central	41,6	25,4 ± 0,6
Jardinero derecho	41,5	25,6 ± 0,6
General	41,2	27,4 ± 0,3

Tabla 9.- Índice ponderal e IMC de los jugadores de béisbol

VI - DISCUSIÓN

VI - DISCUSIÓN

6.- DISCUSIÓN

El principal objetivo del presente estudio fue analizar el morfotipo de los jugadores de béisbol según su puesto en el campo. Uno de los principales hallazgos fue que se encontró una gran homogeneidad interpoblacional entre los jugadores de béisbol investigados, mostrando un somatotipo mesoendomorfo o mesomorfo-endomorfo, lo que demuestra un predominio del desarrollo músculo esquelético y la adiposidad frente a la delgadez. De hecho, la mayoría de los deportistas mostraron altos valores de endomorfia, altos o moderados de mesomorfia y bajos de ectomorfia. Esto podría deberse a que el béisbol es un deporte con una gran predominancia de lanzamientos y golpes y, en estos tipos de deportes, una alta masa grasa, sobre todo a nivel central, ayuda al equilibrio del lanzador tras el golpeo o lanzamiento y un gran porcentaje graso y muscular permite al deportista generar más fuerza en el lanzamiento o bateo³⁴. Resultados similares han sido encontrados en una investigación previa donde el somatotipo que predominó en todos los puestos fue el mesoendomorfo³⁴.

Otro hecho que remarca esta gran homogeneidad del morfotipo de los jugadores de béisbol es que tampoco se encontraron diferencias significativas en función de la posición del juego en el peso, la talla, el IMC, la mayoría de pliegues cutáneos, la composición corporal o los componentes del somatotipo. Ya que cada uno de estos jugadores desempeña diferentes funciones, de acuerdo con los estudios anteriores debería haber diferencias entre puestos³⁴. Los resultados del presente estudio podrían deberse a que en España el béisbol es un deporte relativamente nuevo, por lo que el grado de especialización y profesionalización de los jugadores es todavía menor que en otras partes del mundo. De hecho en Cuba, país donde el béisbol encuentra entre los tres deportes más populares y cuyos jugadores tienen un alto nivel de profesionalización y especialización³⁴, se han encontrado diferencias significativas en algunas de estas variables como por ejemplo en el peso, la talla, la composición corporal y el somatotipo en función de la posición de juego³². No obstante, también se deben tomar algunas precauciones al comparar los resultados de ambos estudios ya que existe cierta diferencia de edad entre los participantes, siendo la edad un factor relacionado con diferencias significativas en el peso, la masa magra y grasa entre los jugadores de béisbol de élite jóvenes-adultos³⁴. Por otro lado, la muestra para alguna de las posiciones del estudio de Carvajal et al.⁵⁸ fue algo reducida y los autores optaron por agrupar a los

jugadores en función del rol en el campo, no analizando cada posición individualmente.

No obstante, en el presente estudio también se encontró cierta heterogeneidad en el perfil antropométrico al distinguir a los jugadores según su posición en el terreno de juego, al igual que en otros estudios³². Los primeras bases y los jardineros con frecuencia juegan un papel ofensivo más importante en la línea de bateo que en tareas defensivas, consiguiendo mayores rendimientos en el ataque que sus compañeros³², para lo cual podría ser interesante que sean pesados y con un gran desarrollo muscular, tal y como se ha encontrado en jugadores de béisbol de élite³². Más concretamente, los primera base se caracterizaron por ser jugadores con altos valores en el peso, la altura, la masa ósea y muscular y la mesomorfia³², tendencias confirmadas en el presente estudio. Además, los primeras bases del presente estudio se caracterizaron por tener un bajo perfil y sumatorio de pliegues, endomorfia y masa grasa y altos perímetros y diámetro bicondíleo comparado con sus compañeros, factores que podrían estar relacionados con un mejor rendimiento del deportista¹. En este sentido, biomecánicamente se ha demostrado que aquellos jugadores más altos, con mayor volumen muscular pueden aplicar más fuerza durante el bateo, lo que se consideran claves para el éxito ofensivo en el béisbol³.

Sobre los jardineros, estos mostraron valores altos en los pliegues del miembro superior y tronco, y bajos en el miembro inferior, así como altos valores de diámetro bicondíleo, lo que se relaciona con su función en defensa pues son jugadores que recorren grandes distancias en el campo¹³⁸. Por lo general, se encontraron dos perfiles algo distintos dentro de los jardineros, mostrando los jardineros izquierdos y derechos menor altura y mayor peso, IMC y sumatorio de pliegues, y mayores perímetros, valores de endomorfia y mesomorfia, y porcentaje de masa muscular que los jardineros centrales. Las diferencias entre estos dos perfiles podrían deberse a que, aunque la función de todos los jardineros es similar, en la práctica el jardinero central por su situación en el campo en defensa entra más en juego que sus compañeros de los laterales, teniendo que lanzar pelotas a largas distancias y desplazarse rápidamente en busca de ésta³². No obstante, no existen estudios previos que hayan analizado las diferencias antropométricas entre los diferentes jardineros, puesto que normalmente se estudian de forma conjunta^{1,32}, por lo que sería recomendable en el futuro realizar más investigaciones que comparen las características de los jardineros derechos, centrales e izquierdos.

Los campocortos suelen tener un rol más importante durante la fase defensiva del juego, lo que junto con su posición cercana a las bases, requiere que sean jugadores muy ágiles y rápidos y con una gran velocidad de reacción^{29,30}. En el presente estudio se encontró que los campocortos eran los jugadores más altos y tenían un peso y un IMC inferior al de la media de sus compañeros, lo que les ayudaría a tener un mayor brazo de palanca para lanzar la bola y a su vez poder desplazarse rápidamente hacia pelotas alejadas, favoreciendo el juego defensivo³. Además, presentaban pliegues reducidos en la mayoría de los sitios, especialmente en el miembro superior, siendo su sumatorio de pliegues uno de los más pequeños; grandes perímetros, especialmente en la pierna; y un gran diámetro del codo. También se caracterizaron por una masa muscular, un componente endomórfico y ectomórfico mayor que la media y una menor masa grasa, ósea y residual y endomorfia. Todas estas características son propias de deportistas con gran potencia muscular y fuerza¹⁰, especialmente en los brazos a raíz de los datos encontrados, aspectos que coinciden con el rol de los campocortos, de quienes se requiere que sean muy ágiles y rápidos³. En estudios previos, los campocortos han sido evaluados junto a los segundas y terceras bases encontrándose también que tenían un bajo peso, masa grasa y residual, una baja endomorfia y mayores valores en ectomorfia. No obstante, algunos datos entre ambos estudios son contradictorios, como por ejemplo, en relación a la masa muscular y la mesomorfia, lo que podría deberse al hecho de haber abarcado a varias posiciones de juego con ligeras diferencias en cuanto a sus roles³.

En resumen, comparando con el trabajo de HOLGUIN, nosotros no hemos realizado un control evolutivo de los parámetros, y no podemos afirmar en nuestro estudio que los jardineros aumentaron de peso corporal, porcentaje de grasa y kilogramo grasa, por cada año en las dos etapas, de modo que el peso aumentó a expensas del porcentaje de grasa, por tanto este indicador no aportó ningún beneficio al entrenamiento deportivo, por lo que se consideró que sea una de las tantas causas que influyeron en el rendimiento deportivo del equipo de béisbol de Holguín. (afirmación del trabajo de HOLGUIN).

Dice que la masa corporal activa, al disminuir, disminuye el índice de sustancia activa pues ambas tienen relación cuando disminuye una la otra también ya que su relación es la masa magra y en la talla del atleta se mantuvo la media, por tanto se debe vigilar el entrenamiento deportivo y hacer énfasis en la activación de la beta

oxidación de la grasa, la dieta de los atletas y el trabajo con sobre peso, con el fin de elevar la masa corporal activa y disminuir el porcentaje de grasa. Estos resultados se corresponden con los jugadores cubanos.

Otros jugadores con un rol defensivo muy importante y situados cerca de las bases son los segundas y terceras bases. Estos dos jugadores mostraron un perfil algo diferente con algunas características comunes: eran más pesados y tenían un IMC mayor que el de sus compañeros, tenían grandes diámetros en el fémur, una alta masa ósea, una mesomorfia alta y una ectomorfia baja, características de jugadores de corte defensivo⁵⁹. No obstante, los segundas bases eran más bajos, tenían perímetros bastante más pequeños y un porcentaje de masa muscular menor que los de los terceras bases. También mostraron una endomorfia y un porcentaje de grasa más grande, aunque el sumatorio de seis pliegues se situó ligeramente por debajo que los terceras bases. La diferencias entre ambas posiciones podría deberse a los diferentes roles que tienen en el campo⁵⁸, ya que mientras que los segundas bases son de los jugadores que más ágiles y rápidos necesitan ser, los terceras bases son jugadores algo menos explosivos pues se requiere de ellos velocidad de reacción para llegar pronto a bolas rápidas, pero también resistencia⁵². Los resultados encontrados en estos jugadores difieren mucho con los hallados por Carvajal et al.⁵⁹. Las diferencias podrían deberse a que este estudio no se analizó estas posiciones de forma independiente sino a segundas, terceras bases y campocortos en conjunto. Por otro lado, también existen diferencias en las características poblacionales de ambos estudios y en el nivel competitivo de ambas ligas. Por tanto, se aconseja realizar futuros estudios sobre este tema.

El *cácher* es otra de las posiciones consideradas por la literatura vitalmente defensivas⁵⁸, situándose durante el turno defensivo detrás del bateador para recepcionar la pelota del *pitcher*, para lo que se requiere que sea una persona ágil y con alta estabilidad⁵⁹. En el presente estudio se encontró que los *catchers* eran más altos y menos pesados, con mayores pliegues en el miembro superior y el tronco y menores en el miembro inferior, un gran sumatorio de pliegues y diámetros más grandes que sus pares. Sobre la composición corporal mostraron menor masa muscular y residual y una mayor masa grasa y ósea, lo cual se reflejó en mayores valores en los tres componentes que sus compañeros. Dado que los *catchers* están en contacto frecuentemente con las bolas lanzadas y con los atacantes, se ha sugerido que un gran volumen es con frecuencia una ventaja en cuanto a protección

y estabilidad⁵⁸, lo que corresponde con los resultados encontrados en el presente estudio y en investigaciones anteriores¹³⁷. Por otro lado, los resultados también concuerdan con lo expuesto por Herrero et al.¹³⁷, quienes exponen que la distribución central del tejido adiposo y los grandes diámetros observados en el presente estudio permite a los *catchers* tener un centro de gravedad más bajo y una mayor estructura ósea, y por lo tanto más estabilidad, necesaria para protegerse de los jugadores que vienen en carrera cuando tienen que eliminarlos partiendo de una posición estática y chocando frecuentemente con ellos⁹⁴.

Los *pitchers* se caracterizan por su fuerza, su condición física, su coordinación, su talento y su estrategia táctica⁵⁸. Los *pitchers* de la presente muestra presentaron menos altura y peso que la media poblacional, pero un mayor IMC, tuvieron unos pliegues altos en todo el cuerpo y perímetros altos en el miembro superior y bajos en el inferior, perfil similar al encontrado en otros lanzadores⁹⁴. Además, presentaron altos diámetros en codo y muñeca, lo cual podría estar directamente relacionado con la potencia en el lanzamiento³. En relación a la composición corporal se encontró un bajo peso muscular, óseo y residual y un alto peso graso, lo cual concuerda con que tuvieran una baja mesomorfia y ectomorfia y una mayor endomorfia. Todos estos resultados concuerdan con los encontrados por Carvajal.⁵⁸ y son acordes al morfotipo necesario para desarrollar su rol dentro del campo si bien se refiere a los jugadores de voleibol cubanos.

En los deportes de equipo en general, es más difícil describir un morfotipo⁶⁰ que en los deportes individuales. Pero no hay que valorar las diferencias entre deportes, sino que se deben estudiar también las diferencias en un mismo deporte según la posición en el terreno de juego, como hemos establecido. Así, por ejemplo, en el béisbol el peso en sí mismo no determina el éxito deportivo, pero puede influir en la elección del puesto en el terreno de juego. Hay que tener en cuenta que los equipos europeos tienen jugadores de distintos orígenes geográficos, culturales y étnicos, lo que dificulta la interpretación de los perfiles antropométricos y las formulas aplicadas.

La homogeneidad interpoblacional aparece como un rasgo característico general de los jugadores de béisbol investigados, patente cuando los analizamos a nivel general, pero existe una cierta heterogeneidad al distinguirlos por su posición en el terreno de juego.

La heterogeneidad intrapoblacional es un rasgo específico manifestado en los tercera bases, jugadores de béisbol que muestran una tipología propia cuando se analizan por su posición en el terreno de juego, desarrollando un morfotipo característico más pesados. La talla es superior en los jugadores campo corto, lo que no corresponde a un mayor peso (Ross W.D. y Wilson N.C., 1974).

Muchos estudios han demostrado diferencias en el físico de los deportistas de diferentes deportes, e incluso diferencias entre deportistas de un mismo deporte según su rol en el equipo (Carvajal y col., 2013)⁵⁸.

Algunos autores han observado que ciertos tipos morfológicos son más adecuados a las demandas tácticas y biomecánicas, según la posición ocupada en los deportes de equipo. (Gualdi E. y Russo; (2001). Para Coleman (1982) existen diferencias no sólo en la composición corporal sino también en la fuerza. Para Fleck SJ. (1983), los deportistas que tienen un rol donde la altura corporal es decisiva, tienen un desarrollo músculoesquelético mayor, mientras que aquellos en los que la velocidad es decisiva, pesan menos y tienen menos grasa.

Otros autores han observado también que la grasa corporal es inversamente proporcional al rendimiento en deportes o en posiciones de juego que requieren movimientos repentinos y rápidos. (Claessens, A.L. y col⁶¹., 1999).

El impacto de la masa residual y ósea en el rendimiento no está bien definida en la literatura, pero Claessens⁶³ y col. encontraron que la altura y el peso corporal explicaba la mitad de las variaciones en el tejido músculo esquelético, lo que les llevó a concluir que los más altos y más pesados generalmente tiene huesos, y músculos más largos y por tanto una mayor estructura.

Los resultados de nuestro trabajo coinciden con estos hallazgos, al igual que el somatotipo global de los jugadores de béisbol (mesoendomorficos), e igual a las variaciones endo, meso y ectomorficas entre los jugadores según su posición de juego descritas por otros autores. (García CJ , 2007) .

Los primeras bases y los jardineros con frecuencia juegan un papel ofensivo mayor en la línea de bateo (Carvajal y col. 2009). Lo que se corrobora en nuestro estudio con unos niveles de masa muscular mayores que el resto, salvo los terceras bases, y unos niveles de mesomorfia también mayores, sin que existieran diferencias significativas.

En cambio, los *cácher* y los campos cortos tienen una actividad más defensiva según algunos autores (Hay J.G. 1978; Rivera M.A. 1991).

Nosotros encontramos a unos *cácher* con menos masa muscular que los campos cortos, lo cual difiere con Carvajal y col. (2009)⁵⁸ donde se invertían esos términos. En nuestro trabajo observamos, sin embargo, como los *cácher* suplían esa baja masa muscular con una mayor masa grasa, con la interpretación de la actividad defensiva que hemos comentado. Dado que los *cácheres* están en contacto frecuentemente con las bolas lanzadas y con los atacantes, P Bale (1986) Sugiere que el peso corporal añadido es con frecuencia una ventaja en cuanto a protección y estabilidad. La primera y tercera base tienden a ser más pesados y más altos que el segunda base y campo corto, que necesitan como ya apuntamos, ser más ágiles y veloces.

Los campos corto se mostraron también como los más altos de todos, pero para Carvajal y col (2009)⁵⁸ fueron las primeras bases los más altos. En nuestro caso tiene sentido que un defensor sea más alto que un atacante, y así queda manifiesto, al contrario que lo que ocurrió con los jugadores cubanos del estudio mencionados arriba. Sin embargo, coinciden con nosotros Tejedor O. y col. (1986), Rodríguez C.A. y col. (1986) y García P. (2007), para quienes los *catchers* son también más altos y tienen un mayor desarrollo músculo esquelético. Es decir, que el trabajo realizado con nuestros jugadores de béisbol de élite europeos, coinciden con varios trabajos publicados sobre jugadores americanos procedentes de Méjico, Cuba y Venezuela, mostrando que estos países son verdaderas despensas de las que se nutre el béisbol. No en vano en Cuba y Venezuela el béisbol es el deporte nacional al igual que en Estados Unidos.

Los *pitchers* se distinguen frecuentemente por su fuerza, su condición física, su coordinación, su talento y su estrategia táctica (Escamilla R.F. y col. (2000), Pugh S.F. y col. (2001) y Espinosa L. (2005)). Guillén (2007) observó un alto grado de correlación entre la velocidad de lanzamiento de los *pitchers* y algunas variables antropométricas, incluyendo peso corporal, altura, mesomorfia y masa muscular, sugiriendo que estas variables influyen en el rendimiento de los *pitchers*.

Algunos autores sugieren que la composición corporal de muchos atletas ha evolucionado hacia una estructura más compacta y competitiva, formando parte de un proceso denominado "*aceleración natural*"¹⁴⁸ (del inglés "*secular acceleration*") que va asociado con un incremento en el peso, en la talla, en la masa muscular y

otras dimensiones físicas con el tiempo (Kerr D.A. y col. (2007), Lozovina V. y Pavicic L. (2004), y Marrero-Gordillo y col. 2002, 2004)^{117,118}.

Norton y Olds (2001)¹³¹ atribuyen esa *aceleración natural* en la morfología de atletas a las demandas morfofuncionales de un deporte particular, al uso de métodos de entrenamiento especializados, y nuevos criterios para la selección de talentos. Aunque es de esperar que también nuestra población de jugadores de béisbol, muestren esa *aceleración natural*, no tenemos argumentos ni datos de otros estudios anteriores para poder corroborarlo, pero sí podemos afirmar que nuestros datos serán de utilidad para comprobar esa *aceleración natural* en tanto en cuanto servirá de comparación con estudios antropométricos posteriores.

Para Saint Orge y cols. (2008)¹⁴⁴, que estudiaron la evolución de algunos parámetros antropométricos en poblaciones de jugadores de béisbol norteamericanos durante 115 años, esa *aceleración natural* se observa claramente en la evolución del peso, la talla y el índice de masa corporal. Así ha habido una ganancia en altura de 7,6 cms, y de 12,2 Kg. en peso, lo que ha contribuido a un aumento de 1,6 unidades en el índice de masa corporal. Ahora bien, si referimos nuestras medidas globales con lo publicado por Saint Orge y col. sobre jugadores del siglo pasado, podemos decir que el peso ha aumentado 5,7 Kg., la altura se mantiene igual. y el índice de masa corporal ha aumentado en 2,67 unidades en jugadores que compiten en la actualidad.

Los perímetros de la pierna son mayores en los campo corto, y los más pequeños son los de los segunda bases. Los mayores perímetros del brazo fueron los de los pitchers y los jardineros centrales, mientras que los más pequeños se dieron en los jardinero izquierdos y los segunda base.

En cuanto a los pliegues, el pliegue del tríceps fue mayor en los catchers y el más pequeño fue el de los primera bases. El subescapular fue mayor en los segunda base y los jardineros centrales; los más pequeños fueron los primera base y los campo corto. El pliegue supraespinal fue mayor en los jardineros centrales y el más pequeño se dio en los jardineros izquierdos. Así mismo, el pliegue abdominal mayor apareció en los pitchers y el más pequeño en los catchers.

El somatotipo predominante es meso–endomorfo a nivel general, aunque podemos ver como el pitcher, los segunda bases y los jardinero izquierdo cuentan con un somatotipo endo-mesomórfico. El resultado del somatónimo nos ratifica la

homogeneidad ínter grupo como rasgo característico general. La observación detallada de la antropometría, composición corporal y somatotipo corrobora la heterogeneidad intrapoblacional.

Dado que los jugadores de béisbol estudiados son de nivel europeo, los perfiles antropométricos de nuestros deportistas de categorías inferiores son de suma importancia, ya que gracias a ello podemos obtener un parámetro comparativo con deportistas a nivel internacional. Sabemos que las características morfológicas desempeñan un papel muy importante en el éxito deportivo, pero en deportes de conjunto la técnica y la táctica son vitales para obtener resultados.

El presente estudio muestra algunas limitaciones. Quizás la más importante de ellas es la falta de un grupo control. Otra posible limitación es el hecho de que el presente sea un estudio de corte transversal.

En conclusión, existe una gran homogeneidad en el perfil antropométrico de los jugadores de béisbol según su posición de juego, diferenciándose únicamente en algunas variables antropométricas, sin que existan cambios en el IMC, la composición corporal o el somatotipo. El presente trabajo aporta una importante cantidad de información sobre las características antropométricas de los jugadores de béisbol de élite nacional de forma conjunta y para cada una de las posiciones, lo que podría ser utilizado como referencia en la selección de deportistas y en el proceso de valoración y entrenamiento de los jugadores, buscando la posición que mejor se amolde a cada uno de los jugadores.

Podemos compartir con un estudio cubano algunas diferencias donde ellos concluyen con:

En cuanto al somatotipo se demuestra una clasificación mesomorfoectomórfico, comparando estos resultados con los parámetros nacionales, los lanzadores presentan menor componente mesomórfico. Los receptores resultan tener todas las variables antropométricas, composición corporal y somatotipo superiores a los restantes jugadores de las demás posiciones, comportamiento similar a lo observado por los atletas de alto rendimiento nacional.

Es bueno señalar que para los receptores el mayor peso, talla y masa corporal activa es beneficiosa para su protección debido a la alta probabilidad de contacto físico durante jugadas defensivas.

Este estudio coincide en algunos campos con nuestra investigación, lo que sí está claro que el somatotipo de nuestros jugadores de béisbol es el que se encuentra en la tabla n.º-8, dejando establecido como Somatotipo de Referencia a nivel europeo e internacional.

El tipo de somatotipo si parece común, pero en los diferentes puestos observamos alguna diferencia numérica.

Tabla n.º 7

	<i>Endomorfa</i>	<i>Mesomorfa</i>	<i>Ectomorfa</i>
<i>Pitcher</i>	5,52±0,93	4,62±1,59	1,50±0,58
<i>Catcher</i>	5,62±0,64	5,01±1,85	2,04±1,03
<i>Primera base</i>	5,15±0,54	5,38±1,80	1,92±0,90
<i>Segunda base</i>	5,58±0,69	4,37±2,09	1,63±0,83
<i>Tercera base</i>	5,38±0,66	5,09±1,51	1,79±1,00
<i>Campecorto</i>	5,27±0,74	5,39±2,00	2,05±1,14
<i>Jardinero izquierdo</i>	5,46±0,74	4,08±1,70	1,66±0,76
<i>Jardinero central</i>	5,64±0,62	5,17±1,77	1,94±1,15
<i>Jardinero derecho</i>	5,54±0,58	4,70±2,19	1,88±0,95

VII - CONCLUSIONES:

VII - CONCLUSIONES

VII.- CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos en nuestro trabajo, hemos llegado a las siguientes conclusiones

1. No se encontraron diferencias significativas en función de la posición del juego en el peso, la talla, el IMC, la mayoría de pliegues cutáneos, la composición corporal o los componentes del somatotipo.
2. Los *catchers* son más altos y menos pesados.
3. Los *pitchers* presentan menos altura y peso que la media poblacional. En la composición corporal tienen bajo peso muscular, óseo y residual y un alto peso graso, lo cual concuerda con que tuvieran una baja mesomorfia y ectomorfia y una mayor endomorfia.
4. Los primeras bases se caracterizaron por ser jugadores con altos valores en el peso, la altura, la masa ósea y muscular, la mesomorfia, los perímetros y diámetro bicondíleo.
5. Los segundas y terceras bases son más pesados, con un IMC mayor que el de sus compañeros, con grandes diámetros en el fémur, alta masa ósea, mesomorfia alta y una ectomorfia baja
6. Los jardineros mostraron valores altos en los pliegues del miembro superior y tronco, y bajos en el miembro inferior, así como altos valores de diámetro bicondíleo.
7. Los campo cortos son los jugadores más altos y con un peso y un IMC inferior al de la media de sus compañeros. También se caracterizaron por una masa muscular, un componente endomórfico y ectomórfico mayor que la media y una menor masa grasa, ósea y residual y endomorfia.
8. Se establece en nuestro estudio el somatotipo de referencia para los jugadores de béisbol a nivel nacional.

VIII - LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

VIII - LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio muestra algunas limitaciones. Quizás la más importante de ellas es la falta de un grupo control. Otra posible limitación es el hecho de que el presente sea un estudio de corte transversal.

IX - BIBLIOGRAFÍA

IX – BIBLIOGRAFÍA

1. Abrales JA, Rodríguez N, Ferragut C, et al. Características antropométricas, composición corporal y somatotipo en deportistas de élite de salvamento. *RETOS. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*. 2014;26:66-70.
2. Ackland TR, Schreiner A, Kerr DA. Absolute size and proportionality characteristics of World Championship female basketball players. *J Sports Sci*. 1997;15(5):485-90.
3. Ackland TR, Schreiner A, Kerr DA. Technical note: anthropometric normative data for female international basketball players. *Aust J Sci Med Sport*. 1997;29:22-4.
4. Agencia Española de Seguridad Alimentaria (AESAs). Estrategia Naos: estrategia para la nutrición, actividad física y prevención de la obesidad. Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid; 2005.
5. Alacid, F. The Relative Age Effect is Larger in Italian Soccer Top-level Youth Categories and Smaller in Serie A. Italia;2009.
6. Alonso R. Control Médico. Ciudad de La Habana (CU) 9-10 Amador: Instituto Superior de Cultura Física. Cuba; 2006.
7. Alvero JR, Diego AM, Fernández VJ, et al. Métodos de evaluación de la composición corporal: evidencias actuales (I). *Arch Med Deport*. Pamplona; 2004;21(104):535-8.
8. American College of Sports Medicine. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(2):459-71.
9. American College of Sports Medicine. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1334-59.
10. American Journal of Clinical Nutrition, 72(3), 796-803. analysis. Percept Mot Skills. 2013;117:276–89. analysis. *Sports Med Open*.;3:21. and physiological

- characteristics of elite water polo players. *European Journal of Applied Physiology*. 2017;95(1):35-41.
11. Aragonés M. Cineantropometría: Puntos Anatómicos y Técnicas de Medición. Jornadas de Estandarización del GREC (Grupo Español de Cineantropometría). Barcelona; 1989.
 12. Aragonés M. La cineantropometría en la evaluación funcional del deportista: 20 años después. *Arch Med Deport*. 2004;21(100):129-33.
 13. Aragonés MT, Casajús JA, Rodríguez F, et al. Protocolo de medidas antropométricas. In: Esparza F, dir. Manual de cineantropometría. Grupo Español de Cineantropometría. Madrid;1993. p. 35-66.
 14. Argudo FM, Ruiz E, Abraldes, JA. Influencia de los athletes 1964-2012. *Percept Mot Skills*.2010/2015 ;121:300-8.
 15. Ayvaz G, Çimen AR. Methods for body composition analysis in adults. *Open Obes J*. 2011;3:62-9.
 16. Barreau JJ, Morne JJ. Epistemología y antropología del deporte. Madrid: Alianza, 1991. Cuerpo propio, esquema corporal e imagen del cuerpo; p. 307-41.
 17. Berral FJ, Cineantropometría, Parte I. Concepto. Aspectos anatómicos de interés. Planos y ejes. Puntos anatómicos de referencia. *Med Ejerc*. 1995;10(21):21-33.
 18. Berral FJ, Cineantropometría, Parte II. Mediciones antropométricas. *Med Ejerc*. 1996b;11(1):19-30.
 19. Berral FJ, et al. Proposed corrections on estimating total body weight and calculating muscle mass in athletes. The 13th International Congress on Biomechanics, 1991; Perth (AUST): The University of Western Australia,
 20. Berral FJ, Escribano A, Lancho JL, et al. Análisis antropométrico de fisicocultores. *Habilidad Motriz* 1992;1:31-5.
 21. Berral FJ, Michels G, Berral CJ, et al. Composición corporal en gimnasia rítmica de élite. *Arch Med Deporte* 1995;12(49):353-359.
 22. Berral FJ et al. Análisis de la composición corporal en cuatro y cinco Compartimentos en atletas masculinos de élite". In: Actas Congreso Científico Olímpico - Deporte y Documentación, 1995/1992; Málaga: Instituto Andaluz del Deporte; 1995;5(24):238-45. ISBN 84-87826-86-5.
 23. Berral FJ, Michels G, Berral CJ, et al. Composición corporal en gimnasia rítmica

- de élite. *Med Ejerc.* 1999;14(4):41-6.
24. Berral FJ et al. Somatotipo: determinación del índice de semejanza o índice "I" en los estudios del somatotipo. *Med Ejerc.* 2000;15(2):24-34.
 25. Berral FJ et al. Composición corporal obtenida por el Método de Kerr modificado en atletas de alto nivel. In: *Actas Congreso Científico Olímpico. Deporte y Documentación, 1992; Málaga: Instituto Andaluz del Deporte; 1992;5(24):230-7. ISBN 84-87826-86-5.*
 26. Borms J, Hebbelinck M, Carter JE, et al. Standardization of basic anthropometry in Olympic athletes: The MOGAP procedure. In: Novotny U, Titlbachova S, eds. *Methods of Functional Anthropometry.* Prague: Charles University; 1979 p. 31-9.
 27. Brozek J, Grande F, Anderson JT, et al. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann N Y Acad Sci.* 1963;110:113-40.
 28. Canda A, Esparza F. Cineantropometría. In: González JJ, Villegas JA, et al. *Valoración del deportista: aspectos biomédicos y funcionales.* Femed. Pamplona;1999. p. 95-115.
 29. Canda A, Bonilla M, De Diego T, et al. Deportes por categoría de peso: estimación del peso mínimo. *Arch Med Deport. Pamplona;1999;16:504-5.*
 30. Canda A. Valores cineantropométricos de referencia. In: Esparza F, dir. et al. *Manual de cineantropometría.* Grupo Español de Cineantropometría. Madrid; 1981. p. 171-214.
 31. Pérez P. Caracterización morfofuncional de peloteros pinareños de primera categoría (serie nacional y selectiva). Estudio del cuatrienio 1987-90. Trabajo para optar por el Título de Especialista de Primer Grado en Medicina Deportiva. La Habana (CU): IMD: Cuba;1990. p. 67-70.
 32. Carter JEL. Somatotypes of female athletes. In: Borms J, Hebbelinck M, Venerando A, eds. *The Female Athlete: A Socio-Psychological and Kinanthropometric Approach.* Medicine and Sport. Basel: Karger; 1991, 15. p. 85-116.
 33. Carter JEL. Body composition of Montreal olympic athletes. In: Carter JEL, ed. *Physical Structure of Olympic Athletes, Part I.* Basel: Karger; 1992. p. 107-16.
 34. Carter JEL. Introduction. In: Carter JEL, ed. *Physical Structure of Olympic Athletes, Part I.* Basel: Karger; 1984. p. 1-4.

35. Carter JEL, ed. Physical Structure of Olympic Athletes, Part II: Kinanthropometry of Olympic Athletes. Medicine and Sport. Basel: Karger; 1984/1982; 18. p. 1-10.
36. Carter JEL Introduction: The Kinanthropometric Approach. In: Carter JEL, ed. Physical Structure of Olympic Athletes, Part II.. Basel: Karger; 1984. p. 1-6.
37. Carter JEL. Summary and future directions. In: Carter JEL, ed. Physical Structure of Olympic Athletes, Part II.. Basel: Karger; 1984. p. 231-41.
38. Carter JE. A comparison of ratings by Heath and Sheldon of somatotypes in Atlas of Men. Humanbiol Budapest. 1985;16:13-22.
39. Carter JE. Kinanthropometry, Exercise and Sport - A review. Afr J Phys Health Educ Recreat Dance. 1996;2(2):89-101.
40. Carter JEL Somatotipo. In: Norton K, Olds T, eds. Antropométrica (Mazza, JC, ed. Edición en español/Spanish Edition). Rosario (ARG): Biosystem Servicio Educativo; 2000/1996: Chapter 6. Somatotipo; p. 113-55.
41. Carter JE. Anthropometry of team sports. In: Reilly T, Marfell-Jones M, eds. Kinanthropometry VIII. Proceedings of the 8th International Conference of the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK); 2002 Jul 19-23; Manchester. London (UK): E&F Spon; 2003;11. p. 117-30.
42. Carter JEL, ed. Physical Structure of Olympic Athletes, Part II: Kinanthropometry of Olympic Athletes. Medicine and Sport. Basel: Karger; 1984;18.
43. Carter JE, Ackland TR. Sexual dimorphism in physiques of world championship divers. J Sports Sci. 1998;16(4):317-29.
44. Carter JE, Ackland TR. Somatotype in sport. In: Ackland TR, Elliot BC, Bloomfield J, eds. Applied Anatomy and Biomechanics in Sport. 2nd ed. 2006. Champaign, IL: Human Kinetics. In preparation.
45. Carter JEL, Heath BH. Somatotype methodology and kinesiology research. Kinesiology Review. 1971;(2):10-19.
46. Carter JEL, Heath BH. Comparison of somatotypes of young adults by two methods. In: Reilly T, Watkins J, Borms J, eds. Kinanthropometry, Part III. London (UK): E & FN Spon; 1986; p. 63-7.
47. Carter JEL, Marfell-Jones MJ. Somatotypes. In: Carter JEL, Ackland TR, eds. Kinanthropometry In Aquatic Sports (5). Champaign, IL (USA): Human Kinetics; 1994, p. 2-9.
48. Carter JEL, Aubry SP, Sleet DA. Somatotypes of Montreal olympic athletes. In: Carter JEL, ed. Physical Structure of Olympic Somatotypes of Montreal olympic athletes. Athletes, Part I. The Montreal Olympic Games Anthropological Project. Med Sport Sci. Basel: Karger; 1982;16: Chapter 5. Somatotypes of Montreal olympic athletes; p. 53-80.
49. Carter JEL, Sleet DA, Martin GN. Somatotypes of male gymnasts. J Sports Med and Phys Fit. 1971;11: 162-71.

50. Carter JEL, Rienzi EG, Gomes PS, Martin AD. Somatotipo y tamaño corporal. In: Rienzi E, Mazza JC, Carter JEL, Reilly T, eds. Futbolista Sudamericano de Élite: Morfología, Análisis del Juego y Performance. Argentina. Biosystem Servicio Educativo; 1998. p. 64-77.
51. Carter JEL. Anthropometry of team sports. In: Reilly T, Marfell-Jones M, eds. Kinanthropometry VIII: Proceedings of the 8th International Conference of the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). London (UK); 2003, 11. p 117-30.
52. Carter JEL. Kinanthropometry, exercise and sport - A review. African J for Physical Anthropology. Health Education, Recreation and Dance. 1996;2:89-101.
53. Carter JEL. Somatotipo. In: Norton K, Olds T, eds. Antropométrica (Mazza, JC, ed. Edición en español/Spanish Edition). Rosario (ARG): Biosystem Servicio Educativo; 1999: Chapter 6. Somatotipo; p.113-55.
54. Carter LM, Whiting SJ, Drinkwater DT, Zello GA, Faulkner R, Bailey DA. Self-reported calcium intake and bone mineral content in adolescents. Journal American College of Nutrition. 2001;20:502-9.
55. Carter, JEL. The Heath-Carter Somatotype Method. Syllabus Service. San Diego, CA (USA): San Diego State University; 1990.
56. Carter, JEL. The Heath-Carter Anthropometric Somatotype. Surrey, Canada: Tep And Rosscraft; 2002.
57. Carvajal W, Ríos A, Echevarria I, Martínez M, Miñoso J, Rodríguez D. Composición corporal de los jugadores de béisbol del equipo Los Tigres de Cartagena. Colombia EF Deportes.com [revista digital/journal on the Internet]. Buenos Aires; 2013;Año 20(203).
58. Chena M, Pérez-López A, Álvarez I, Bores A, Ramos-Campo DJ. &Rubio-Arias, J. Perfil Cineantropométrico de la Composición Corporal y Somatotipo en Jugadores Élite de Béisbol en Cienfuegos; 2015.
59. Cimen OB, Erdogan C. The effect of hand osteoarthritis on grip and pinch strength and hand function in postmenopausal women. Clin Rheumatol. 22(6):420-4. Barajas Y, Torres JM, Pájaro FE. Cinematographic analysis. J Sports Sci; 2015/2003;6(2):103.
60. Claessens AL, Lefevre J, Beunen G, Malina RM. The contribution of anthropometrics to performance scores in elite female gymnasts. J Sports Med Phys Fitness. 1999; 4:355-60.

61. Clarys JP, Martin AD, Marfell-Jones MJ, Janssens V, Caboor D, Drinkwater DT. Human body composition: a review of adult dissection data. *American Journal of Human Biology*. 1999; 11:167-74.
62. Comas, J. *Manual de Antropología Física*. Ciudad Universitaria, México: Universidad Nacional Autónoma de México; 1976; (1):29-16.
63. Company J, Ball S. Body composition comparison: bioelectric impedance analysis with dual-energy x-ray absorptiometry in adult athletes. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*. 2000;14(3):186-201.
64. Consenso SEEDO'2000 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Med Clin (Barc)*. 2000;115: 587-97.
65. Daniel M, Martin AD, Drinkwater, DT, Clarys JP, Marfell-Jones MJ. Waist-to-hip ratio and adipose tissue distribution: contribution of subcutaneous adiposity. *American Journal of Human Biology*. 2003; 15:428-32.
66. De Onis M, Onyango AW, Van Den Broeck J, Chumlea WC, Martorell R. Measurement and standardization protocols for anthropometry used in the construction of a new international growth reference. *Food Nutr Bull*. 2004 Mar;25(1):S27-36.
67. De Ridder H, Monyeki D, Amusa L, Toriola A, Wekesa M, Carter L. Kinanthropometry in African sports: body composition and somatotypes of world class male African middle distance, long distance and marathon runners. In: Norton K, Olds T, Dollman J, eds. *Kinanthropometry VI: Proceedings of the 6th Conference of the International Society for the Advancement of Kinanthropometry*. 2000; Adelaide, SA (AUST): International Society for the Advancement of Kinanthropometry; 2001. p 37-51.
68. De Ridder JH, Monyeki KD, Amusa LO, Toriola AL, Wekesa M, Carter JEL. Kinanthropometry in African sports: somatotypes of female African athletes. *Afr J Phys Health Educ Recreat Dance (AJPHERD)*. 2000;6:1-15.
69. De Ridder JH, Amusa LO, Monyeki KD, Toriola, AL, Carter J.E. Kinanthropometry in African sports: body composition and somatotypes of world class female African middle-, long-distance and marathon runners. *Afr J Phys Health Educ Recreat Dance (AJPHERD)*. 2001;7(1):1-13.
70. De Rose CJ, Guimaraes AG. A model for optimization of somatotype in young athletes. In: Ostyn M, Buenes G, Simons J. *Kinanthropometry II*. Baltimore: University Park Press; 1980. p.128-45.

71. Esparza Ros F, Alvero Cruz JR. Somatotipo, Manual de Cineantropometría. Colección de Monografías de Medicina del Deporte. 1ª edición. Pamplona: Femedé; 1993.
72. Vazquez E. Cronista deportivo. Historia del Béisbol. La Habana (CU); 2007.
73. Edwards S. Born too late to win? *Nature*. 1994;370:186.
74. Edwards S. Effect and major league baseball. *Sociology Sport J*. 1994;8:146–51.
75. Escamilla RF, Speer KP, Fleisig GS, Barrentine SW, Andrews JR. Effects of throwing overweight and underweight baseballs on throwing velocity and accuracy. *Sports Med*. 2000;29:259-72.
76. Espinosa L. Composición Corporal en los Jugadores de Béisbol Élite en Ciudad de La Habana en el Periodo 1993-2002 y sus Tendencias. [Master's thesis]. Havana (CU): Higher Institute of Medical Sciences; 2005.
77. Esteban ML. Antropología del Cuerpo. Género, Itinerarios Culturales, Identidad y Cambio. Bellaterra. Barcelona; 2004.
78. Fernandez-Gonzalo R, De Souza-Teixeira F, Bresciani G, García-López D, HernándezMurúa JA, Jiménez-Jiménez R, et al. Comparison of technical and physiological characteristics of prepubescent soccer players of different ages. *J Strength Cond Res*. 2010;24(7):1790-8.
79. Francis E., Johnston FE, Harkavy I. *The Obesity Culture: Meeting the Challenge Through Community Partnerships*. London (UK): Smith-Gordon Publishers; 2007; 12:75-35.
80. Friedenreich CM, MacLaughlin S, Neilson HK, Stanczyk FZ, Yasui Y, Duha A, et al. Study design and methods for the Breast Cancer and Exercise Trial in Alberta (BETA). *BMC Cancer*. 2014 Dec;14(1):919-13 .
81. Gianni ML, Roggero P, Piemontese P, Morlacchi L, Bracco B, Taroni F, et al. Boys who are born preterm show a relative lack of fat-free mass at 5 years of age compared to their peers. *Acta Paediatr*. 2015;104(3):e119-23.
82. Glickman SG1, Marn CS, Supiano MA, Dengel DR. Validity and reliability of dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of abdominal adiposity. *J Appl Physiol*. 1985/2004 Aug;97(2):509-14.
83. García García CJ. *Nutricion Hospilaria*. 26(25). Laboratorio de Antropología Física. Universidad de Granada, Facultad de Medicina. Madrid; 2005.
84. Gomes PS, Mazza JC. Proporcionalidad corporal de futbolistas sudamericanos.

- In: Rienzi E, Mazza JC, Carter JEL, Reilly T., eds. Futbolista Sudamericano de Élite: Morfología, Análisis del Juego y Performance: Resultados de las Investigaciones en Composición Corporal, Análisis del Movimiento y Análisis Táctico, en la Copa América 1995 (Uruguay) Rosario (ARG): Biosystem Servicio Educativo; 1998; p. 49-63.
85. Gorostiaga EM, Granados C, Izquierdo M, Ibañez J, Bonhabau H. Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur female handball players. *International Journal of Sports Medicine*. 2007;28(10):860-7.
 86. Guillén L, Ayuso J, Norte-Navarro A, Cejuela R, Cabañas MD, Martínez-Sanz JM. Dropout: evidence from youth categories of French basketball. *Scand J Med*. 2015;.
 87. Guillén M, Peña T, Siret JR. Composición corporal y somatotipo en triatletas universitarios. *Nutr Hosp*;2014;32(2):799-807.
 88. Guisado J. Actividad Física, Condición Física y Salud: Conceptos y Criterios Generales. Salud, Deporte y Educación. ICEPSS (Instituto Canario de Estudios y Promoción Social y Sanitaria). Las Palmas;1997.
 89. Gutiérrez A. Historia médico-deportiva. En Gozález-Iturri JJ, Villegas JA., dir. Valoración del Deportista. Aspectos Biomédicos y Funcionales. Pamplona: Femedede; 1999. p.15-24.
 90. Harrod CS, Fingerlin TE, Chasan-Taber L, Reynolds RM, Glueck DH, Dabelea D. Exposure to prenatal smoking and early-life body composition: the healthy start study. *Obesity*. 2015 Silver Spring;23(1):234-41.
 91. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(8):1423-34.
 92. Hattori K, Kondo M, Abe T, Tanaka S, Fukunaga T. Hierarchical Differences in body composition of professional sumo wrestlers. *Ann Hum Biol*. 1999 Mar-Apr;26(2):179-84.
 93. Herrero de Lucas A. Esparza-Ros F, Cabañas-Armasilla MD. Perfil Cineantropométrico de Lanzadores Juveniles de Béisbol y su Relación con la Velocidad de Lanzamientos en Rectas. Caracas; 2009.
 94. Johnston FE, Foster G. Obesity, Physical Growth, and Development. London

- (UK): Smith-Gordon & Company ; 2001.
95. Kerr DA, Ross WD, Norton K, Hume P; Kagawa M; Ackland TR. Olympic lightweight and open-class rowers possess distinctive physical and proportionality characteristics. *J Sports Sci.* 2007;25:4 -53.
 96. Laiño FA, Arcuri CR. Proyecto Dickens: Perfil Antropométrico en Estudiantes de Educación Física. Buenos Aires, Argentina: Dirección General de Educación Superior. Secretaría de Educación. CABA; 2005.
 97. Lee Robert C, Zimian W, Moonseong H, Ross R, Janssen I, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *Am Clin Nutr.* 2000:796-803.
 98. Lee SY, Gallagher D. Assessment methods in human body composition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2008;11:566-72.
 99. Lee, RC, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield S, Leyton M, Luis V, Sabido R, Morenas J. Perfil y diferencias antropométricas y físicas de gimnastas de tecnificación de las modalidades de artística y rítmica. *RETOS: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación.* 2012;21:58-62.
 100. Lohman TG, Roche A, Martorell R. *Anthropometric Standardization Reference Manual.* Illinois (USA): Humana Kinetics Books; 1988.
 101. Lohman, TG. Skinfolds and density and their relation to body fatness: a review. *Hum. Biol.* 1981;53(2):181-225.
 102. Lohman, TG. Body composition methodology in sports medicine. *Phys Sportsmed.* 1982;10(12):46-58.
 103. Lukaski, H. Sarcopenia: assessment of muscle mass. *J Nutr.* 1997;127(5 Suppl):994S-997S.
 104. Lustgarten MS, Fielding RA. Assessment of analytical methods used to measure changes in body composition in the elderly and recommendations for their use in phase II clinical trials. *J Nutr Health Aging.* 2011;15(5):368-75.
 105. Bagis S, Sahin G, Yapici Y, Mermelo, M. *Métodos para Evaluar la Composición Corporal en Humanos.* Coordinación Académica Faces, UCV; Caracas:2013.
 106. Madsen C, Mogensen P, Thomas N, Christensen DL, Bygbjerg IC, Mohan V, et al. Effects of an outdoor bicycle-based intervention in healthy rural Indian men with normal and low birth weight. *J Dev Orig Health Dis.* 2015;6(1):27-37.

107. Maia Ribeiro EA, Ribeiro EE, Viegas K, Teixeira F, Dos Santos Montagner GF, Mota KM, et al. Functional, balance and health determinants of falls in a free living community Amazon riparian elderly. *Arch Gerontol Geriatr*; 2013;56(2):350-7.
108. Madsen C, Mogensen P, Thomas N, Christensen DL, Bygbjerg IC, Mohan V, et al. Effects of an outdoor bicycle-based intervention in healthy rural Indian men with normal and low birth weight. *J Dev Orig Health Dis*; 2015;6(1):27-37.
109. Malina RM. Anthropometric correlates of strength and motor performance. In: Wilmore JH, Keogh JF, eds. *Ex Sport Sci Rev*. 1975;3:249-74.
110. Malina R. Bioelectric methods for estimating body composition: an overview and discussion. *Hum Biol*. 1987;59(2):329-335.
111. Malina RM, Little BB, Bouchard C, Carter JEL, Hughes PCR, Kunze D, Ahmed L. Growth status of olympic athletes less than 18 years of age. In: Carter JEL, ed. *Physical Structure of Olympic Athletes, Part II*. Basel: Karger; 1984. p. 183-201.
112. Marfell-Jones MJ, Clarys JP, Alewaeters K, Martin AD, Drinkwater DT. The hazards of whole-body fat prediction in men and women. *Biometrie Humaine et Anthropologie*. 2003;21:103-17.
113. Marques-Sanchis C, Barber-Oliver M J, Sarti-Martinez MA, Llorca-Garnero J, Valverde R. Validación de la plicometría frente a la ecografía (Modo B) en la estimación del tejido adiposo subcutáneo. *Archivos de Medicina del Deporte*. 1994;21:21-8.
114. Marrero-Gordillo N, González A, Hernández-Álvarez A, Díaz-Armas JT, Ramos-Gordillo A. Patrones de índice de masa corporal y masa grasa en practicantes de lucha canaria. *Archivos de Medicina del Deporte*. Pamplona; 2003;20:504-5.
115. Marrero-Gordillo N, González-Brito A, Hernández-Álvarez A, Clavijo-Redondo A, Díaz-Armas JT, Ramos-Gordillo AS. Hacia el alto rendimiento en lucha canaria a través de los datos antropométricos. *Dirección General de Deportes del Gobierno de Canarias*;2005. p. 182-4.
116. Marrero-Gordillo N, González-Brito A, Hernández-Álvarez A, Clavijo-Redondo A, Díaz-Armas JT, Ramos-Gordillo AS. Propuesta de un Nuevo Sistema de Clasificación de Puntales en la Lucha Canaria. *Dimensión Histórica, Cultural y Deportiva de las Luchas*. Fuerteventura; 2004. p. 381-5.

117. Marrero-Gordillo N, Hernández-Álvarez A, Ramos-Gordillo A, Pérez-González H, Carmona-Calero E, Díaz-Armas JT, Castañera-Perdomo A. Somatotipo de referencia del luchador canario. *Archivos de Medicina del Deporte*. Pamplona;2002;19:109-17.
118. Martin AD, Daniel M, Clarys JP, Marfell-Jones MJ. Cadaver-assessed validity of anthropometric indicators of adipose tissue distribution. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*. 2003c; 27:1052-8.
119. Martin AD, Daniel M, Clarys JP, Marfell-Jones MJ. Cadaver-assessed validity of anthropometric indicators of adipose tissue distribution. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*. 2003c; 27:1052-8.
120. Martin AD, Janssens V, Caboor D, Clarys JP, Marfell-Jones MJ. Relationship between visceral, trunk, and whole-body adipose tissue weights by cadaver dissection. *Ann Hum Bio*. 2003;30:668-77.
121. McArdle W, Katch F, Katch V. *Fisiología del Ejercicio. Energía, Nutrición y Rendimiento Humano*.: Editorial Alianza Deporte; Madrid; 1986.
122. Cabañas MD, Esparza F, eds. Características cineantropométricas de los deportes olímpicos de verano. In: *Compendio de Cineantropometría*. CTO Editorial; Madrid;2004. p. 279-348.
123. Mangine GT, Hoffman JR, Fragala MS; Vazquez J; Krause MC; Gillett J; Pichardo N. Effect of age on anthropometric and physical performance measures in professional baseball players. *Journal Strength Cond Research*. 2013;27(2):375-81.
124. Nana A, Slater GJ, Hopkins WG, Burke LM. Techniques for undertaking dual-energy X-ray absorptiometry whole-body scans to estimate body composition in tall and/or broad subjects. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2012;22(5):313-22.
125. Nevill AM, Stewart AD, Olds T, Holder R. Are adult physiques geometrically similar? The dangers of allometric scaling using body mass power laws. *Am J Phys Anthropol*. 2004;124(2):177-82.
126. Nóbrega ACL, Castro CLB, Araújo CGS. Relative roles of the sympathetic and parasympathetic systems in the 4-S Exercise Test. *Brazilian J Med Biol Res*. 1990 February;23:1259-1262.

127. Norton K, Olds T. Morphological evolution of athletes over the 20th century: causes and consequences. *Sports med.* 2001;31(11):763- 83.
128. Norton K, Olds T. Morphological evolution of athletes over the 20th century: causes and consequences. *Sports med.* 2001;31(11):763- 83.
129. Orvanova, E. Somatotypes of weight lifters. *J Sports Sci.* 1990;8(22):119-37.
130. Osawa Y, Azuma K, Tabata S, Katsukawa F, Ishida H, Oguma Y, et al. Effects of 16-week high-intensity interval training using upper and lower body ergometers on aerobic fitness and morphological changes in healthy men: a preliminary study. *Open Access J Sports Med.* 2014;5:257-65.
131. Pacheco JL. La proporcionalidad corporal. In: Esparza F, dir. *Manual de Cineantropometría. Grupo Español de Cineantropometría. Fede de Pamplona;1993. p. 95-112.*
132. Pacheco, J. Valoración Antropométrica de la Masa Grasa en Atletas de Élite. *Métodos de Estudio de Composición Corporal en Deportistas. Investigaciones en Ciencias del Deporte. Ministerio De Educación y Cultura. Consejo Superior de Deportes. Madrid; 1996.*
133. Padilla, JR. Perfil de proporcionalidad y la velocidad del lanzamiento en jugadores de béisbol. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Madrid; 2010;10(37):93-116.*
134. Palomino, A. Características Cineantropométricas del Nadador Canario. Tesis Inédita. Las Palmas de Gran Canaria: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPG); 1994.
135. Pedroso PR, De Souza RY, Henrique E. Composicao Corporal, Somatotipo e Proporcionalidade de Culturistas de Elite de Brasil. *Bras. Med. Esporte Brazil.* 2003;9(6):403-7.
136. Porta J, Galiano D, Tejedor A, Gonzalez Suso JM. Valoración de la Composición Corporal. Utopias y Realidades. In: Esparza F, dir. *Manual de Cineantropometría. Grupo Español de Cineantropometría. Fede de Pamplona;1993.*
137. Pugh SF, Kovaleski JE, Heitman RJ, Pearsall AW. Upper and lower body strength in relation to underhand pitching speed by experienced and inexperienced pitchers. *Percept Mot Skills.* 2001;93:813-8.

138. Pernas López J. Reglas Oficiales de Béisbol. Editadas por la RFEBS. Edición revisada por Jordi Vallès Mestres, presidente RFEBS. Barcelona: Real Federación Española de Beisbol y Softbol; 2015.
139. Reilly TP, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry VIII. Proceedings of the 8th Conference of the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK). Relative body fat and anthropometric prediction of body density. London (UK); 2003; 17:70-34.
140. Rienzi E, Drust B, Reilly T, Carter JEL, Martin A. Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *J Sports Medicine and Physical Fitness*. USA; 2000;40:162-9.
141. Rivilla J, Sampedro J, Navarro F, Gómez MJ. Influencia de la oposición en la velocidad de lanzamiento en jugadores de beisbol / Influencia de la oposición en la velocidad de lanzamiento en jugadores de balonmano de élite, amateur y formación. *Rev Int Cienc Deporte*. 2010;18(6):91-9.
142. Rodríguez N, Vila H. Composición corporal y velocidad de lanzamiento en jugadoras de élite de balonmano. *Cultura, Ciencia y Deporte*. Madrid;2011; 6(17):129-35.
143. Ross WD. Similarity of anthropometric coefficients in both genders. *Int J Anthropol*. 2006;21:61-5.
144. Saint Onge JM, Krueger PM, Rogers RG. Historical trends in height, weight, and body mass: data from U.S. Major League Baseball players: 1869-1983. *Econ Hum Biol*. 2008 Dec;6(3):482-8.
145. Shah AH, Bilal R. Body Composition, its significance and models for assessment. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2009;8(2):198-202.
146. Sheldon VH, Mcdermoth E. Atlas of Men. New York (USA): Harper Bro; 1954.
147. Shuster A, Patlas M, Pinthus JH, Mourtzakis M. The clinical importance of visceral adiposity: a critical review of methods for visceral adipose tissue analysis. *Br J Radiol*. 2012;85(1009):1-10.
148. Tajika T, Kobayashi T, Yamamoto A, Shitara H, Ichinose T, Shimoyama D. Relationship between grip, pinch strengths and anthropometric variables, types of pitch throwing among Japanese high school baseball pitchers. *Asian Journal Sports Medicine*. Japon;2015;6(1):e25330.

149. Till K, Cobley S, Wattie N, O'Hara J, Cooke C, Chapman C. The prevalence, influential factors and mechanisms of relative age effects in UK Rugby League. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. Noruega;2010;20:320-9.
150. Till K, Cobley S, Wattie N, O'Hara J, Cooke C, Chapman C. The prevalence, time in Canadian NHL players. *Int J Sport Psychology*; Canada;2007 38:178-86.
151. Valls A. Introducción a la antropología. *Fundamentos de la Evaluación y de la Variabilidad Biológica del Hombre*. Barcelona; 1980.
152. Vila Suárez H, Abraldes Valeiras JA, Rodríguez Suárez N. Estudio del perfil antropométrico del jugador juvenil de balonmano en la región de Murcia. *RETOS: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*. Murcia;2009;16:80-5.
153. Wang ZM, Pierson RN, Jr., Heymsfield SB. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *Am J Clin Nutr*. 1992 Jul;56(1):19-28.

X - ANEXOS

ANEXO 1: Ficha antropométrica.

01 APELLIDOS, NOMBRE:

02 EQUIPO:.....

03 FECHA NACIMIENTO:.....

04 LUGAR DE NACIMIENTO:.....

05 EDAD: 06 SEXO: VARON

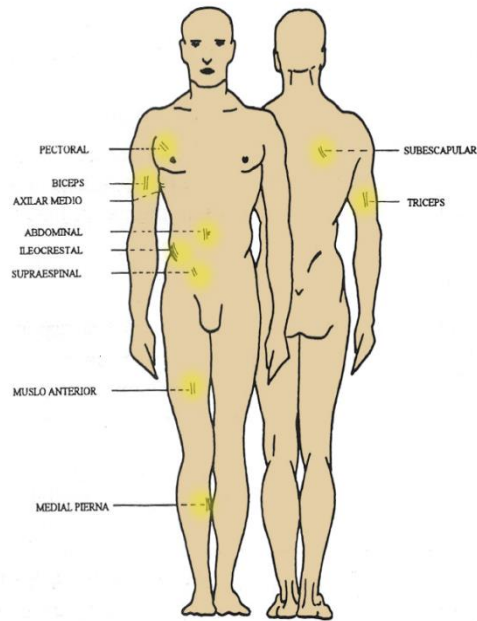
07 PUESTO.....

08 FECHA DE EXAMEN:

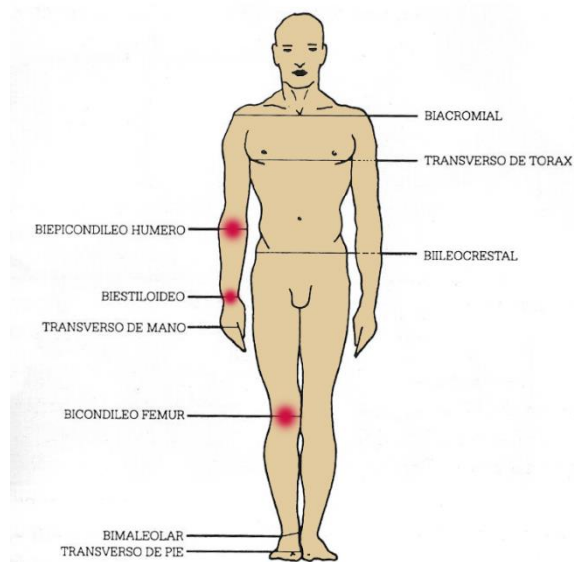
09 HORA DE EXAMEN:

	CÓDIGO		MEDIDAS			MEDIA/MEDIANA
			1º	2º	3º	
PESO	15	PESO KG				
TALLA	16	TALLA cm				
PLIEGUES Mm	17	TRÍCEPS				
	18	SUBESCAPULAR				
	19	SUPRAESPINAL				
	20	ABDOMINAL				
	21	MUSLO ANTERIOR				
	22	PIERNA MEDIAL				
	23	BÍCEPS				
	24	CRESTA ILIACA				
	25	AXILAR MEDIO				
DIÁMETRO Cm	26	BIPICOND. HÚMERO				
	27	BIESTILOIDE				
	28	BICONDILEO FÉMUR				
PERÍMETRO Cm	29	PIERNA				
	30	BRAZO CONTRAÍDO				
	31	BRAZO RELAJADO				
	32	CINTURA				
	33	CADERA				

ANEXO 2: Pliegues cutáneos



ANEXO 3: Diámetros óseos



ANEXO 4: Perímetros

