

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO DE LOS INDICADORES DEL PERFIL MORFOLÓGICO EN LOS ATLETAS JUVENILES DE FUTBOL A TRAVÉS DEL MÉTODO ANTROPOMÉTRICO Y EL DE IMPEDANCIA BIOELÉCTRICA.

Lic. Juan Felino Naranjo Ponce de León, MsC. Prof. Aux. Roberto N. Rodríguez Reyes

FACULTAD DE CULTURA FÍSICA DE MATANZAS

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue elaborar una propuesta metodológica determinar el comportamiento de perfil morfológico en los atletas juveniles de Fútbol del combinado deportivo 19 de Abril en el municipio de Jagüey Grande a través del método Antropométrico y el de Impedancia Bioeléctrica. Se estudiaron 18 atletas a los que se le realizaron mediciones antropométricas de talla, peso corporal total, diámetros biacromial, bicrestal, del codo y rodilla derecha, circunferencias del muslo derecho e izquierdo y del antebrazo derecho e izquierdo, además, la fecha de nacimiento. Fue posible con estas mediciones, que la metodología que combina el método Antropométrico y el de Impedancia Bioeléctrica, muestra un elevado nivel de satisfacción por los especialistas por lo que se considera como adecuada. Las diferencias más sobresalientes se manifiestan en el perfil morfológico en relación al total de atletas que requieren continuar aumentando de peso corporal total, el número de los mismos que se les pronostica talla muy superiores a las normativas establecidas en los diferentes deportes en el Programa de Preparación del Deportista; el número que alcanzan y mantienen la forma deportiva.

Palabras claves: perfil morfológico, metodológica, impedancia bioeléctrica.

INTRODUCCIÓN.

En el ámbito del deporte y, sobre todo, en los niños, adolescentes y jóvenes, se hace necesario conocer a través de diferentes indicadores, el comportamiento de su desarrollo físico, con los cuales el entrenador puede medir exacta y objetivamente la composición corporal, el somatotipo y las diferentes capacidades o cualidades físicas de los deportistas para un buen rendimiento deportivo.

Posiblemente el factor indicativo y de orientación del desarrollo físico más importante es el análisis de la composición corporal, que representa la proporción existente entre los cuatro componentes básicos, lo cual en la actualidad se considera determinante para el desempeño físico, y en la armonía entre dichos componentes, siendo fundamental y en dependencia del tipo de actividad física que se desee practicar. Debe apoyarse en la Cineantropometría, que se centra en el deportista como individuo y ofrece una evaluación detallada de su status estructural en un momento determinado, y lo que se considera más importante, facilita la diferenciación del crecimiento diferencial y de las influencias del entrenamiento, destacan (Ross, W.D.; Marfell-Jones, M.J. y Stirling, D. R. (1982).

Los avances que en el ámbito de la educación física y el deporte en el mundo requiere de los profesionales de estas esferas conocimientos profundos y actualizados sobre diferentes estudios relacionados con los cambios morfológicos que se producen por los que practican o no actividades físicas; para conocer estos cambios morfológicos surge, derivada de la Antropología, una técnica que se nombra Cineantropometría.

Para el estudio de la composición corporal se han planteado distintos modelos comenzando por el checo J. Matejka (citado por Drinkwater, D. T. y W.D. Ross 1980) que en 1921 propuso un método antropométrico para fraccionar el peso corporal en sus cuatro principales componentes; peso de grasa, peso óseo, peso muscular y peso residual.

El avance más importante en el análisis de la composición corporal, se realizó en los años cuarenta cuando Behnke, A. R. (1942) plantea que el peso magro (lean body mass) es la suma de todos los tejidos corporales excepto la grasa no esencial o de reserva, siendo este el segundo componente en importancia

Drinkwater, D. T y Ross, W.D. (1980), en dependencia del modelo de cuatro componentes de la composición corporal de J. Matejka, (graso, muscular, óseo y residual), propusieron un método, siguiendo la estrategia de proporcionalidad del Phantom asexual de Ross, W.D. y Wilson, N.C. (1974) y De Rose E. H.; Guimaraes A. C. (1980) propusieron un modelo tetracompartimental de la composición corporal, (peso graso, óseo, muscular y residual), obteniéndose el componente muscular en forma indirecta a través del peso corporal total, al que se le resta el peso de los otros componentes. La evaluación del peso residual se valora por medio de la relación de Würch, A. (1974), y el peso óseo por la ecuación de Von Döblen, W. (1964), modificada por Rocha, M. S. L. (1975).

Carter, J.E.L.(1981), señala que en la composición corporal es necesario distinguir un mayor número de componentes, tales como grasa de depósito, grasa esencial, músculo, hueso, cartílagos, tejido conectivo, nervios órganos, piel, y agua.

Drinkwater D. T. et al. (1984) realizó una validación de las ecuaciones originales de J. Matejka y calculó nuevos coeficientes, a partir de los datos de trece cadáveres no embalsamados. Con esta corrección, el error para la masa muscular en hombres baja de 11.5% a 3.2%; otros señalan como McArdle, W.D.; Katch, F.I.; Katch, V.L.(1991) que la utilización de tablas en la valoración de la composición corporal ha estado muy extendido, y a su vez las que correlacionan el peso y la talla para evaluar el sobrepeso teniendo en cuenta la edad, pero

las mismas no proporcionan una información confiable con respecto a la composición corporal del individuo.

El número de métodos que actualmente se conocen para la valoración de la composición corporal, y dentro de esta, como parte constituyente, la grasa corporal, es muy variada. Para controlar la validez de los métodos empleados en la evaluación de esta última, Lohman, T.G. (1981), propuso una serie de principios que no siempre se cumplen y por eso muchos métodos están todavía en proceso de aceptación por los investigadores.

Los métodos de valoración de la grasa corporal se pueden dividir en directos e indirectos; Porta T., A., y González de Suso, (1993) introducen los doblemente indirectos, cuya utilización es consecuencia del desarrollo de ecuaciones o programas a partir de métodos indirectos.

Los métodos directos se aplican mediante el estudio de cadáveres, utilizando la técnica de la disección completa y pesando después los componentes corporales, siendo la grasa corporal uno de ellos. Los primeros estudios de análisis de los componentes humanos en función de su peso relativo fueron ejecutados en Alemania, que durante el siglo XIX realizaron medidas detalladas sobre todo, de los elementos químicos presentes en el cuerpo humano.

Los métodos indirectos siempre estiman la grasa corporal, no la determinan, dentro de este grupo, se encuentran la densimetría, los antropométricos y los métodos que implican emisión de radiaciones (rayos x, ultrasonidos, fotones) como los que requieren el uso de corrientes eléctricas o campos magnéticos; estos últimos son los de más reciente aplicación en el campo de la composición corporal, dado que necesitan alta tecnología.

En la actualidad se incrementa la aplicación de otro método en el mundo entero por ser barato, rápido y no invasivo, que se conoce como Impedancia bioeléctrica (BIA) basado en el principio de que la impedancia es proporcional al volumen del conductor y la longitud del mismo. Si se considera el cuerpo como un cilindro conductor y la longitud su estatura, la medición de la impedancia estará relacionada con la resistencia del cuerpo al paso de la corriente señalan en sus trabajos Forbes, G.B., 1987; Brodie, D.A. 1988; Khaled, M.A., y et., 1988. La impedancia según este principio, es mayor en el tejido adiposo, pues la conductividad está muy relacionada con la cantidad de agua, y dicho tejido es anhidro. Por el contrario el peso magro tiene un alto porcentaje de agua y es por tanto un buen conductor de la electricidad. En el análisis de la impedancia lo que se mide realmente es la relación $\text{estatura}^2 / \text{resistencia}$, encontrándose que existe una alta correlación entre el valor de esta relación y la cantidad total de agua corporal, con el peso magro consideran Hoffer, E.C.; Meador, C.K. y Simpson, D.C. 1969.

En este país los estudios con este método se han realizado en forma limitada en determinación de niveles metabólicos nutricionales, en la composición corporal de enfermos de V.I.H. y personas sanas, las investigaciones de Nescolarde, S., Lexa, D. et. al. (2001) Román M., Ana, et al. (2003); en deportistas solamente se conocen los trabajos realizados por Núñez, B., Ana Ibis, et al. (2003) y los de este autor en el (2003)

Según Pollock, M. L y et.al. , 1976; Mukherjee D. y Roche, A. F. 1984 (citado por Pacheco del Cerro, J. L. 1996), plantea que en la actualidad el método antropométrico es el más utilizado para valorar la composición corporal, que generalmente consiste en la utilización de modelos de regresión, donde la densidad corporal o el porcentaje de grasa son las variables dependientes, mientras que variables antropométricas, fundamentalmente pliegues de grasa subcutánea, perímetros o diámetros corporales, son usados como variables independientes.

Probablemente el fútbol no requiera para su práctica , incluso al más alto nivel, unas características morfológicas determinadas, no obstante en los estudios publicados hasta la fecha se objetiva una gran uniformidad, manteniendo los futbolistas un patrón antropométrico determinado, sin haberse encontrado diferencias significativas en el somatotipo y en el porcentaje de grasa de los futbolistas, excepto en los porteros. Estos hallazgos nos inducen a pensar que dicho patrón antropométrico pudiera mantenerse desde la adolescencia, pudiendo existir unas características antropométricas determinadas que condicionan la práctica del fútbol al más alto nivel.

Muchos autores coinciden al afirmar que una de las variables más eficaces a realizar en la búsqueda de futbolistas bien dotados para la práctica deportiva, es el análisis de sus características morfológicas, y dentro de ella la composición corporal que debe tener el individuo en función de la etapa de desarrollo en la que se encuentra y las posiciones en el terreno de juego, y en nuestro caso contamos con referencias que no se corresponde con la realidad del mundo en esta disciplina deportiva y teniendo presente que en la actualidad se desarrolla una investigación con atletas de la escuela comunitaria 19 de Abril de Jagüey Grande del deporte de fútbol.

Objetivo general.

Elaborar y aplicar una metodología para la determinación del perfil Cineantropométrico en deportistas de Fútbol de la categoría juvenil en el combinado deportivo 19 de Abril de Jagüey Grande a través del método Antropométrico y el de Impedancia Bioeléctrica.

Desarrollo.

Capitulo I Marco teórico Conceptual.

1.1-Cineantropometría. Antecedentes.

Los estudios cineantropométricos en el campo de la medicina deportiva están dirigidos fundamentalmente en el mundo deportivo a la evaluación a través de mediciones diversas de las características humanas de tamaño, forma, proporción, composición, maduración y función bruta, además de estudiar los problemas relacionados con el crecimiento, el ejercicio, el rendimiento y la nutrición; Astrand, P.O y Rodahl K (1977) y De Rose (1984), señalan que el rendimiento deportivo es consecuencia de la acción conjunta de las variables cineantropométricas, neuromuscular, producción de energía y psicológica, se une a lo anterior lo señalado por Siret (1988) en relación a los aspectos pedagógicos.(citado por Fernández Sosa Hermes 2005)

1.2- Desarrollo físico

Se señala por Tanner, J.(1985, 1987) que existen tres motivos para que se realicen estudios sobre el crecimiento humano; destaca que el primero es conocer el camino por el cual un niño crece, para formular su crecimiento humano y verificar su curva ideal del mismo. El segundo motivo es más social; observar las condiciones de vida de relativa prosperidad de diferentes grupos de una determinada población y el tercero, es clínico, o sea, verificar el crecimiento de una población de niños para asegurar que su desarrollo se realice de la mejor manera posible; este mismo autor también expresa que acontecen ciertas modificaciones y transformaciones en el cuerpo, inherentes a las características sexuales secundarias, que caracterizan al individuo en sus diversa fases nutricionales; Manila, R.M: y Bouchard,C. (1991) expresan que el crecimiento puede ser definido como el aumento de tamaño del cuerpo como un todo, o como el tamaño que ocurre por partes específicas del cuerpo. Estas alteraciones ocurren en función de tres procesos celulares:

Aumento del número de células (hiperplasia); aumento del tamaño de las células (hipertrofia) y el aumento de substancias intracelulares (agregaciones).

Guedes y Guedes, J.E.R.P:(1997) señalan que al crecimiento corresponde las alteraciones físicas de las dimensiones del cuerpo como un todo, o las partes específicas, en relación con el factor tiempo; de esta forma, el crecimiento se refiere esencialmente a las transformaciones cuantitativas.

Papalia,D.E y Olds,S.W. (2000) señalan que el desarrollo físico está caracterizado por las secuencias de modificaciones evolutivas de las funciones del organismo; estas engloban simultáneamente, tanto las transformaciones cuantitativas como las cualitativas, y debe ser encarado como un producto de maduración y experiencias ofrecidas en el individuo, donde todo este proceso está sometido a los efectos de determinantes económicos, sociales y culturales que amplían, restringen o anulan aspectos del desarrollo físico de los niños o determinan grandes variaciones en las tasas del desarrollo de los mismos.

En la evaluación del desarrollo físico el peso y la talla corporal tienen un papel importante, el primero es probablemente el mejor indicador de nutrición y crecimiento cuando se utiliza con precauciones adecuadas; la talla no siempre puede dar un criterio decisivo para la valoración del desarrollo físico de los niños, ya que es uno de los indicadores más genéticos del desarrollo humano. Los estudios sobre las normativas de la talla para la población cubana según la tablas de crecimiento y desarrollo del Dr. J. Jordán et.al (1979), revelan que a partir de los dos años el crecimiento promedio es de 4.50 cm. hasta los trece años en las hembras, y en los varones 4.30 cm. hasta la edad de dieciséis años, estando cerca de las cifras promedios admitidas internacionalmente.

La predicción de la talla, desde el punto de vista del análisis del potencial genético está plasmada en los trabajos de un gran grupo de investigadores que propusieron diferentes fórmulas para su determinación, aunque los métodos más conocidos y utilizados en la actualidad son el de Bayer,L.M; Bayley,N.(1959) Roche-Wainer-Thissen,(1975) y Tanner,J.M.-Whitehouse, R.H. (1975), y el de Alexander P. (1994) que obviamente es el que más se ajusta en la actualidad.

En investigaciones realizadas en este país se ha comprobado que en todo grupo de niños/as y adolescentes, independientemente de la aparente igualdad en cuanto a la edad calendario, van a existir sujetos con un desarrollo físico adelantados, atrasados biológicamente o con una madurez biológica acorde con su edad calendario, aspecto que se señala por Clarke y Borms (1968) y García A. P. (1990). Esto implica la presencia de niños/as y adolescentes de igual edad cronológica con diferentes posibilidades de asimilación de una misma carga física y por ende, con diferentes posibilidades de lograr resultados deportivos, ya que la maduración lleva aparejada incrementos en la capacidad de trabajo para la realización del ejercicio.

Este fenómeno del desfase entre lo cronológico y lo biológico, hace necesaria la utilización de instrumentos que permitan conocer, con la mayor exactitud posible el proceso de crecimiento y maduración de los niños/as y adolescentes.

Varios estudios se han realizado para obtener una estimación de la edad biológica de los niños/as y adolescentes; entre los métodos más empleados para la valoración del desarrollo o edad biológica son la determinación de la edad ósea, dental, el grado de maduración de los caracteres sexuales secundarios y del desarrollo morfológico. Siret, J. et al. (1991) expresa que, la edad biológica equivale al nivel de maduración alcanzado por el organismo como una unidad, como un todo único, y por extensión, al grado de madurez de cada uno de los

subsistemas que lo forman; los conceptos madurez, edad biológica o fisiológica en relación con la edad cronológica son importantes para comprender los acontecimientos anatómicos, fisiológicos y bioquímicos que tienen lugar durante el desarrollo humano. Estos investigadores proponen ecuaciones de predicción de la edad biológica por sexos basadas en la determinación del índice de desarrollo corporal de Wutscherk, H (1974) el cual ha sufrido modificaciones; este índice fue introducido en Cuba por León, P.S. (1984).

Como indicador antropométrico que permite valorar el grado de desarrollo corporal en niños y adolescente, en el cual se incluye un conjunto de medidas antropométricas, cuyo desarrollo y relaciones entre sí (proporciones), son dependientes de la edad. Los valores del I.D.C. se plantean entre 0.50, en la etapa escolar temprana, ascendiendo hasta valores alrededor de 1.00 en adultos; el conocimiento del grado de madurez o edad biológica durante la infancia o adolescencia y la correspondiente adecuación de las cargas de entrenamiento son de gran importancia en la protección, selección y desarrollo de talentos deportivos; varios investigadores hacen referencia a estos indicadores (Manila R:M. et. al.1973; Manila, R:M 1984; Bouchard C. et.al 1976. Wutscherk, H. 1982).

La madurez esquelética es muy variable al aparecer la osificación, a medida que los huesos se desarrollan y alcanzan sus últimas fases de fusión, la variabilidad disminuye. El surgimiento de los puntos de osificación primarios o secundarios en las primeras fases y la fusión de estos en la pubertad, determinan la madurez. Los tiempos de surgimiento y finalización de los diversos puntos por sexo son, entre otros, los aspectos que recogen las tablas y los atlas valorativos de la madurez ósea; entre los métodos radiológicos de valoración de la edad ósea (Greulich, W.W. y Pyle, S.I. 1950; Tood, T.W, 1964; Tanner et al. 1975), citado por Watson, H. E. y Lowrey H. G (1996) hay preferencia por el de este último, pues tienen la ventaja de estar validados en una muestra altamente significativa de la población cubana, señala Jordán, (1979). Otros estudios realizados en Cuba son los de Jiménez, et al. (1986 y 1987) sobre la maduración ósea teniendo en cuenta el sexo, la raza, la talla y la menarquia, y los de Díaz, M. et al. (1986) en adolescente y su correlación con algunas variables antropométricas.

La valoración de los estadios de madurez de los caracteres sexuales secundarios para determinar la edad biológica es uno de los más utilizados en el mundo de la actividad física y el deporte, por su facilidad y economía, pero conlleva el problema de ser un método demasiado invasivo para la intimidad de los niños.

En nuestro país se utilizan las escalas del profesor Tanner, J. M. (1966), referidas al vello púbico, desarrollo de las mamas, de los genitales masculinos y la ocurrencia de la menstruación en las niñas, como criterios de evaluación en lo relativo a los caracteres sexuales secundarios.

1.3-Composición corporal

Wang,Z; Heshka, S; Pierson, R.N. y Heymsfield, S.B (1995) señalan que el estudio de la composición corporal comprende la determinación de los componentes principales del cuerpo humano, las técnicas y métodos utilizados para la obtención y la influencia que ejercen los factores biológicos como la edad, el sexo, el estado nutricional o la actividad física. El estudio de la composición corporal es de gran utilidad en la valoración funcional del deportista por la influencia que tienen las características morfológicas sobre el rendimiento deportivo; otros autores (Heyward, V.H.1998; Kiss ,M; Böhme, M.T.S.; y Regazzini,M 1999; Nieman,D.C 1999) describen la composición corporal como la proporción entre los diferentes componentes corporales y la masa corporal total, siendo normalmente expresada por los porcentajes de grasa corporal y masa magra.

En la actualidad las informaciones sobre composición corporal son además de gran interés para investigaciones de consumo y almacenamiento de energía, masa proteica, densidad mineral del esqueleto, definir la hidratación relativa y también en estudios de crecimiento y desarrollo aplicados a poblaciones normales y en deportistas.

Los estudios de composición corporal aportan un gran número de informaciones biológicas, para lo cual es necesario tener un amplio conocimiento de las diferentes formas de determinación de la misma. Canda, M.A.S. (1996) expresa que se han establecido diferentes modelos en la caracterización de los más de treinta componentes principales descritos.

Actualmente se sabe que el mejor y más adecuado método de evaluación de la composición corporal es el fraccionamiento del peso corporal total en sus diversos componentes (peso de grasa, peso muscular, peso óseo y peso residual, que comprende órganos, pelo, sangre, tejido epitelial, y sistema nervioso según Drinkwater D.T. y Ross, W.D. (1980); Machida J.(1987) Guedes y Guedes ,J.E.R.P.(1994).

Considerando que los componentes corporales que sufren mayor influencia en la actividad física y de las dietas son la masa muscular y la masa grasa, la tendencia de los estudios en esa área ha sido fraccionar el peso corporal en dos compartimientos, masa grasa y masa muscular magra señalan Heyward, V.H.(1991); Lohman, T.G.(1992); Guedes y Guedes, J.E.R.P.(1994), cuestión que sin lugar a dudas se contradice con las nuevas tendencias a nivel mundial.

1.3.1- Métodos de evaluación de la composición corporal.

Como ya se ha expresado anteriormente, existen varias técnicas para determinar la composición corporal, pudiéndose clasificar estos procedimientos de determinación en métodos directos, indirectos y doblemente indirectos; el método directo es aquel en que se hace la separación y pesaje de cada uno de los componentes corporales aisladamente, lo que es posible por disección de cadáveres.

El método directo está presente a través de la disección de cadáveres, es la única metodología considerada como directa. En este método ocurre la separación de los diversos componentes estructurales del cuerpo humano, a fin de verificar su masa aisladamente y establecer relaciones entre ellas y la masa corporal total. De esta forma, se puede percibir la dificultad de estudios incluyendo este procedimiento, lo que justifica la pequeña cantidad de investigaciones con cadáveres y la utilización de metodologías más accesibles.

Dentro de los estudios de mayor relevancia en esta área, que utilizaron la metodología directa se encuentran los de Mateigka, J (1921) y Drinkwater D.T (1980).

En el estudio realizado por Drinkwater,D.T., entre Septiembre de 1979 y Junio de 1980 en veinticinco cadáveres en edades comprendidas entre 55 y 90 años que fueron medidos y disecados, fue el único en que los datos de las medidas de superficie y composición anatómica fueron recogidos en los mismos cadáveres. Este trabajo contribuyó a la obtención de nuevos datos sobre la cantidad de los tejidos y órganos del cuerpo humano adulto, registrando la cantidad de los mismos por medidas corporales externas, aportando datos que pueden ser utilizados para la validación de varios métodos para estimar la composición corporal humana en vivo y para el desarrollo de nuevos métodos antropométricos.

Clarys, J.P; Martín, A. D., y Drinkwater, D. T (1984) también realizaron otras seis disecciones cadavéricas (tres varones y tres hembras) en Bélgica cuya diferencia consistió en la segmentación de los componentes menores de los miembros superiores e inferiores, con el fin de aportar datos para utilizar en biomecánica. De este estudio resultaron ecuaciones de regresión para la estimación de masas segmentarias.

Es importante resaltar que la utilización de las ecuaciones propuestas por este estudio al estar compuesta la muestra por individuos de la tercera edad debe considerarse cuidadosamente al aplicarla en poblaciones de niños, jóvenes y deportistas.

Los métodos indirectos son aquellos en los que no hay manipulación de los componentes separadamente pues sus estimaciones son a partir de principios químicos y físicos que buscan y extrapolan las cantidades de grasa y de masa magra.

Entre los métodos indirectos podemos citar los métodos químicos como el conteo de potasio radioactivo (K^{40} y K^{42}), la dilución de oxido de deuterio, la excreción de creatinina urinaria, etc.

En relación con los métodos físicos, los más conocidos son la densitometría, el ultrasonido, tomografía computarizada, la absorciometría dual fotónica de rayos X, la resonancia magnética.

El método de la Densimetría comenzó a desarrollarse a partir de los años 30, cuando la marina de los Estados Unidos estuvo interesada en conocer el porcentaje de grasa de los buceadores; desde ese momento este método ha sido considerado como más valioso para la determinación de la composición corporal, y se utiliza para validar los nuevos. La Densimetría tiene su base en el principio de Arquímedes, que resumidamente dice que si se conoce la masa y densidad de un objeto, y las densidades de sus constituyentes, se puede calcular las masas parciales de cada uno de ellos. De esta forma, considerando un modelo bicompartimental de la composición corporal, siendo el peso libre de grasa y el peso graso los dos constituyentes, se podría determinar la proporción de cada uno de ellos si se conoce la masa y densidad total, y las densidades de estos dos componentes.

Plantean un grupo de investigadores como Wilmore, W.H. (1983); Martin, A.D; Drinkwater, D.T.; Clarys J.P.y Ross, W.D.(1986); Ross W.D et al (1986); Lukaski,H:C (1987), que el método presenta el problema del conocimiento de las densidades del peso magro y del peso graso, además de otras cuestiones. Se señala que las suposiciones básicas que necesita este modelo se sustenta en que:

-Es necesario un modelo bicompartimental de la composición corporal.

-Cada componente tiene densidades constantes y conocidas.

-Los tejidos que forman cada componente, sobre todo el peso magro, se encuentran en proporciones fijas, sin tener en cuenta la edad, el sexo o la raza del individuo.

Desde los primeros estudios de densimetría se dan como valores estándar para las densidades de peso magro y de peso graso 1.1g/cc y 0.9g/cc respectivamente señalan (Brozek, J. (1965); Lohman, T.G. (1986); Ross,et al (1986); Brozek supone además que la densidad ósea es de 1.3g/cc y que la densidad celular varía entre 1.069g/cc y 1.079g/cc .

Los supuestos anteriores, sin embargo, no se cumplen en muchas ocasiones. La más importante de las objeciones se refiere a la constancia de la densidad del peso magro y de sus constituyentes, ya que la densidad media de la grasa corporal sí parece ser biológicamente constante, pues si bien los distintos tipos de moléculas lipídicas tienen densidades distintas, el interés de la composición corporal está en la grasa como constituyente biológico general, según Wilmore,W.H. (1983), Ross,et al (1986); Shephard, ,R.J.(1991). Se sabe que la densidad ósea varía con la edad y el tamaño corporal, y en ancianos la presencia de osteoporosis u osteosclerosis hace que la variación sea importante (entre 1.18g/cc y 1.33g/cc) expresan Jones, P.R.M y Corlett, J.T.(1980); Lohman,T.G. (1981); Martín,A.D. Drinkwater,D.T ClarysJ.P. y Ross, W.D (1986); Roche,A.F, Heymsfield, S.D. y Lohman, T.G.

(1996). Otras causas de variación importantes en la densidad del peso magro son la cantidad de agua presente en el mismo, la gran variabilidad de la proporción de tejido muscular y la cantidad de tejido adiposo encontrada en el constituyente no graso.

Chamorro, M.(1994) señala que la edad también es un factor de variable en la densidad del peso magro. Lohman,T.G. (1986) estimó que es de 1.08g/cc a los diez años y de 1.1g/cc en adultos. La actividad física intensa también provoca un aumento de la densidad del peso magro debido, sobre todo a un aumento en la mineralización ósea, ya que el mineral óseo tiene una densidad de 3.0g/cc. El aumento de masa muscular debido al ejercicio tiene un efecto contrario sobre la densidad del peso magro, debido a que la densidad del el tejido muscular es de 1.0643 según Shephard, R.J.(1991) y Roche, A.F. Heymsfield, S.D. y Lohman, T.G. (1996).

(Lukaski, H.C. (1987) y Brodie, D.A (1988 a) plantean que existen tres técnicas para medir la densidad corporal. La más utilizada es la medición del peso corporal en el aire y en el interior del agua. La densidad corporal se calcula por la relación entre el peso en el aire y la diferencia entre el peso en el aire y en agua, con correcciones para los volúmenes de gases internos. El segundo método utiliza directamente el principio de Arquímedes y consiste en medir el volumen de agua desplazado cuando se produce una inmersión completa mediante una bureta calibrada puesta en comunicación con el tanque donde se produce la inmersión. También en este método son necesarios correcciones para los volúmenes residuales de gas pulmonar e intestinal y en ambos se debe indicar al individuo que debe espirar el aire pulmonar totalmente. El tercer método es de desarrollo reciente y consiste en la utilización de un pletismógrafo, que mide los cambios de presión en una brújula situada en el tanque de inmersión, con lo que se hace innecesaria la inmersión completa y la corrección para los volúmenes de gas residual.

Dado que el interés de la Densimetría era estimar la cantidad de grasa corporal, varios autores han desarrollado ecuaciones que relacionan la densidad corporal y el porcentaje de grasa, De todas ellas, las más utilizadas son las de Siri,W.E (1961) y la de Brozek, J. (1963), cuyas formulas respectivas son:

$$\text{Siri: } \%G = \left(\frac{4,95}{D} \right) - 4,5 \quad (14) \quad \text{Brozek et al. : } \%G = \left(\frac{4,57}{D} \right) - 4,142 \quad (15)$$

Con estas dos ecuaciones, señala Lohman, T.G. (1981), que se obtienen resultados diferentes, si el porcentaje de grasa es superior al 30%, correspondiendo entonces los valores más altos a la ecuación de Siri, W.E. Además, con esta última ecuación se pueden obtener valores del porcentaje de grasa negativos, cuando la densidad sea mayor de 1,1 g/cc, tal y como ocurre en algunos deportistas, como los practicantes de fútbol americano concluyen Ross W.D y Marfil-Jones,M.J. (1991). Aunque esta técnica presenta valores de densidad corporal muy precisos, solamente individuos con una razonable adaptación al medio acuático pueden ser sometidos a sus procedimientos, lo que limita enormemente su utilización en estudios rutinarios de composición corporal. Debido a que el pesaje hidrostático necesita de técnicos altamente entrenados y equipamientos de laboratorio costosos, la determinación de la composición corporal es raramente determinada por esta técnica en situaciones de campo.

La Ultrasonografía se basa en la utilización de un instrumento que convierte la energía eléctrica en energía ultrasónica de alta frecuencia. La misma es transmitida al interior de la zona

corporal donde se desea estudiar la composición del cuerpo. Cuando estas ondas chocan en la zona de unión de dos tejidos con propiedades acústicas diferentes, algunas de ellas se reflejan, siendo recogidas de nuevo por el aparato de medición y transformadas en energía eléctrica, que es visualizada en un osciloscopio, o como placas fotográficas de la zona estudiada plantea Lukaski, H.C.(1987).

Según Weiss, L.W y Clark, F.C (1985), las correlaciones entre el método de ultrasonidos y otros métodos para medir la grasa subcutánea son altas en general, indican que para la pantorrilla la correlación entre la medición de los pliegues de grasa y el scan-B es de 0.87 en varones y 0.50 en hembras, además de que entre el pliegue de tríceps y la medición sónica en el mismo punto, las correlaciones son de 0.63 para los varones y 0.81 para las hembras; para Weits, T Van Der Beek,E.J., y Wedel,M (1986), las correlaciones entre las mediciones de los pliegues de grasa y la medición por el scan – B era mayor de 0.70 en los ocho pliegues estudiados, llegando a ser de 0.89 para la zona suprailíaca, concluyendo que la precisión es similar en ambos métodos, pero que el método de los ultrasonidos evita el problema de las diferencias en la compresibilidad de los pliegues; Jones, P:R:M; Davies,P:S:W, y Norgan, N.G (1986) y Hayes, P.A. et al (1988) que las correlaciones altas entre los pliegues de grasa y la medición por scan -A, variando estas entre 0.87 y 0.99; y el último, comparando espesores de grasa medidos en 12 puntos con plicómetros de pliegues cutáneos, y con un instrumento de resonancia magnética nuclear (RMN), encontraron una alta correlación con el método de Ultrasonografía.

Señala Heyward, V.H. (1996), que antes de que los métodos de Ultrasonografía se conviertan en una técnica aceptada y de amplio uso en el campo de la ciencia del ejercicio físico, deben llevarse a cabo mayores estudios de validación, ya que los estudios preliminares no apoyan la superioridad de los ultrasonidos sobre la técnica de los pliegues cutáneos, y en consecuencia no se justifica el costo de un equipo portátil de ultrasonido que es diez veces más caro que un calibrador de pliegues cutáneos.

El método de la Tomografía computarizada utiliza rayos x, según Brodie, D.A.(1988b); Jebb, S.A.,y Elia, M. (1993) puede mostrar imágenes seccionadas del cuerpo; cuanto más denso es un tejido, más absorberá los rayos X, por lo que este método provee dos tipos de información útil para el estudio de la composición corporal: la densidad de cada tejido dentro de la sección estudiada, aunque únicamente en relación con otros tejidos, pues la medida es arbitraria y la proporción de cada tejido en el área seleccionada.

Señala Forbes, G.B (1987); que la mayor utilidad de este método es valorar la relación entre grasa subcutánea y grasa interna, sobre todo en las zonas del tronco De esta forma Borkan,G.A et al (1983) midieron las secciones del muslo, del abdomen, del tórax y del brazo de cuarenta y un voluntarios, encontrando que la correlación de la grasa total (medida por dilución de potasio 40) con el área total de grasa del abdomen, era de 0.70, y de 0.73 con el área de grasa subcutánea en la misma zona, si bien encontraron correlaciones significativas con las secciones de las extremidades y del tórax. Enzi,G. et al (1986) encontró altas correlaciones del índice de masa corporal con la grasa torácica y abdominal medida por tomografía, Rice, C.L et al (1990) indica que la medida de la cantidad de grasa en el brazo, medida a través de los pliegues subcutáneos, está subestimada; también Brodie,D.A (1988) señala que la tomografía computarizada presenta dos claros inconvenientes: que sólo permite la valoración de grasa corporal en regiones determinadas del cuerpo y que los sujetos están expuestos a dosis de radiación relativamente altas.

La Resonancia magnética nuclear, se basa en la absorción de ondas electromagnéticas que sufren los núcleos atómicos cuando son sometidos a la acción de un campo magnético, convirtiéndose a su vez en magnetos o imanes y moviendo el eje de rotación atómico para alinearse con el cuerpo magnético exterior con una radio frecuencia conocida como frecuencia de Larmor, señala Brodie, D.A. 1988 b).

Cuando cesa la acción del campo magnético exterior los átomos tienden a volver a su situación anterior, en un proceso denominado relajación y que puede medirse con dos constantes de tiempo t_1 y t_2 , que calculan el proceso de relajación en el eje transversal z y en el eje longitudinal x – y. En líquidos ambas constantes tienen el mismo valor; en sólidos t_1 es muy grande y t_2 muy pequeño. En función de los valores de estas constantes se construyen imágenes que representan la disposición de los distintos tejidos humanos como demuestran Brodie, D.A (1988) y Jebb, S.A y Elia, M. (1993).

Se debe significar que los átomos que se ven sometidos con más eficacia a la acción de los campos magnéticos son los de hidrógeno, por lo que este método provee de información sobre todo del grado de hidratación de los tejidos y, por tanto, es capaz de diferenciar los tejidos grasos y los no grasos, considera Lukaski, H.C. (1987). Además, la posibilidad de obtener imágenes de cortes transversales de una zona corporal, permite diferenciar la distribución entre la grasa subcutánea e interna; por dicho motivo las imágenes de resonancia magnética en la zona lumbar son las más apropiadas para determinar la cantidad de grasa corporal considera Ross, R. et al 1992).

Interactancia infrarroja. Este es el método más desarrollado recientemente para valorar la composición corporal de los sujetos. El mismo se basa en las propiedades de absorción y reflexión lumínica cuando se usa luz infrarroja. Si se usa un espectroscopio para emitir energía a una zona del cuerpo con una profundidad determinada (normalmente 1 cm.), la energía emitida en parte es dispersada y en parte reflejada, y se puede medir la cantidad de esta última. Se denomina Interactancia a la relación entre la energía emitida y la recibida, haciéndose una transformación matemática para reducir los efectos de la temperatura y del tamaño de las partículas, consistente en calcular la derivada segunda del logaritmo de la inversa de la Interactancia. Estos valores matemáticos muestran una alta correlación (0.94) con el porcentaje de grasa estimado por dilución por Deuterio, por la medición de pliegues de grasa (0.90) y por ultrasonidos (0.89), si bien el método de la Interactancia sobreestima el porcentaje de grasa refiere Lukaski H.C. (1987).

La Absorimetría dual fotónica de rayos X (DXA) es una tecnología nueva que está ganando reconocimiento como método de referencia para la investigación en composición corporal en tres componentes, el graso, el magro y el mineral óseo, por lo que disminuye considerablemente el error que comporta lo variable de la densidad de la masa magra en la estimación hidrodensitométrica de la composición corporal, afirman Nord, R. La H. y Payne, R. K. (1994). Otros investigadores como Haarbo, J. et al (1991), Mazess, R.B. et al (1990) y Svendsen, O.L. et al (1993) señalan que se conoce que la masa de estos componentes puede ser determinada con la exactitud igual o superior a la de cualquier método disponible para medir la composición corporal, tanto *in vitro* como *in vivo*.

Una de las ventajas del método DXA sobre otros procedimientos empleados en el estudio longitudinal de la composición corporal, es su alto nivel de confiabilidad; la mayoría de los estudios han confirmado que el coeficiente de variación entre el 0.2 y 1 % para la masa corporal total, entre el 0.9 y 1.2 % para el contenido mineral óseo, entre el 1 y 5% para la masa libre de grasa, y entre el 1.5 y el 6% para la masa grasa es señalada por varios investigadores

como Abrahamsen, B., et al.(1996); Going,S.B. et al(1993); Horber,F.F et al(1992); Johansson, A.G. et al (1993); Lopez Calbet, J.A; Dorado G.C.y Chavarren C.J (1996); Mazess,R.B.et al(1990); Pritchard, J.E.et al (1993) y Rusell-Aulet, et al(1991).

Otros estudios han tratado de validar la DXA por procedimientos indirectos, comparando los resultados de composición corporal obtenida por DXA con los proporcionados con hidrodensitometría, antropometría, impedancia bioeléctrica, determinación de agua corporal total, con agua deuterada o tritiada, y con potasio total; en general, existe una buena correlación ($r > 0.75$) entre los valores de masa grasa y masa libre de grasa obtenidos por las técnicas anteriores relacionadas con DXA plantean Abrahamsen, B., et al.(1996); Friedl,K.E., et al.(1992); Haarbo,J. e al.(1991); Hart,P.D. et al (1993); Johansson, A.G. et al (1993); López C,J.A, et al (1996); Snead, D.B.; Birge,S.J.; y Kohrt,W.M. (1995); Stewart, S.P. et al (1993); Van L.M.D y Mayclin, P.L. (1992); Wellens,R. et al 1994 y Withers, R.T. et al (1992). El principio básico de la DXA es la utilización de una fuente de rayos X con un filtro que convierte un manojó de rayos X en picos fotoeléctricos de baja y alta energía que atraviesan el cuerpo del paciente. La obtención de la composición corporal es hecha por la medida de atenuación de los picos fotoeléctricos en el cuerpo.

La aplicación de esta técnica requiere de algunas valoraciones para obtener la composición corporal, siendo una de ellas el efecto de la variación del agua total del cuerpo, y otra el perímetro corporal del individuo examinado. La medición de la masa grasa por medio de DXA valora que el componente magro contiene una fracción fija de agua (73,2 %); no obstante, el contenido de agua puede variar, aumentando durante la actividad física en los músculos involucrados y disminuir de forma más o menos homogénea con la deshidratación según McArdle, W.D.; Katch,F.I; Katch,V.L., (1986). En cuanto al perímetro del cuerpo, los estudios realizados por Lohman, T. G (1996) han mostrado que, cuando este excede a 20-25cm, tanto de masa grasa como masa magra presentan valores superestimados, observándose error e imprecisión aumentados cuando se comparan a individuos con un perímetro corporal menor de 20 cm.

Los estudios utilizando la técnica de DXA al ser comparados con otros métodos para evaluar la composición corporal (medición de pliegues cutáneos, impedancia bioeléctrica, espectrometría y pesaje hidrostático) son considerados un procedimiento no invasivo, no traumático, de alta precisión y reproductivo que permite medidas compartimentadas y proporciona la evaluación longitudinal de un individuo con mayor seguridad y rapidez. Su utilización efectiva en la práctica clínica está desplazando los estudios comparativos de diferentes métodos, señala Gutin, B. et al (1996).

Los procedimientos doblemente indirectos son validados por un método indirecto, más frecuentemente por el pesaje hidrostático y la absorción de rayos X de doble energía (DXA), siendo los más utilizados en los estudios de campo en la actualidad la Impedancia Bioeléctrica y la Antropometría.

Según el método de Impedancia bioeléctrica, el análisis de la composición corporal con el mismo tiene como base la medida de resistencia total del cuerpo al pasar una corriente eléctrica de 500 a 800 μ A y 50 Khz. Brodie, D.A.(1988); Forbes, G.B.(1987); Khaled, M.A., et al, (1988) (citado por Pacheco del C P.J.L 1996) señalan que la Impedancia bioeléctrica (BIA) se basa en el principio de que la impedancia (resistibilidad de una corriente alterna) es proporcional al volumen del conductor y la longitud del mismo, continúan señalando que “si reconsidera al cuerpo como un cilindro conductor, y la longitud su estatura, la medición de la

impedancia estará relacionada con la resistencia del cuerpo al paso de la corriente. La impedancia según este principio, es mayor en el tejido adiposo, pues la conductividad está muy relacionada con la cantidad de agua, y dicho tejido es anhidro. Por el contrario el peso magro tiene un alto porcentaje de agua, y es por tanto, un buen conductor de la electricidad. En el análisis de la impedancia lo que se mide realmente es la relación $\text{estatura}^2/\text{resistencia}$, encontrándose que existe una alta correlación entre el valor de esta y la cantidad total de agua corporal, con el peso magro plantean (Hoffer, E.C; Meador.C.K y Simpson, D.C.(1969) y Kushner, R.F.,et al (1990).

Segal, K.R., et al (1988, 1991) encontraron altas correlaciones para ambos sexos entre el peso magro calculado por Densimetría y por impedancia ($r=0.896$ en varones y $r=0.889$ en hembras); al mismo tiempo que han desarrollado ecuaciones de predicción del peso magro, partiendo de los valores obtenidos de la resistencia eléctrica, y en las que se tiene en cuenta, también, el cuadrado de la estatura y el peso. Anteriormente, Lukaski, H.C., et al. (1986) y Graves,J.E, et al.(1989) desarrollaron ecuaciones basadas en el cuadrado de la estatura. Heitmann, B.L (1990) asumiendo la medida de grasa estimada mediante BIA y la estimada a partir del índice de masa corporal y de la medida de los pliegues.

Tanto la velocidad como la relativa simplicidad de ejecución de la impedancia bioeléctrica representan una gran ventaja para su utilización en estudios clínicos y de campo. La principal limitante para su aplicación surge cuando el individuo evaluado presenta alteraciones en su estado de hidratación, también la cantidad de alimentos y líquidos ingeridos, como por la actividad física realizada durante el día del test. Otros factores como nefropatías, hepatopatías y diabetes, pueden influenciar en el resultado obtenido durante el uso de esta técnica.

Según Lukaski, H.C. et al. (1986), para la realización de análisis de la composición corporal por medio de la impedancia bioeléctrica, el evaluado tiene una participación decisiva, debiendo cumplir una serie de recomendaciones previas al test, sin las cuales su resultado podrá ser comprometido.

Las recomendaciones son las siguientes:

- No utilizar medicamentos diuréticos en los siete días que anteceden al test.
- Mantenerse en ayuna por lo menos 4 horas antes del test.
- No ingerir bebidas alcohólicas en las 48 horas anteriores al test.
- Orinar por lo menos 30 minutos antes del test.
- Permanecer por lo menos de 5 a 10 minutos acostado de cúbito prono, en total reposo antes de la ejecución del test.

Un alto número de investigadores han desarrollado técnicas de campo para el pronóstico para estimar la composición corporal por medio de medidas antropométricas, que utiliza para su diagnóstico, mediciones de estatura, peso corporal, circunferencias corporales, diámetros óseos y pliegues cutáneos. Cuando el objetivo es solamente estimar el por ciento de grasa corporal, las medidas más utilizadas son los pliegues cutáneos, basado en el hecho de aproximadamente la mitad del contenido corporal total de grasa está localizado en los depósitos adiposos existentes directamente debajo de la piel. Esa grasa localizada está directamente relacionada con la grasa total, señalan Mcardle, W.D., Katch,F.I; Katch,V.L.(1986)

El uso de variables antropométricas para la estimar la composición corporal tiene, sin embargo, muchos inconvenientes, y el desarrollo de ecuaciones de valoración de la densidad

corporal o del porcentaje de grasa ha sido criticado a menudo. Así, Johnston, F.E. (1982) indica que no es posible encontrar relaciones entre antropometría y grasa total, pero sí al menos estimar los cambios de grasa subcutánea en los pliegues que se miden. El mismo autor indica que las ecuaciones de estimación de la grasa corporal suelen presentar algunos defectos. Este inconveniente se conoce como especificidad poblacional de las ecuaciones de estimación, y ha sido demostrada por varios autores como Lohman, T.G (1981, 1986); Mukherjee, D y Roche, A. F (1984); Wilmore, W.H. (1983), etc.).

La elección de las variables utilizadas, pues en ocasiones son difíciles de medir, y en otras se usan como variables independientes, combinaciones lineales de medidas simples. Este problema de la elección de medidas ha sido también debatido por otros autores. Brozek, J (1963) indica que los pliegues del tríceps y subescapular son estimadores idóneos, pues miden más frecuentemente, aunque no sean los que aportan una mejor precisión. Pollock, et al (1976) indican que la mejor estimación proviene al utilizar conjuntamente los pliegues de grasa, perímetros y diámetros. Martín, et al, (1985) encontraron que la medida del pliegue frontal del muslo es la que mejor se correlaciona con la medición de la grasa subcutánea por incisión quirúrgica, y concluyen que debería estar presente en todas las ecuaciones de regresión que se formulen.

Pacheco del C.J.L. (1996 y 1999) señala que existen otros factores que hay que tener en cuenta cuando se usen variables antropométricas, sobre todo los pliegues subcutáneos de grasa, para estimar la composición corporal. El principal de ellos es la compresibilidad de los pliegues subcutáneos. La misma puede ser de dos tipos: dinámica y estática. La primera se produce al aplicar el calibrador de medición al pliegue, y que se muestra con una disminución constante dentro de los primeros segundos de aplicación, según destaca Martín, A.D., et al (1985). El error provocado por esta compresibilidad disminuye cuando se emplea técnica de medida estandarizada. La compresibilidad estática se debe, fundamentalmente, a las diferencias en el tejido adiposo subcutáneo, que varía con la edad, sexo, y el pliegue elegido para la medición señala Brodie, D.A (1988a).

Otras de las dificultades es la existencia de aproximadamente 93 posibles localizaciones anatómicas donde la medida de un pliegue cutáneo puede ser obtenida. Está claro que la utilización de tantas medidas tornaría este método extremadamente engorroso.

Pese a todos estos inconvenientes los métodos antropométricos son los más utilizados al estimar la composición corporal, bien sea estimado la densidad corporal, y a partir de ella, calcular el porcentaje de grasa mediante la ecuación de Siri, W.E. (1961), o bien utilizando directamente ecuaciones para la estimación del porcentaje de grasa, si bien la postura más generalizada en la actualidad es que la valoración más exacta de la grasa corporal debe hacerse mediante la construcción de un perfil de distribución de grasa, o mediante la sumatoria de un número determinado de pliegues, como el tríceps, el subescapular, el bíceps, el axilar media, el torácica o pectoral, el suprailiaca, el supraespinal, el de muslo, el abdominal y el de pantorrilla medial, los cuales indican a las necesidades de la gran mayoría de las ecuaciones predictivas de la estimación de la grasa corporal según Pollock et al (1976); Pollock, M.L.; Jackson, A.S. (1984); Jackson, A.S.; Pollock, M.L.; (1985); Guedes, D. P. (1997).

Forbes G.B. (1996) describe un tabla de las ventajas, desventajas e inconvenientes de los distintos métodos para la evaluación de la composición corporal.

Los elementos antes expuestos son los que motivan de concebir una metodología que integre dos de los métodos más utilizados en la actualidad como son el Antropométrico y la Impedancia Bioeléctrica.

2.2- Fundamentación de la metodología.

2.2.1-Antecedentes de la metodología.

Los primeros estudios que se tienen conocimiento que hallan sido realizados en Cuba sobre estudios de la Impedancia Bioeléctrica para la determinación de la composición corporal en la población y atletas están registrados en las memorias del II Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica (2001) y el V Congreso de la Sociedad Cubana de Bioingeniería (2003) celebrados en nuestro país; estos trabajos se realizaron en la provincia de Santiago de Cuba por un grupo de especialistas de diferentes instituciones; básicamente del Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado utilizando un equipo Bio-Scan de fabricación española y las investigaciones.

Se une a lo anterior las realizadas fundamentalmente en la Escuela de Iniciación Deportiva Luís Augusto Turcios Lima de la provincia de Matanzas, por estudiantes de la Facultad de Cultura Física de dicho territorio, dirigiéndose estas a la determinación de la composición corporal en diferentes modalidades deportivas en ambos sexos y categorías, que permiten aplicar y validar la metodología propuesta, a partir de la integración del método Antropométrico y el de Impedancia Bioeléctrica, como una vía mas efectiva para la determinación de los perfil morfológico en deportistas.

1. Además se aspira a una metodología dinámica que permita poder ejecutar los perfiles morfológicos de forma rápida e inmediata, integrando los dos métodos.
2. Sea de bajo costo y de un nivel de complejidad tecnológico sencillo, para que pueda generalizarse a los entrenadores de la base.
3. Que la metodología vincule los resultados en la esfera medico – biológica a aspectos de la metodología del Entrenamiento, lo que permita una retroalimentación efectiva por parte de entrenadores y atletas.

-Objetivo de la metodología:

Diseñar una metodología para la determinación del perfil morfológico de los deportistas que combine el método Antropométrico y el de Impedancia Bioeléctrica.

-Muestra

Metodología.

Para esta investigación se tomaron como muestra 19 atletas del equipo de fútbol de la categoría juvenil del combinado deportivo 19 de Abril del municipio de Jagüey Grande de la provincia de Matanzas

Las mediciones se realizaron en un periodo que abarcó el espacio de la preparación general, especial. Es preciso señalar que la investigación llevada a efecto es de tipo Transversal.

En la ejecución de las mediciones participan además del investigador, personal de apoyo del combinado deportivo seleccionado a los cuales se les hizo conocer previamente el objetivo de la investigación y su participación en la misma como apoyo en la organización y buen desarrollo de la misma.

2.2.4-Materiales.

Los elementos de medida utilizados para realizar dicha valoración han sido los siguientes:

- Equipo médico de Impedancias Bioeléctrica OMRON BF302.(anexo1)
- Antropómetro de correderas larga y corta con una precisión de ± 1 mm. .(anexo2)
- Balanza de corredera Detecto- Medic con una precisión de ± 100 gr.(anexo3)

- Cinta métrica de fibra de vidrio y flexible. Marca: Mariposa. China, provista de un color blanco y con una precisión de ± 1 mm. (anexo 4)

Las mediciones se asentaron en las planillas de registros de datos antropométricos.

2.2.5-Métodos

Para el desarrollo de la investigación fue seleccionado de los métodos de investigación empíricos, la medición, tomando en cuenta que se desarrolla con el objetivo de obtener información numérica acerca de una propiedad o cualidad del objeto, proceso o fenómeno, donde se comparan magnitudes medibles y conocidas. Aunque la medición constituye una de las formas del conocimiento empírico, los procedimientos de medición se determinan por consideraciones teóricas. Para que esta cumpla su función debe reunir ciertos parámetros o características que le dan alta confiabilidad, que son:

- Conocimientos de las propiedades o cualidades del objeto motivo de medición.
- Las cualidades deben ser cuantificables.
- Establecer una unidad de medición.
- Comparar con la unidad los resultados obtenidos.
- Tener en cuenta la susceptibilidad de error.

Este método se empleo para la obtención de las diferentes variables antropométricas estudiadas.

Los métodos teóricos de investigación aplicados fueron: el análisis, la síntesis y la generalización en el proceso de valoración y análisis de los resultados, así como en la conformación de los resultados de la investigación.

-Método Antropométrico.

Procedimientos metodológicos para su utilización en la:

Determinación de la edad biológica, composición corporal, y otros indicadores con la utilización de mediciones antropométricas

Talla: Se midió la distancia máxima entre la región plantar y el vertex con el/a atleta en posición de atención antropométrica y la cabeza orientada en el plano horizontal de Frankfurt. La medida se reporta en cm.

Peso: El/a deportista se coloca en el centro de la plataforma de la balanza descalzo/a y con la menor ropa posible, sin que el cuerpo entrara en contacto con objetos aledaños. La lectura se efectuó en Kg.

Diámetros

Diámetro Biacromial: Esta medida se corresponde con la distancia entre los dos puntos acromiales, estando el/a deportista en posición antropométrica. La medida se reporta en cm.

Diámetro Bicrestal: Corresponde a la anchura máxima de la pelvis, a nivel del borde de las crestas ilíacas; es decir, a la distancia entre los puntos iliocrestales, comprimiendo lo más posible el espesor de los tejidos blandos, estando el/a atleta en posición antropométrica. La medida se reporta en cm.

Diámetro bicondilar del Fémur: Se colocó a el/a deportista sentado/a con la rodilla flexionada en ángulo recto. Se tomó la anchura máxima sobre los cóndilos del fémur, ejerciendo una presión fuerte para reducir al mínimo el espesor de los tejidos blandos. La medida se reporta en cm.

Diámetro del codo: Estando el/a deportista de pie, se toma la distancia entre la epitroclea y epicóndilo de la extremidad distal del húmero cuando el brazo es posicionado en el plano

horizontal y el antebrazo flexionado en ángulo recto o de 90°. El segmento del brazo debe ser orientado (horizontal) en el plano sagital. La medida se reporta en cm.

Circunferencias

Circunferencia máxima del antebrazo relajado derecho e izquierdo: Para su determinación, se mantiene el/a atleta en posición de pie y se toma la medida en el lugar más voluminoso (convexo) del antebrazo (un poco por debajo del codo) con el brazo colgando al lado del cuerpo, esta medición solo en varones.

A partir de las dimensiones anteriores se determinaron:

a) la edad biológica.

b) La composición corporal de peso muscular, peso óseo y peso residual con sus porcentajes.

2.2.7-Método de Impedancia Bioeléctrica.

Las recomendaciones para la realización de análisis de la composición corporal por medio de la impedancia bioeléctrica, son las siguientes:

No utilizar medicamentos diuréticos en los 7 días que anteceden al test.

Mantenerse en ayuno por lo menos 4 horas antes del test.

No ingerir bebidas alcohólicas en las 48 horas anteriores al test.

Orinar por lo menos 30 minutos antes del test.

Permanecer por lo menos de 5 a 10 minutos acostado de cubito prono, en total reposo antes de la ejecución del test.

-Procedimientos para la utilización del método de Impedancia Bioeléctrica.

Talla: Se midió la distancia máxima entre la región plantar y el vertex con el/a deportista en posición de atención antropométrica y la cabeza orientada en el plano horizontal de Frankfurt. La medida se reporta en cm.

Peso: El deportista se colocó en el centro de la plataforma de la balanza descalzo/a y con la menor ropa posible, sin que el cuerpo entrara en contacto con objetos aledaños. La lectura se efectuó en Kg.

Estos dos medidas antropométricas se complementan con la determinación de edad decimal del deportista, mas el sexo se introducen en el equipo OMRON BF302 que posee un software propio, lo que garantiza determinar el peso corporal de grasa y el porcentaje de grasa corporal.

Resumiendo este procedimiento quedara de la siguiente forma:

TALLA + PESO + EDAD DECIMAL + SEXO equipo OMRON BF302 = Determinación de peso corporal de grasa y el porcentaje de grasa corporal.

-Integración de ambos métodos

A partir de las mediciones antropométricas y la utilización del equipo de impedancia bioeléctrica se logra una valoración sobre bases científicas de la composición corporal en sus cuatro componentes básicos con la utilización de un número menor de indicadores.

El método Antropométrico garantiza la medición de la talla, el peso corporal, los diámetros y circunferencias; y la Impedancia Bioeléctrica determina el peso corporal de grasa y su porcentaje.

Ambos métodos interactúan entre si de la siguiente forma:

Para la ejecución de la Impedancia Bioeléctrica debemos utilizar datos que arrojan las mediciones antropométricas como son la talla y el peso corporal; la Impedancia Bioeléctrica elimina la utilización de mediciones de pliegues cutáneos, algunas medidas de circunferencias como las de abdomen, brazos, etc.; elevando los niveles de confiabilidad en las mediciones.

A partir de la integración de ambos métodos se puede lograr:

Determinación de la edad biológica y de la composición corporal en sus cuatro componentes básicos (peso masa muscular, peso corporal de grasa, peso óseo y peso residual, todos con su porcentajes)

-Análisis estadístico

Para el procesamiento de la información obtenida durante esta investigación se emplearon recursos estadísticos matemáticos que incluyen la creación de una serie de bases de datos en tablas de Excel para Windows, estos se llevaron al sistema SPSS 12 para Windows, donde se realizó el procesamiento de los indicadores para obtener los resultados estadísticos para caracterizar definitivamente la muestra a través de la prueba de T, porcentajes medianas desviación estándar y amplitud.

. Los datos antropométricos obtenidos se procesaron y se analizaron cada uno por separado con la aplicación de diferentes ecuaciones matemáticas.

-Análisis e interpretación de los resultados.

TABLA # 1 RESULTADOS CUANTITATIVOS EN LAS DOS MEDICIONES DE LA EDAD DECIMAL Y BIOLOGICA

Atletas	e.dec	e.dec	e.bio	e.bio
1	15,81	16,13	19,08	19,35
2	16,46	16,79	15,38	17,65
3	16,19	16,52	15,25	15,63
4	15,93	16,26	18,68	18,55
5	16,23	16,56	18,32	18,19
6	16,02	16,35	17,58	18,07
7	16,55	16,88	17,69	17,56
8	16,34	16,67	18,22	18,54
9	16,63	16,96	18,81	18,76
10	16,20	16,53	17,91	17,81
11	16,28	16,61	19,25	20,30
12	16,45	16,78	19,76	19,98
13	16,41	16,74	18,55	19,46
14	16,54	16,87	20,34	20,47
15	16,26	16,59	18,18	19,65
16	16,16	16,49	20,26	20,48
17	16,01	16,34	18,13	19,14
18	16,52	16,85	20,46	20,90
Promedio	16,28	16,61	18,44	18,92
Desv stand	3,74	3,82	4,46	4,53
Amplitud	0,83	0,83	5,21	5,27

Los alumnos atletas presentan en la primera medición una edad decimal de 16,28 años y una edad biológica de 18,44 años; en la segunda medición presentan una edad decimal de 16,61 años y una edad biológica de 18,92 años por lo que su desarrollo físico es acelerado.

TABLA # 2 RESULTADOS CUANTITATIVOS EN LAS DOS MEDICIONES DE LA ESTATURA, ESTATURA FUTURA PESO Y PESO IDEAL

Atletas	estatura	estatura	estatura futura	peso	P.ideal	peso	P.ideal
1	175	177	178,43	59	55,91	61	58,02
2	172	173	174,40	63	56,48	61,8	55,05
3	167	170	171,37	54	51,30	56	52,74
4	170	173	174,40	68	59,86	66	57,71
5	165	167	168,35	60,5	54,24	61	53,20
6	179	180	181,45	69	62,82	67	59,60
7	185	185	186,49	63	55,31	62,5	55,38
8	167	168	169,35	65	52,68	66	54,18
9	170	171,5	172,88	70	58,20	70,6	59,76
10	161	161,5	162,80	66	56,48	65,50	54,30
11	168	168	169,35	71	62,50	70,5	61,15
12	165	165	166,33	57	51,63	57,5	51,15
13	164	164	165,32	56	53,40	57,5	53,29
14	169	169	170,36	63	52,60	64	53,73
15	170	170	171,37	62	53,42	61,5	52,56
16	164	164	165,32	74	52,83	72,4	53,37
17	179	179	180,44	66	53,80	65,5	54,23
18	181	181	182,46	62	52,84	61,4	51,83
Promedio	170,61	170,61	171,99	63,81	55,56	63,76	55,22
Desv stand	39,67	39,67	40,18	15,55	14,55	15,30	14,43
amplitud	24,00	23,50	23,69	20,00	11,52	16,40	10,01

Al valorar la estatura promedio apreciamos que la misma se encuentra en el percentil 75 de las normativas de la población cubana en la primera y segunda medición en la mayoría de los alumnos atletas, igual situación se presenta en estatura futura, aunque dos alcanzarán el percentil 97.

En relación al peso corporal el mismo en la primera y la segunda medición se encuentra en el percentil 75 de las normativas de la población (60,4.kg.), las diferencias en relación a su peso ideal rebasan los 3 Kg en la generalidad de los investigados .

TABLA # 3 RESULTADOS CUANTITATIVOS EN LAS DOS MEDICIONES DEL % GRASA, PESO GRASA, PESO MASA MUSCULAR Y % MASA MUSCULAR

Atletas	%grasa	%grasa	P. grasa	P. grasa	PMM	PMM	%MM	%MM
1	4,5	4,2	2,66	2,35	32,92	29,50	55,79	52,77
2	8,9	9,4	5,61	5,31	33,62	27,62	53,37	48,90
3	4,3	5	2,32	2,57	30,46	26,83	56,42	52,30
4	10,3	10,8	7,00	6,46	34,47	27,09	50,68	45,25
5	8,9	11	5,38	5,97	32,32	25,21	53,42	46,49
6	7,7	9,5	5,31	5,97	37,08	30,65	53,74	48,79
7	10,5	9,8	6,62	5,42	31,30	24,93	49,69	45,07
8	16,3	15,4	10,60	8,11	30,43	20,28	46,82	38,50
9	14,50	13,2	10,15	7,68	34,51	24,92	49,30	42,82
10	12,4	14,7	8,18	8,30	33,85	24,30	51,29	43,03
11	10,3	11,4	7,31	7,12	35,96	27,76	50,64	44,42

12	8,1	9,5	4,62	4,90	30,68	24,90	53,83	48,23
13	4	6,3	2,24	3,36	31,56	27,47	56,35	51,44
14	14,2	13,8	8,95	7,26	30,24	21,29	48,00	40,47
15	11,9	12,5	7,38	6,68	29,48	21,72	47,54	40,65
16	24,6	22,6	18,20	11,94	28,97	14,45	39,14	27,35
17	15,9	14,8	10,49	7,96	29,70	20,15	45,00	37,45
18	12,7	13,4	7,87	7,08	29,12	20,90	46,97	39,56
Promedio	11,11	11,52	7,27	6,36	32,04	24,44	50,44	44,08
Desv stand	5,51	4,93	4,03	2,65	7,72	6,83	12,36	11,81
Amplitud	20,60	18,40	15,96	9,59	8,12	16,20	17,27	25,42

Al analizar el porcentaje de grasa corporal se aprecia que en la primera y segunda medición estos resultados se encuentran en la mayoría en las normativas para un atleta del deporte de fútbol que debe ser de 6-14 % según Lohman (1997). Los resultados de masa muscular observamos que en la mayoría de los alumnos atletas presenta en la primera y segunda medición valores por debajo de la norma de un futbolista la cual en esta edad 51,6% según Manila et al (1991).

TABLA # 4 RESULTADOS CUANTITATIVOS EN LAS DOS MEDICIONES DEL PESO ÓSEO % PESO ÓSEO, PESO RESIDUAL Y % PESO RESIDUAL

Atletas	P óseo	P óseo	%Poseo	%Poseo	P resid	P resid	% p resid	% p resid
1	9,21	9,36	15,61	16,74	14,22	14,70	14,22	14,70
2	8,59	8,66	13,63	15,33	15,18	14,89	15,18	14,89
3	8,20	8,41	15,18	16,39	13,01	13,50	13,01	13,50
4	10,14	10,40	14,92	17,37	16,39	15,91	16,39	15,91
5	8,22	8,36	13,58	15,41	14,58	14,70	14,58	14,70
6	9,97	10,05	14,46	16,00	16,63	16,15	16,63	16,15
7	9,90	9,90	15,71	17,90	15,18	15,06	15,18	15,06
8	8,31	8,38	12,78	15,91	15,67	15,91	15,67	15,91
9	8,47	8,58	12,10	14,74	16,87	17,01	16,87	17,01
10	8,06	8,09	12,21	14,33	15,91	15,79	15,91	15,79
11	10,62	10,62	14,96	16,99	17,11	16,99	17,11	16,99
12	7,97	7,97	13,97	15,43	13,74	13,86	13,74	13,86
13	8,71	8,71	15,55	16,31	13,50	13,86	13,50	13,86
14	8,63	8,63	13,70	16,41	15,18	15,42	15,18	15,42
15	10,20	10,20	16,46	19,10	14,94	14,82	14,94	14,82
16	9,00	9,00	12,16	17,03	17,83	17,45	17,83	17,45
17	9,90	9,90	15,00	18,41	15,91	15,79	15,91	15,79
18	10,06	10,06	16,23	19,04	14,94	14,80	14,94	14,80
Promedio	9,12	9,18	14,34	16,60	15,38	15,37	15,38	13,39
Desv stand	2,26	2,27	3,56	4,04	3,75	3,69	3,75	3,51
Amplitud	2,65	2,65	4,36	4,78	4,82	3,95	4,82	2,78

Los resultados del peso óseo se mantienen en forma estable a lo largo de las 2 mediciones y dentro de los parámetros internacionales aceptados, según Martín A.D. Y Drinkwater D. T (1991).

En el análisis estadístico apreciamos que en la edad decimal en las dos mediciones la amplitud es de (0,83 , 0,83) por lo que existe poca variabilidad; en la edad biológica y la estatura ocurre algo similar, con valores de (5,21, 5,27) y (24,00 , 23,50) el peso tiene variabilidad en las dos mediciones con (23,69 , 20,00) y el peso ideal no presenta poca variabilidad (11,52 , 10,01) el peso de masa muscular y el porcentaje de la misma presentan variabilidad con (8,12 , 16,20) y (17,27 , 25,42) lo mismo ocurre con el peso graso y su porcentaje los cuales son (15,96 , 9,59) y (20,60 , 18,40) en el peso óseo y su porcentaje la variabilidad es poca con (2,65 , 2,65) y (4,36 , 4,78) al igual que en el peso residual la variabilidad es poca con (4,82 , 3,95).

En la valoración de la desviación Estándar, en la edad decimal, biológica, el peso óseo, % de peso óseo, la estatura, peso, peso ideal, % de grasa, % de masa muscular, peso de masa muscular, % de peso residual y el peso residual los resultados arrojan homogeneidad edad decimal (3,74, 3,82) edad biológica (4,46, 4,53) peso óseo (2,26, 2,27) % de peso óseo (3,56, 4,04) en la estatura (39,67, 39,67) el peso (15,55, 15,30) el peso ideal (14,55, 15,43) % de grasa (5,51, 4,93) % de masa muscular (12,36, 11,81) peso de masa muscular (7,72, 6,83) % de peso residual (3,75, 3,51) peso residual (3,75, 3,69). El peso de grasa no presenta homogeneidad en las dos mediciones con (4,03, 2,65)

III-Conclusiones.

Tomando como base los resultados obtenidos podemos plantear las siguientes conclusiones. El 88,8 % y el 94,4 % de los atletas presentan un desarrollo biológico acelerado desde la primera hasta la segunda medición. La mayoría de los atletas (83,3 %) superan el percentil 50 de las normativas de la estatura de la población cubana para la edad, tres atletas alcanzaran, según pronósticos el percentil 97 para la edad de 19 años. Todos los investigados superan el percentil 50 de las normativas del peso para la población cubana, existen diferencias notables entre el peso corporal y el peso ideal en las dos mediciones, En los indicadores establecidos para los porcentajes de grasa corporal, 15 atletas (83,3%) presentan resultados de excelente y buenos; el resto presenta evaluaciones de mal (2) Y sobrepeso (1). El porcentaje de masa corporal de los atletas investigados presenta un resultado desfavorable desde la primera hasta la segunda medición, 6 atletas (33,3 %) se encuentran en los parámetros de normal y aceptables Los valores de la masa ósea de ambos sexos se encuentran dentro de los parámetros normales. Se da cumplimiento a nuestro problema de investigación y a los objetivos de trabajo trazados.

Bibliografía.

- Alvero, C.J.R ; De Diego A.A.M., Fernández V.J y García R.J.(2005) Métodos de evaluación de la composición Corporal. Tendencias Actuales (I). Archivos de medicina del Deporte 104 pp535-540.
- Bravo, B. C.A.; Villanueva, de B. I.(1999). Evaluación del rendimiento físico México. Editorial Didáctica Moderna, S.A.pp. 41-89; 241-281.
- (Brodie, D. A. (1988 a). Techniques of measurement of body composition. Part I Sports Med. 11-40
- (Brodie, D. A. (1988b). Techniques of measurement of body composition. Part II Sports Med. Pp.74-98
- Brozek, J.;Grande F; Anderson J. T. y Keys A.(1963).densimetric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. Ann N.York Acad.pp. 110; 130-140.

- (Brozek, J.(1965).Methods for the study of body composition: some recent advances and developments. En Brozek, J. 8Ed). Human body composition Oxford pp. 1-29
- Canda Moreno A.S 1996: Estimación antropométrica de la masa muscular en deportista de alto nivel Métodos de estudio de la composición corporal en deportistas pp.12 Madrid.
- Carter, J. E. L. (1981) Somatotypes of female athletes. In J. Borms, M,Hebbelink, and A. Venerando Eds. Medicine Sport pp. 55-88.
- ----- (1982) Body composition of Montreal Olympic Athletes. En Physical Structure Athletes Part I The Montreal Olympic Games Anthropological project. Carter JEL. 8Ed) medicine Sport.pp. 107-116
- Carter, J. E. L.; Yuhasz, M.S (1984) Skinfolds and body composition of Olympic athletes. Part II Kinanthropetric of Olympic athletes. pp144-182.
- Chamorro, M. (1994) Estudio de la composición corporal en la adolescencia. Pamplona.Libro de ponencia del V Congreso Nacional de F.E.M.E.D.E.. Archivos de medicina del Deporte.pp. 159-178.
- Ceballos, J.L. y Rodríguez R.R.N.(2001) Temas de Medicina Deportiva. Editado México Univ. Juárez, Durango ;BUAP Puebla México 2001-2003. pp 15-16
- Clarys, J.P(1994): Alternatives for the conventional methods of body composition and physique assessment. In Perspective in Kinanthropometry. Day, J.A.P. (eds), Human Kinetics: Champaign, pp 203-220.
- Clarys, J.P; Martin, A. D., y Drinkwater, D. T(1984) Gross tissue masses in adult humans: Data from 25 dissections. Human Biology.pp. 459-473.
- De Rose E. H., y Guimaraes A. C. (1980) A model for optimization of somato-type in young athletes Kinanthropometry II. , de Ostin, M., G., Simons, J. Baltimore.
- Díaz Manuel y et. al. (1986) Maduración ósea en adolescentes varones y su correlación con algunas variables biológicas.. C. Habana. Editorial C. médicas. Revista Cubana de Pediatría. Vol 58 Nro.11.pp. 34-41.
- .Drinkwater, D. T. & Ross, W.D.(1980) The anthropometric fractionation of body mass. In Kinanthropometry III. Beunen, G., Ostin, M and Simon, J (eds). University Oark Press: Baltimore, pp. 177-189. .
- Drinkwater D. T., y Ross W.D(1980) Anthropometric fractionation of body mass en International Series of Sports Science Kinanthropometry II Baltimore pp. 178-189.
- Faulkner,J.A (1968) Physiology of swimming and diving. Baltimore Ed. Falls, H. Exerc. Academic Press
- .Fernández V. Jorge A.; Aguilera Ramòn R.(2001). Estimación de la masa muscular por diferentes ecuaciones antropométricas en levantadores de pesas de alto nivel. Archivos de medicina del deporte. Pamplona España(Ed) Femede.Nro 86 pp.585-591.
- Forbes, G. B. (1987) Human body composition growth, aging, nutrition, and activity . N. York. Springer- Verlag
- Garcia, A. P.(1990) Nociones de antropología aplicada al deporte Venezuela. (Ed). D.R.P. Lagoven S:A.
- Garcia M. J. et.al. (1996) Evaluación de la condición física. España. Editora. Gymnos pp. 173-174.
- -----(1998) La velocidad. España. Editora. Gymnos pp. 250-252.

- Garn, S.M., Rohman, C., and Wagner,B(1967).Bone loss as a general phenomenon in man fred. Proc. 26. pp.1729-1736
- Gómez, Puerto J. R.; et al (2002).Valoración de la aptitud física en escolares. Archivos de medicina del deporte. Pamplona España. Nro 90 pp 273-282.*
- González de Suso J.M.; Porta, L.(1996) Determinación del tejido adiposo por resonancia magnética en deportistas. Madrid España. (Ed). Ministerio de Educación y Cultura. Nro 8 pp. 82-101*
- Goss Fredic, et al (2003). A comparison of skinfolds and leg-to leg bioelectrical impedance for assessment of body composition in children. / en línea/ consultado Abril 2005/ disponible en Internet: [http://www. Dymanic. Med..com](http://www.Dymanic.Med.com)*
- Graves,J.E; Pollock,M.L; Colvin,A.B.;Van, l.M, Lohman,T.G(1989) Comparison of different bioelectrical impedance analyzers in the prediction of body composition Am. J. Hum Biol 1. pp. 603-611
- Gualdi-Russo E, Zaccagni L.(2001) "Somatotype, Role And Performance In Elite Volleyball Players". J Sports Med Phys Fitness. Jun; 41(2):256-62.
- Guedes & Guedes, J.E.G.P.(1994). Crecimiento, composición corporal y desarrollo motor en niños y adolescentes del municipio de Londrina. Pr. Tese de doctorado. Universidad São Paulo.
- -----.(1997). Crecimiento, composición corporal y desarrollo motor en niños y adolescentes. São Paulo:CRL Baleiro
- Gutin, B.; Litaker, M.; Islam, S.; Manos, T.; Smith, C. y Treiber, F. (1996): Body composition measurement in 9-11-y-old children by dual energy X-ray absorptiometry, skinfold thickness measurement, and impedance analysis. Ed. American Journal of Clinical Nutrition: pp.287-292*.
- Haarbo,J.; Gotfredsen, A.; Hassager,C.y Christiansen,C. (1991) Validation of body composition by dual energy X ray absorptiometry (DXA) Ed. Clin Physiol. pp. 331-341.
- Hart, P.D. et al (1993) Dual energy X ray absorptiometry versus skinfold measurements in the assessment of total body fat renal transplant recipients. Ed. J. Clin Nutr 47 pp. 347-352.
- Heitmann,B.L(1990)Evaluation of body fat estimated from body mass index, skinfolds and impedance. A comparative study. Eur. J. Clin Nutr. 44. pp. 831-837
- Heymsfield S.B.; Mcmanus C.; Smith J.; Steven V.,y Nixon, D. W.(1982) Anthropometric measurement of muscle mass; revised equations for calculating bone free arm muscle area Am J. Clin Nutr. 36 pp 680-690
- Heymsfield, S.B.; Baumgartner, R.N.; Wang, J.; Ross, R. (1997) Human body composition of humans: Advances in models and methods. Annu. Rev. Nutr. pp. 527-.
- ----- Heyward, V. H (2000). Avaliação da Composição Corporal Aplicada. São Paulo. Brasil. (Ed). Manole.
- (Hoffer E. C.; Meador, C. K.; Simpson, D.C.(1969). Correlation of whole- body impedance with total body water volume. J. Appl pp.531-534.
- Horber, F.F. et al(1992) Impact of hydration status on body composition as measured by dual energy X ray absorptiometry in normal volunteers and patients on haemodialysis Ed. Br.J:Radiol 65 pp. 895-990

- Housh, D.J.; Housh,T.J.; Weir, J.P.; Weir, L.L.; Johnson, G.O., y Stout, J.R.(1995). Anthropometric estimation of thigh muscle cross sectional area. *Med Sci Sports Exerc.*27 (5) pp. 784-791
- H. Watson Ernest, H. Lowrey George (1996). *Crecimiento y desarrollo*. México Editora Trillas .
- Jackson, A. S., Pollock, M.L. (1985). Practical assessment of body composition. *The Physician and Sports medicine* Nro 13. pp.76-90.
- Jelacic M, Sekulic D, Marinovic M.(2002) "Anthropology Investigation". Dec; 26 Suppl: 69-76.
- Jiménez, J. M., et.al. (1986) Estudio de maduración ósea por sexo y raza. C. Habana. Editorial C. médicas .*Revista Cubana de Pediatría* Vol 58 Nro 5. pp
- ----- (1987) Estudio de maduración ósea por el método de TW-2 y algunos datos sobre la talla y menarquía de la población cubana. C. Habana. Editorial C. médicas. *Revista Cubana de Pediatría*. Nro 59. pp. 809-904.
- Johnston, F.E.(1982) relationships between body composition and anthropometry. *Hum Biol.* Nro 54 pp. 167-171
- Jones, P.R.M; Corlett, J:T (1980) Some factors affecting the calculation of human body density bone mineralization. (Eds) *Kinanthropometry II* pp. 423-434. baltimore. University Park Press.
- Jordan. J.R.(1979) *Desarrollo Humano en Cuba*. C de la Habana. Editora Científico Técnica pp 150.
- Karpman, U. L. (1989.) *Medicina Deportiva*. La Habana. Ed. Pueblo y Educación. pp. 264*.
- Kerr, D.A. (1988) An anthropometric method for the fractionation of skin, adipose, muscle, bone and residual tissue masses in males and females age 6 to 77 years. M. Sc. Thesis. Simon Fraser University. ..
- Khaled, M.A.; Mccutcheon, M; Reddy,S Pearman,P.L.; Hunter,G.R; Weinsier,R.L.(1988)Electrical impedance in assessing human body composition: the BIA method. (Ed.) *Am. J. Clin. Nutr.* Nro 47 pp. 789-792.
- Kiss,M:A.P.D.M.; Böhme, M.T.S.; y Regazzini,M.(1999) *Cineantropometría*. São Paulo Brasil Ed. Barros,T y Ghorayeb,N. los ejercicios, preparación fisiológica, evaluación médica, aspectos especiales preventivos.
- Kushner RF, Kunigk A, Alspaugh M, Andronis PT, Leitch CA, Schoeller DA.(1990) Validation of bioelectrical-impedance analysis as a measure of change in body composition in obesity. *Am. J. Clin. Nutr.*, 52: pp. 219-223.
- León, P.S (1996) *Influencia y Características de la edad para el Desarrollo Físico de los Escolares*. Edad Cronológica y Edad Biológica. C. de la Habana. Editora José A. Huelga*.
- Lohman, T. G.(1981) Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review. *Hum. Biol.* pp.181-225.
- Lohman, T. G.(1986) Applicability of body composition techniques and constans for children and youths. *Exer. Sports Sci Rev.* pp.325-357.

- Lohman, T. G (1992) Advances in body composition assessment ; current issues in Exercise Science. Monography. Champaign, Illinois. Human Kinetics Publishers
- Lorenzo Benítez Herminia (2001) Vivir sano. Nutrición. Composición corporal 2001 / en línea/ consultado Junio 2002/ disponible en internet: <http://www.mailto:saludalia@saludalia.com>*
- (Lukaski, H.C., Johnson, P.E.; Bolonchuk, W. W., Hall, C.B. y Siders, W.A. (1986). Validity of the tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. Journal of Applied Physiology. Nro 60 pp.1327-1332.
- (Lukaski, H.C. (1987). Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. Am. J. Clin. Nutr pp. 537-556.
- Manila, R.M., y Bouchard, C. (1991) Growth, maturation and physical activity Illinois (Ed). Human Kinetics..
- ----- Martin, A.D (1990) Anthropometric estimation of muscle mass in men. Medicine and Science in Sport and Exercise 22, (5), pp. 729-733.
- ----- Martin, A.D. (1991) Anthropometric assessment of bone mineral. In Anthropometric assessment of nutritional status. , New York (edited by J. Himes). pp. 185-196.
- Martin, A.D.; Ross, W.D.; Drinkwater, D.T.; Clarys J.P. (1985) Prediction of body fat, by skinfold caliper: assumptions and cadaver evidence Int. J. Obesity 9, Suppl.1. pp. 31-39
- Martin, A.D. Drinkwater, D.T.; Clarys, J.P.; Ross, W.D. (1986). The inconsistency of the fat-free mass: a reappraisal with implications for densitometry. In Kinanthropometry III. Reilly, T, Watson, J. And Borms, J (eds) E & F.N. Spon. London pp. 92-97.
- McArdle, W. D.; Katch F.I. y Katch V.L.⁵² (1991) Exercise Physiology. Energy, nutrition, and human performance, 3ra Ed. Filadelfia. Lea y Febiger
- Matiegka, J. (1921) The testing of physical efficiency American J. Phys. Anthropol. Nro 4 pp. 223-230.
- Matkovic, V., and Chesnut, C. (1987). Genetic factors and acquisition of bone mass. J. Bone Mineral Res, 2 Suppl pp.329.
- McArdle, W.D.; Katch, F.I.; Katch, V.L. (1986). Exercise and thermal stress. Philadelphia. Ed. Exercise physiology, Energy, nutrition, and human performance pp. 441-466
- Moreno Canda A. S. (1996) Estimación antropométrica de la masa muscular en deportistas de alto nivel. Madrid España. (Ed). Ministerio de Educación y Cultura. Nro 8. pp. 10-26.*
- Moya Morales, J.M. (2004) Comparación del IMC y grasa corporal en adolescentes 2002 / en línea/ consultado Mayo 2004/ disponible en Internet: <http://www.revista.digital.Efdeportes>*
- Mueller, W.H.; Shoup, R.F.; Manila, R.M. (1982). Fat patterning in athletes in relation to ethnic origin and sport. Ann. Hum. Biol. 9, 4 pp.371-376.
- Mukherjee, D.; Roche, A. F. (1984) The estimation of percent of body fat, body density and total body fat by maximum R² regression equations. (Ed). Hum Biol., Nro 56 pp. 79-109.

- Nieman, D.C.(1999) Ejercicio y salud, como se previene las dolencias usando el ejercicio como su medicamento. São Paulo Brasil Ed. Manole..
- Nord, R. La H. y Payne, R. K. (1994) la composición Body por DXA-A retrospectiva de la tecnología. Asia Pacific Journal del Clínico Nutrition, 3 (suppl.)
- Nowton-John, H.F; Morgan D.B (1970). The loss of bone with age, osteo porosis, and fractures. Clin. Orthop. 71. pp.229-252
- Nuñez, B, A. I. et. Al. (2003) Modificaciones de parámetros bioeléctricos después del entrenamiento en atletas de béisbol. / en línea/ consultado Mayo 2005/ disponible en internet: [http://www. Google.com.cu](http://www.Google.com.cu) "Impedancia bioeléctrica" site:cu
- Oria, E.; Lafita, J; Petrina, E., y Argüelles I.(2003) Composición corporal y obesidad revista digital Anales/ en línea/ consultado Abril 2003/ disponible en internet: <http://www.cfnavarra.es>*
- Pacheco del C. J.L.(1996) Valoración antropométrica de la masa grasa en atletas èlites. Madrid España. (Ed). Ministerio de Educación y Cultura. Nro 8. pp. 28-54.
- -----.(1999). Análisis de un modelo cineantropométrico de composición corporal en atletas. Archivos de medicina del deporte. Pamplona España (Ed) Femede.Nro 73 pp.415-420*.
- Pietrobelli A, Heymsfield SB.(2002) Establishing body composition in obesity.Ed. J Endocrinol Invest 25:Pag.884-892.
- Pietrobelli A, Heymsfield SB, Wang ZM, Gallagher D.(2001). Multi-component body composition models: recent advances and future directions. Eur (Ed)J Clin Nutr Nro55. pp. 69-75.
- Pollock, M.L; Hickman,T; Kedrick, Z;Jackson,A.S.; Linnerud, A.C. Dawson; G (1976). Prediction of body density in young and middle- aged men. J. Appl. Physiol. Nro 40 pp. 300-304.
- Porta, J.; Suso, JM.G.; Galiano, D.; TA. y Prat, J. A. (1995): Body composition assessment. Critical and methodological análisis. Part I. *Car News*.7:4-13.
- Posada, L.E.; Esquivel L.M: y Rubèn Q. M.(1990) Peso, estatura y factores socioeconomicos en niños cubanos. Cuba. (Ed) Ciencias médicas. Vol 62. Nro 4. pp 548-559.
- Rocha, M. S. L. (1975). Peso òseo de brasileños de ambos sexos Arch. Anat Antrol. pp 445.
- Roche AF, Wainer H, Thissen D. (1975)"The RWT method for the prediction of adult stature". Pediatrics; 56: pp1026-33.
- Roche,A.F, Heymsfield,S.D; Lohman, T.G (1996). Champaign. Ed Human Kinetics pp. 111
- Rodríguez Reyes Roberto N (2003) Determinación de los valores de la composición corporal por impedancia bioeléctrica en atletas escolares de la escuela de iniciación deportiva Augusto Turcios Lima de de 11 a 15 años de la provincia de Matanzas en el ciclo de entrenamiento. / en línea/ consultado Mayo 2005/ disponible en Internet: [http://www. Google.com.cu](http://www.Google.com.cu) "Impedancia bioeléctrica" site:cu
- Román M., Ana, et al.(2003)La Bioimpedancia, una solución alternativa en la valoración de la composición corporal. Memorias V Congreso de la Sociedad Cubana

de Bioingeniería 2003/6/ en línea/ consultado Junio 2005/ disponible en Internet: [http://www. Google.com.cu](http://www.Google.com.cu) "Impedancia bioeléctrica" site:cu*

- Román M., Ana, et al. (2003) Estudio comparativo por Bioimpedancia de parámetros eléctricos y composición corporal entre individuos sanos. Memorias V Congreso de la Sociedad Cubana de Bioingeniería 2003/6/ en línea/ consultado Junio 2005/ disponible en Internet: <http://www. Google.com.cu> "Impedancia bioeléctrica" site:cu*
- ..Ross, W. D. y Wilson, N.C. (1974). A stratagem for proportional growth assessment. Belgica. *Acta Paediatrica* pp. 169-182
- Ross, W. D. et al (1986) Alternatives for the conventional methods of human body composition and physique assessment. En: Day, J.A.P. (Ed): *Perspectives in Kinanthropometry*
- Ross W.D y Marfel – Jones, M.J. 1991). *Kinanthropometry*. En. MCDougall, J.D.; Wenger, H.A.; Green, H.J. (Eds) *Physiological testing of high performance athletes*. Champaign, Ill *Human kinetics Publ* pp223-308
- Satwanti, A; Kapoor, K.; Bhalla, R.; Singh, I.P. (1984) A study of the distribution pattern of fat in male gymnasts. *Anthrop. Anz.* 42. 2 pp.131-136.
- Segal, K. R.; Van Loan, M.; Fitzgerald, P.I., Hodgdon, J. A., y Van Itallie, T.B. (1988). Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: A four site cross validation study. *American Journal of Clinical Nutrition* Nro 47 pp. 7-14.
- Segal KR, Burastero S, Chun A, Coronel P, Pierson RN, Wang J. (1991) Estimation of extracellular and total body water by multiple-frequency bioelectrical-impedance measurement. *Am. J. Clin. Nutr.* 54: pp. 26-29.
- 100. Shephard, R. J. (1991) *Body composition in biological anthropology*. Cambridge. Cambridge Univ. Press.
- 101 (Smith, D.; Nancy, W.; Won Kang, K; Christian, J; and Johnston, C. (1973). Genetic factors in determining bone mass. *J. Clin. Invest.* 52 pp.280-288
- Siret J. et al (1991). Edad Morfológica. *Evaluación Antropométrica de la Edad Biológica*. La Habana *Revista Cubana de medicina del Deporte* No.2 pp. 7-13.
- Siri, W. E. (1961) *Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods*. Washington, DC. In Brozek, M.H & Henschel, A. Eds. *techniques for measuring body composition*.
- Von Döblen, W. (1964) *Determination of body constituents in: occurrences, causes and prevention of overnutrition*. G. Blix Upsala, Almqvist and Wiksell.
- Wang, Z. M.; Pierson, R. N. y Heymsfield, S. B. (1992): The five-level model: a new approach to organizing body composition research. *American Journal of Clinical Nutrition* 56: pp. 19-28.
- Wang, Z. M.; Heshka, S.; Pierson, R. N. y Heymsfield, S. B. (1995): Systematic organization of body composition methodology: an overview with emphasis on component based. *American Journal of Clinical Nutrition* 61: pp.457-65
- Wilmore, W. H. (1983) *Body composition in sport and exercise: directions for future research*. *Med. Sci. Sports and Exer.* pp 21-31
- Würch, A. (1974) *La femme et le sport Med sport française* pp. 441-445.

