

DETERMINACIÓN DE LOS VALORES PROMEDIOS DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL POR EL MÉTODO DE ANTROPOMÉTRICO Y DE IMPEDANCIA BIOELÉCTRICA EN ATLETAS ESCOLARES DEL DEPORTE DE JUDO DE LA CATEGORÍA 13-14 AÑOS DEL COMBINADO 19 DE ABRIL EN EL MUNICIPIO JAGÜEY GRANDE.

Lic. Adalberto Domingo Vega Alemán, MsC. Roberto Nicolás Rodríguez Reyes.

FACULTAD DE CULTURA FÍSICA MATANZAS

RESUMEN

Para la ejecución del presente trabajo se estudian un total de 11 alumnos atletas del deporte de Judo, a los mismos se le aplicó una investigación sobre la composición corporal utilizando el método antropométrico y de impedancia bioeléctrica a través de mediciones antropométricas Y un equipo OMRON BF302; se le realizaron mediciones antropométricas de estatura, peso corporal, diámetros biacromial, bicrestal, estiloideo, y circunferencias de antebrazos derecho e izquierdo, además de la fecha de nacimiento. Los métodos de investigación fueron los teóricos y empíricos. Basado en los resultados obtenidos, los entrenadores han realizado adecuaciones a sus respectivos planes de entrenamiento con finalidad de lograr una composición corporal de acuerdo con sus intereses deportivos.

Palabras claves: Composición corporal. Antropometría. Impedancia Bioeléctrica.

INTRODUCCIÓN.

Los avances 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 dichos cambios surge, derivada de la Antropología, una técnica que se nombra Cineantropometría que, según Ross W.D., Marfell-Jones M.J. y Stirling D. R. “ 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 “(197, 134-150)

El proceso dinámico y continuo del crecimiento ha estado unido en forma indisoluble a cambios en la composición corporal que regularizan las características físicas generales de cada período del desarrollo de los individuos, además, las estimaciones de la composición corporal en el deporte son importantes porque nos brinda información que permita decidir si es conveniente actuar sobre la composición corporal del deportista para mejorar su rendimiento y encauzar adecuadamente el entrenamiento deportivo.

El avance más importante en el análisis de la composición corporal se realizó en los años cuarenta, cuando Behnke A. R. definió el peso magro (lean body mass) como “la suma de todos los tejidos corporales excepto la grasa no esencial o de reserva, siendo este el segundo componente en importancia”(14, 423-429).

El peso corporal es una preocupación común dentro de los deportes competitivos, señalar un determinado número de kilogramos como peso "ideal" ó "recomendable", carece de significado si no se toma en cuenta la composición corporal. Es más importante reducir la cantidad de grasa en el organismo ó aumentar la masa muscular en el mismo, que variar el número de kilogramos que señala la balanza.

Los métodos inadecuados de control de peso corporal acarrearán riesgos para la salud. Los atletas deben confiar su bienestar y rendimiento a profesionales especialistas en el área. Para numerosas personas tratar de modificar el peso de su cuerpo ó la apariencia del mismo para ajustarse a las características impuestas por los medios de comunicación masivos, es una de las motivaciones principales por las cuales se ejercitan. Los practicantes de deportes competitivos no escapan a esta tendencia y en muchos casos el anhelo por alcanzar una

ventaja en el rendimiento sobre sus oponentes, añade una presión adicional al deseo de aumentar o reducir sus pesos. Tratar de alcanzar un peso "ideal" o "recomendable" a toda costa, puede ser contraproducente cuando se utilizan como referencias clasificaciones que no toman en cuenta la composición corporal ni las diferencias individuales. La manipulación de la ingesta de alimentos, la cantidad y manera en la cual se hace ejercicio y el consumo de fluidos; puede ocasionar disminuciones en el rendimiento ó peor aún, perjudicar la salud si no se hacen siguiendo criterios científicos.

Dentro del mundo de los practicantes de deportes de rendimiento la preocupación por el peso, aunque pueda resultar extraño para algunos, es una constante; los deportes donde existe un marcado interés en la apariencia corporal; y aquellos deportes donde se debe transportar el peso a través de largas distancias mantienen una lucha constante por mantener un peso bajo.

Por el contrario, en otras especialidades deportivas el aumento del peso corporal se asocia con incrementos de la fuerza ó la potencia que conferirán ventajas sobre sus oponentes. Algunos autores han señalado el control del peso corporal como una de las preocupaciones más frecuentes dentro de los atletas colegiales ó una causa común de consulta entre los atletas jóvenes.

Una de las referencias más utilizadas para determinar el peso óptimo son las tablas de peso y talla elaboradas en diferentes países de acuerdo a las características de su población.

El conocer solo el peso y la talla de un deportista resulta insuficiente para valorar las posibilidades de rendimiento del mismo, a pesar que el peso y el tamaño son importantes para la mayoría de los deportistas; el exceso de peso de acuerdo a los estándares de las tablas suele no ser un problema si el peso adicional está constituido por tejido muscular.

Existen varios modelos para representar la composición corporal del cuerpo: el modelo químico, el cual divide al cuerpo en grasas, proteínas, carbohidratos, agua y minerales; el modelo anatómico donde se hace referencia al tejido adiposo, al músculo, a los órganos, huesos y otros tejidos. Otros modelos dividen al cuerpo en dos componentes la masa grasa (a la cual se hace referencia como porcentaje de grasa corporal) y la masa magra, esta última tiene varias definiciones siendo la más utilizada la que " se refiere a todo el tejido corporal que no es grasa".

Existen diferentes métodos para valorar la composición corporal, considerándose como el más exacto la densimetría, el cual estima la densidad del cuerpo a través del pesaje hidrostático, este método se utiliza como referencia para valorar las demás técnicas; sin embargo las limitaciones derivadas de la necesidad de realizar estas mediciones en un ambiente de laboratorio y lo incomodo que resulta para muchos sujetos someterse a esta técnica, ha dado lugar al desarrollo de técnicas de campo para valorar la composición corporal, dentro de las cuales la más ampliamente utilizada es la medición de los pliegues cutáneos

Otra técnica utilizada para valorar el físico de los atletas es el somatotipo, el cual se define como " la cuantificación de la forma y composición actual del cuerpo humano" y el mismo se expresa en una escala de tres números que representan tres componentes: la endomorfia (adiposidad relativa), la mesomorfia (desarrollo músculo-esquelético) y la ectomorfia (linealidad ó delgadez relativa). Los valores para cada componente ubicados entre 2 y 2½ son considerados bajos, entre 3 y 5 moderados y aquellos que van de 5½ a 7 se consideran altos. Para realizar el cálculo somatotípico mediante el método antropométrico se necesitan diez dimensiones: talla máxima, peso corporal, pliegues de: tríceps, subescapular, supraespinal y pantorrilla medial; diámetros de: fémur y húmero; y circunferencias de: pantorrilla y bíceps flexionado y contraído. La valoración del somatotipo es otra herramienta que permite valorar la forma física del atleta y tener una visión objetiva de cómo modificar su peso corporal.

Tratar de alcanzar pesos corporales no ajustados a las diferencias individuales de cada individuo, basados solo en la talla ó en categorías por peso en los deportes, obliga en muchas ocasiones a los deportistas a someterse a conductas ó rituales que atentan contra su desempeño atlético, y en muchos casos contra su salud.

La preocupación exagerada por mantener un peso corporal bajo puede desencadenar el desarrollo de trastornos en los hábitos de alimentación, cuyas manifestaciones pueden variar, desde trastornos alimentarios sub-clínicos a la anorexia nerviosa y la bulimia, es difícil hacer estimaciones precisas sobre la prevalencia entre las personas activas ó deportistas, sin embargo aparentemente está en aumento.

El peso objetivo debe estar basado en la composición corporal, para evitar que se produzcan reducciones por debajo del nivel de competencia. Varios autores coinciden en

ajustar los porcentajes de grasa por deporte, en lugar de tratar de alcanzar los pesos que señalan las tablas.

Para establecer un peso ajustado a la composición corporal, se debe antes que nada estimar el porcentaje de grasa actual y el peso de su masa libre de grasa y determinar cual es el porcentaje de grasa óptimo para determinada especialidad.

Es importante tener en cuenta que en ocasiones los deportistas más exitosos dentro de una disciplina deportiva, no se ubican dentro de los rangos señalados por las tablas; por lo tanto es conveniente tomar la información contenida sobre porcentaje de grasa, como valores de referencia, y no como estándares rígidos.

Las estimaciones sobre composición corporal pueden variar según el método utilizado para determinarla, la ecuación con la cual se calculan los porcentajes, y la habilidad del medidor entre otros factores.

OBJETIVO

“Determinar de los valores promedios de la composición corporal a través de los métodos antropométricos y de impedancia bioeléctrica en atletas escolares del deporte de Judo de la categoría de 13-14 años del combinado 19 de Abril en el municipio Jagüey Grande”.

DESARROLLO

Marco teórico conceptual.

El estudio de la composición corporal o de las fracciones del cuerpo, en la actualidad por su gran aplicación práctica, se ha sintetizado en dos grandes componentes la masa corporal activa o magra, y los depósitos de grasas o reservas energéticas.

El número de métodos que actualmente existen para valorar la grasa corporal es muy grande. Para controlar la validez de métodos empleados, o de otros nuevos, se han propuesto una serie de principios que deben determinar si son fidedignos en su utilización (Lohman, 1984). Estas reglas son las siguientes:

- 1- Usar más de un método establecido con anterioridad como referencia.
 - 2- Igualar todos los factores ambientales cuando se contrasta un nuevo método (hora del día, temperatura, humedad, etc.).
 - 3- Validar el método en más de una población.
 - 4- La muestra elegida en cada población debe ser amplia.
 - 5- La muestra debe restringirse a un grupo homogéneo de sujetos.
 - 6- Deben indicarse los errores estándar del nuevo método, así como los coeficientes de determinación (R) cuando se comparan con otros métodos ya bien establecidos.
 - 7- Se intentara realizar mediciones en distintos laboratorios con los mismos sujetos.
- Debemos reconocer que los principios anteriores no siempre se cumplen, y por eso muchos métodos están todavía en proceso de aceptación por los investigadores

Una primera división que podríamos hacer en los métodos de valoración de la grasa corporal es: directos o indirectos. Los métodos directos se basan fundamentalmente en disección de cadáveres y en estudios sobre animales. Los métodos de disección son los únicos que permiten un conocimiento exacto de la composición corporal de los individuos (Brodie, 1988), mientras que los indirectos siempre estiman la grasa corporal, nunca la determinan. Para una mayor claridad, hemos dividido los métodos indirectos en cinco apartados: métodos que incluyen emisión de radiación o implican una corriente eléctrica (métodos físicos); los que se basan en la dilución de sustancias en el organismo, bien sean marcadores radioactivos o no (métodos de dilución); métodos basados en análisis de

sustancias presentes en el organismo o de excreción (métodos analíticos); la densimetría como el método mas usado y contrastado, y por último los métodos antropométricos.

Otros autores (Porta y Tejedo, 1993), añaden un tercer grupo, además de los métodos directos e indirectos, los doblemente indirectos, cuya utilización es consecuencia del desarrollo de ecuaciones o programas a partir de métodos indirectos.

Los métodos directos se realizan sobre cadáveres, utilizando la técnica de la disección completa, y pesando después los componentes corporales, siendo la grasa corporal uno de ellos. Estos trabajos son escasos, dada la laboriosidad que conllevan, además de la dificultad de disponer de cadáveres en número suficiente y que sean representativos de la población a estudiar. Los primeros estudios de análisis de los componentes humanos en función de su peso relativo fueron los de la escuela anatómica de Alemania, que durante el siglo XIX realizaron medidas detallada sobre todo de los elementos químicos presentes en el cuerpo humano. Son clásicos los estudios de Bischoff, Schwann y Volkmann (Keys y Brozek, 1953; Brozek, 1960; Brodie, 1988).

El trabajo más importante sobre medición directa de la composición corporal ha sido llevado a cabo en el “Brussels Cadaver Study” (Clarys, Martín y Drinkwater, 1984), en el cual han sido analizados 25 cadáveres (Clarys, Martín y Drinkwater, 1984; Martín y cols. 1986), las diferencias en la compresibilidad de los pliegues subcutáneos de grasa y la variabilidad de la relación entre grasa subcutánea y grasa interna (Martín, Ross, Drinkwater y Clarys, 1985) son algunos de los hallazgos más importantes en relación a la grasa corporal de esta importante investigación.

Dentro del grupo de los métodos indirectos, como ya indicamos anteriormente, incluimos tanto métodos que implican emisión de radiaciones (rayos x, ultrasonidos, fotones) como los que implican el uso de corrientes eléctricas o campos magnéticos. Son los de más reciente aplicación en el campo de la composición corporal, dado que necesitan alta tecnología.

En los últimos años se ha venido trabajando mucho, por su fácil introducción en la práctica y por su gran validez, el método indirecto de determinación por medio de magnitudes antropométricas debido a la alta correlación que poseen los pliegues cutáneos donde se aloja el panículo adiposo con la densidad corporal medida por medio del pesaje hidrostático.

Con la obtención de la densidad corporal, se puede determinar el peso corporal de grasa y el porcentaje de grasa corporal, a través de las predicciones aportadas por Brozek, (1953) o por Sirí (1965), formulas que han sido universalizadas por el programa Biológico Internacional (I.B.P), así como muchas otras.

El ser humano necesita un mínimo de grasa corporal para realizar con normalidad sus funciones vitales. La mayor parte se acumula en los adipositos, y el número de los mismos presentes en cada organismo viene determinado antes de alcanzar la edad adulta. Por tanto, las variaciones en la grasa corporal implican cambios en el tamaño de los adipositos, no en el número de los mismos, la practica deportiva, el sedentarismo y los hábitos alimenticios pueden cambiar su tamaño (según la grasa que acumulen) pero no su número, que ha sido establecido de forma casi definitiva durante la pubertad (Mc Ardle, Katch yKatch, 1991)

El total de grasa corporal se reparte en dos compartimentos distintos:

- El primero de ellos constituido por “grasa esencial”, que comprende el componente graso de la médula ósea, cubiertas mielínicas nerviosas y otros tipos de lípidos relacionados con el corazón, pulmones, hígado, brazo, riñones, etc. constituye un componente decisivo e indispensable para que la actividad funcional y metabólica de los diferentes órganos y sistemas pueda ser llevada a cabo de la manera adecuada. En el caso específico de la mujer, el conjunto de lípidos localizados en las estructuras pelvianas y en las glándulas mamarias debe ser considerado con el % significativo que tienen.

- El segundo constituyente denominada “grasa de depósito o no esencial” comprende los acumulos de tejido adiposo que se encuentran como forma de almacenamiento de reservas energéticas en las células adiposas correspondiente al tejido graso propiamente dicho. Su

objetivo funcional es el servir como almacenamiento energético, distribuido en el cuerpo en múltiples localizaciones, aunque con una especial tendencia a acumularse en zonas características y específicas: cuello, abdomen, muslo, etc. Una fracción importante y que presenta además la ventaja de ser fácilmente evaluable, se sitúa en la piel formando parte del denominado tejido celular subcutáneo, conjunto de células con un notable contenido adiposo situadas por debajo de la dermis.

Además de esta función de almacenamiento energético, el tejido celular subcutáneo presenta funciones mecánicas protectoras con efectos amortiguadores de los traumatismos y de compresión ejercidas sobre las prominencias óseas subyacentes.

La estimación del contenido graso corporal presenta un gran interés en la valoración de las características físicas y antropométricas del deportista puesto que permite suministrar datos sobre:

- El estado y las condiciones nutricionales del sujeto.
- El nivel y cuantía del total de la grasa corporal.
- A partir de ellos es posible la estimación del VO_{2max} , y de otros parámetros funcionales del deportista (deuda de oxígeno, eficiencia energética, fuerza máxima, etc.), en términos relativos a la masa magra.
- La estimación del somatotipo, puesto que a partir de ella se establece la valoración numérica del componente endomórfico del individuo.

Debido a que el tejido graso es flácido y de poca densidad existen gran correlación entre los pliegues cutáneos y la densidad corporal como expresamos anteriormente. Es a partir de aquí que se han elaborado fórmulas de predicción de indicadores de la composición corporal, a partir de análisis de regresión entre densidad corporal por un lado, y los pliegues cutáneos y el otro, surgiendo así las fórmulas de ecuaciones de una recta.

A partir de estudio estadístico sobre grandes grupos de población se han establecido diversas tablas de correlación en las que se toman en consideración la edad, altura y sexo del sujeto. Con estos datos se pueden comparar los resultados obtenidos, con los

correspondientes al valor del peso ideal preestablecido. Para lograr el mayor nivel de precisión, es imprescindible considerar, además, la constitución biométrica aproximada del individuo. Este tipo de tablas, si bien son útiles en el estudio y valoración del grado de obesidad o para determinar de manera aproximada el peso ideal, no sirven para la valoración antropométrica del atleta, además, debe tenerse en cuenta que la mayoría de las tablas utilizadas en este tipo de mediciones, proceden de estudios sobre poblaciones específicas, cuyas características antropológicas y raciales pueden ser muy distintas de las propias.

El uso de los pliegues cutáneos en la determinación del contenido de grasa, está basado en el hecho de que aproximadamente la mitad del contenido corporal de grasa está localizado en los dispositivos subcutáneos de grasa y estas están estrechamente relacionadas a la grasa total. No parecen existir diferencias importantes entre los distintos individuos en cuanto a las dimensiones y grosor de la epidermis o de la dermis, por lo que este factor no interfiere en los resultados.

Los procedimientos de estimación de la cuantía del pliegue subcutáneo son muy variables según la metodología seguida, aunque deben repetirse, escrupulosamente, una serie de normas básicas establecidas por convenios, si se desea que la estimación de los resultados pueda ser comparable y tenga la suficiente garantía y validez científica.

Los puntos anatómicos principales utilizados en la valoración del contenido graso corporal por la determinación del grosor del pliegue subcutáneo son:

- a) Subescapular
- b) Tricipital
- c) Suprailiaco o supraespinal
- d) Supracrestal
- e) Abdominal
- f) Bicipital
- g) Muslo
- h) Pantorrilla

- i) Rodilla
- j) Pectoral
- k) Costal
- l) Mentoniano

Obteniendo el valor del grueso del pliegue subcutáneo, existen diversos procedimientos para la determinación del % de grasa corporal del individuo. En general, dentro del margen de error del sistema, los que alcanzan un mayor nivel de precisión son los que utilizan un mayor número de pliegues, aunque son también, naturalmente los más engorrosos.

Estimación mediante la valoración de un solo pliegue cutáneo. Con la valoración de un solo pliegue es posible establecer criterios de delgadez o gordura, sin que sea factible el determinar el porcentaje corporal de contenido graso. Entre los procedimientos de este tipo señalaremos los de Buskirk Hall para deportistas masculinos y femeninos respectivamente, basados en la determinación de los pliegues tricipital, subescapular y abdominal, por separado o en conjunto. Cuando se utiliza uno de ellos el más factible es el tricipital ya que la evaluación antropométrica del brazo se ha convertido un procedimiento de incuestionable valor en la determinación del status nutricional tanto en los niños jóvenes y adultos.

Uno de los procedimientos más característicos es el método de Sloan y Weil que proporciona resultados relativamente exactos, siempre que se utilice de forma convenientemente, circunscribiéndolo a sus justos límites; no es válido para atletas específicos, aunque sea aplicable a los deportistas en general y únicamente debe ser aplicado para edades concretas (en varones entre 18 y 26 años y en mujeres entre 17 y 25 años).

Presenta la ventaja de que el cálculo de sus resultados se hace de manera directa a la utilización de un nomograma que permite calcular, así mismo, directamente el valor de la densidad corporal.

Los pliegues a valorar son los del muslo y el subescapular en los hombres y el suprailíaco y el tricípital en mujeres.

Existen una gran multitud de técnicas basadas en la estimación del nivel de adiposidad sobre la base de, por lo menos tres o más pliegues cutáneos distintos.

La descripción detallada de todos ellos es engorrosa, por lo que únicamente se indican aquí las más comúnmente utilizadas. Existen procedimientos por lo que el cálculo del contenido graso, se establece indirectamente a partir de la estimación de la densidad corporal. Una vez conocida la densidad del cuerpo, puede transformarse este parámetro en valores de contenido graso a partir de determinadas equivalencias. Tiene interés en este sentido, especialmente, porque son aplicables a las poblaciones infantiles y juveniles, los procedimientos de determinación de la densidad corporal de Perizkova que a su vez permite la aplicación de las fórmulas de Brozek y de Sirí para la determinación del % de grasa.

1. Sirí, W. E. (1961).
2. Brozek, J., F. Grande, J. Anderson, y A. Keys (1963).
3. Durnin y Rahaman (1967).
4. Behnke, A.R., y J.H. Wilmore (1974).
5. Drinkwater y Ross (1980).
6. De Rose y Guimaraes (1980).
7. Lohman.(1981).
8. Método de Boileau y col. (1985)
9. Ross y Ward.(1986).
10. Mc Ardle, Katch y Katch (1990).
11. Mac Douglas J.D. Wenger H.A. y Green H.J. (1991).
12. Carter y Ackland (1994).
13. Baumgartner, T. A. y Jackson, S.A. (1995).

Para el estudio de la composición corporal se han planteado distintos modelos comenzando por el ruso Mateigka que en 1921 propuso un método antropométrico para fraccionar el peso corporal en sus 4 principales componentes.

Las ecuaciones originales de Mateigka han sufrido posteriormente modificaciones por otros autores. Una de ellas fue con motivo del proyecto antropológico de los Juegos Olímpicos de Montreal en 1976. Para facilitar su aplicación se sustituyeron ciertas medidas no realizadas de forma habitual en los protocolos de estudios antropométricos y se redefinieron las constantes utilizando los valores del Phantom. Posteriormente en 1984, Drinkwater y col., hicieron una validación de las ecuaciones originales de Mateigka y calcularon nuevos coeficientes, a partir de los datos de 13 cadáveres no embalsamados. Con esta corrección, el error para la masa muscular en hombres baja de 11.5% a 3.2%.

Basándose en este modelo de 4 componentes (graso, muscular, óseo y residual) Drinkwater y Ross (1980), propusieron un método siguiendo la estrategia de proporcionalidad (la proporcionalidad intenta buscar las relaciones que pudieran existir entre los diferentes segmentos corporales) del Phantom de Ross y Wilson.

El fraccionamiento de los componentes del peso del Phantom se realizó arbitrariamente a partir de los datos de cadáveres dados por Behnke en 1974. La puntuación típica o “Z” es una medida estadística de dispersión, se resta al valor obtenido de cada individuo la media del grupo y se divide por la desviación estándar. En este caso la media y desviación utilizadas son las del Phantom, y el valor se corrige respecto a la talla. Se obtiene la “Z” de las variables que intervienen en cada componente y se sustituye en la fórmula derivada de la anterior.

De Rose y Guimaraes (1980) propusieron un modelo tetracompartimental (pesos 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.

Existen otras ecuaciones antropométricas que estiman la masa muscular de forma independiente, dentro de las cuales se encuentra la de Heymsfield y col. (1982), en ella se relaciona el área muscular del brazo, calculada a partir de la circunferencia media del brazo

y del pliegue del tríceps, con la masa muscular total, incluyendo también la variable de la estatura. Otra ecuación es la de Martín y col (1990).

La estimación de la masa muscular también puede realizarse a partir de índices estimativos del desarrollo muscular, dentro de las ecuaciones para esta estimación tenemos las de Wartenweiler, Hess y Wüest (1974), la de Heymsfield y col. (1982), y la de Housh y col (1995).

Otro componente representativo de la composición corporal es la masa ósea, varios estudios y ecuaciones han sido desarrolladas para su cálculo, Baker y Ángel (1965) determinaron la densidad a partir de la masa y volumen del hueso; Sorenson, J. A. et... al.(1968), presentaron un importante estudio al respecto con la técnica de absorción de fotones, expresando sus resultados de caracterización del hueso; Smith D. A., et... al (1969) determinaron el contenido del material óseo con una técnica de absorción de rayos X; Trotter, M. & Patersson(1995), demostraron la tendencia de disminución de la densidad mineral ósea con la edad.

Una de las ecuaciones, de utilización común en medicina del deporte, es la ecuación de Von Dohlen (1964), modificada por Rocha (1975).; de igual forma Martín, A. D., Spent, L.F: Drinkwater, D:T:, y Clarys, J:P(1991), nos proporcionan una ecuación para determinar la masa ósea con una visión de 0.95% como valor predictivo; Bravo y colaboradores han ajustado la ecuación de Von Dohlen para niños proponiendo utilizar en lugar de la constante 400 las siguientes constante en dependencia de la edad; 6-10 años ambos sexos la constante (335), y 11-15 años hembras la constante (435).

Otro aspecto de la composición corporal que es estimado es el peso residual, el cual esta en función del peso y el sexo de la persona. Su determinación se debe a la propuesta de la ecuación de Würch (1974).

Estudios epidemiológicos usan con frecuencia el Índice de Masa Corporal (IMC) como indicadores de obesidad, Mac Dougall J.D. Wenger H.A. y Green H.J. (1991), por cuanto

se ha demostrado una correlación relativa de esta variable en el grosor de panículos y el porcentaje de grasa, calculado con el procedimiento de la pesada en inmersión (Ross y Ward, 1986).

Se establece que a la medida que el IMC sea mayor, la adiposidad también lo será, aseveración que tiene que administrarse con sumo cuidado. Sobre todo en atletas, donde la magrez acompañada de un desarrollo muscular acentuado, podría general IMC mayores que 25, siendo, en estos casos, considerados obesos.

El IMC como indicador del peso proporcional, permite establecer la cantidad de Kg./m² óptimo de los individuos. Valores de 25 Kg./m² y 17,5 Kg./m² parecen establecer el rango adecuado.

Una variable importante en el estudio de la composición corporal para el deporte es el Índice de Sustancia Activa (ISA) que estima la cantidad de masa magra (MCA) relativa de acuerdo con la talla. Es un mayor indicador de la proporción de masa muscular para un individuo, ya que la masa magra (MCA) absoluta guarda mucha dependencia con la talla.

La fórmula para su determinación fue propuesta por Tiltel y Wuscherk, (1972).

La ISA es ilustrativa de las diferencias de la masa corporal activa o la proporción de masa muscular, en individuos con diferentes ejecutorias deportivas.

Se conoce que en la actualidad existe el sistema O – SCALE que es un enfoque de vanguardia para la estimación de la composición corporal en humanos, a través de la determinación de la adiposidad relativa (AR) y el peso proporcional (PP). El procedimiento fue creado por los doctores William, D, Ross, Richard Ward y su equipo de investigadores (1989), de la Universidad Simón Fraser en Canadá.

El procedimiento O –SCALE incluye en el proceso el peso, la talla y seis panículos subcutáneos, tríceps, subescapular, suprailiaco, abdominal, muslo anterior y pantorrilla.

El resultado obtenido debe ser ubicado según las tablas de Ross y Ward para el valor de la AR en el canal percentil, correspondiente y otorgarle en nivel alcanzado según la edad y el sexo.

Otra vía es el índice de estatura al cuadrado el cual tiene su basamento en una fórmula de regresión simple (Benke y Wilmore, 1974) que estima la masa corporal magra (M.C.M.) en base a la estatura corporal. La teoría que subyace debajo de esta prueba es que el peso corporal, en la población en general, tiene una relación positiva con el peso corporal magro.

Hombres: $MCM (Kg) = 0.204 * Ec^2$ (estatura en decímetros).

Mujeres: $MCM (Kg) = 0.18 * Ec^2$ (estatura en decímetros).

La medición de circunferencias de partes específicas del cuerpo pueden usarse para pronosticar el porcentaje de grasa corporal, (Penroe, Nelson, y Fisher, 1985) puesto que se supone que estas medidas tienen una relación positiva con el porcentaje de grasa corporal: esto implica que cuando aumentan las circunferencias corporales, se supone que aumentan los niveles de grasa corporal.

Aunque el desarrollo de las técnicas destinadas a conocer la composición corporal nos permite un conocimiento relativamente exacto de la composición corporal y la forma en la que se reparte entre los distintos componentes corporales, no existen todavía datos suficientes que nos permitan establecer, de manera precisa, cual puede ser la composición corporal idónea en lo que se hace referencia a la obtención de marcas deportivas para las diversas especialidades y modalidades deportivas. La práctica totalidad de los datos de los que, por el momento, se define sólo hacen referencia, en general, a los niveles de contenido graso. En general, para la práctica deportiva es preciso un nivel de adiposidad pequeño. Sin embargo, existe un porcentaje mínimo de grasa corporal del que no se puede prescindir si se quiere mantener el nivel adecuado de salud. Este valor mínimo en el varón equivale aproximadamente, al 3-5 % de su masa corporal total y en la hembra es aproximadamente del 8-10%. Estos valores son los que a la denominada “grasa esencial” necesaria para mantener la integridad funcional del organismo.

La disminución de esta “grasa esencial” implica alteraciones fisiológicas importantes, e incluso cambios importantes en su arquitectura corporal lo que puede modificar el entrenamiento deportivo y el rendimiento del atleta.

Sin embargo, analizando los valores de contenido graso en determinadas especialidades deportivas, en especial en corredores de pruebas de fondo aparecen valores de grasa corporal inferiores a los mínimos indicadores, sin que ello llegue a producir alteraciones importantes en sus actividades funcionales. Probablemente, ello se debe a que, con el entrenamiento intenso aeróbico, es posible tolerar valores de contenido graso inferiores a los señalados.

Excepto los datos relacionados con el contenido graso, falta todavía la respuesta adecuada respecto a diversas cuestiones como puedan ser las de cuál es la combinación mejor entre peso graso y peso magro (MCA) para los distintos deportes, que nivel de peso debe suponer el comportamiento óseo respecto del muscular o del graso; etc. un conocimiento más adecuado de este tipo de correlaciones nos permitiría establecer conclusiones respecto a cuales pueden ser, a corto o largo plazo, las consecuencias que el surgimiento de programas de especialización deportiva, con modificaciones sustantivas de la magnitud de los comportamientos corporales, pueden significar para el pronóstico deportivo, surgimiento del nivel de entrenamiento o, incluso, de planificación del mismo

Pacheco del C.J.,L(1996) destaca que 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, a su vez, otros investigadores como Brodie D.A.(1988b), Forbes G.B.(1987), Khaled M.A. et al (1988) 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, 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 ésta 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 de 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, 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, 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:(133, 1327-1332)

“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”.

Los analizadores de impedancia bioeléctrica más conocidos son BIA 101 RJL Systems; Valhalla 1990; Byodinamics 310; Animeter; BIOScan HF; Tanita, Holtain; Xitron 4000B; Omron BF 302, en correspondencia con el tipo de equipo utilizado la posición del investigado para la aplicación del test puede adoptar distintas posiciones.

La mayor parte de las ecuaciones disponibles en los equipos de impedancia bioeléctrica utilizan además de medidas antropométricas, como la estatura y el peso asociadas a la resistencia o la impedancia, algunas constantes para estimar la masa libre de grasa y para el cálculo posterior del porcentaje de grasa.

La Impedancia Bioeléctrica (BIA) tiene muchas ventajas sobre otros métodos, es segura, de bajo costo, portátil, rápida, fácil de realizar y requiere de una mínima experiencia del investigador. La técnica se ha difundido ampliamente en hospitales, centros de salud y estudios de campo. Sin embargo, para ser utilizada correctamente, se debe conocer la técnica y su uso.

Muestra y metodología.

Para esta investigación se tomaron como muestra 11 alumnos atletas de Judo de la categoría 13-14 años del combinado 19 de Abril en el municipio Jagüey Grande

- Métodos y procedimientos.

Para poder llevar a cabo la presente investigación y conocer de forma adecuada los parámetros de la composición corporal de los alumnos objeto de investigación se utilizaron los métodos teóricos, empíricos, análisis de documentos y estadísticos matemáticos para la obtención de los diferentes datos fundamentales.

Serán objeto de mediciones:

Porcentaje de grasa corporal y peso corporal de grasa por el método antropométrico y de impedancia bioeléctrica a través del equipo OMRON BF302; estatura, peso corporal, diámetros biacromial, bicrestal, estiloideo, circunferencias de muslo derecho e izquierdo y circunferencias de antebrazos derecho e izquierdo, además de la fecha de nacimiento.

Los materiales a utilizar serán:

Equipo médico de impedancias bioeléctrica OMRON BF302, compás grande de corredera con ramas rectas anchas, compás chico marca Harpender de una precisión de ± 1 , cinta métrica metálica Rabone prevista de un blanco inicial de 10 cms de una precisión de ± 1 ,

además de planillas y lápices. Para la aplicación de las diferentes mediciones antropométricas se tendrá en cuenta la metodología de Martín y Saller.

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

Las mediciones se ejecutaron por un periodo de 1 año que abarcó el espacio de la preparación general especial y pre competitiva.

-Análisis e interpretación de los resultados.

En el equipo de Judo masculino 13-14 años, en la prueba de Anova de un solo factor y la de Kruskal-Wallis para comparar las medias de cada indicador antropométrico entre las etapas del macrociclo, así como la de Duncan para valorar que medias difieren entre sí y cuales no, en la prueba de Anova se demuestra que la edad biológica en que $P < 0.05$ presenta diferencias significativas, en el resto de los indicadores no. En la prueba de Duncan los resultados expresan que en la edad biológica las medias difieren entre sí, por lo que no existe homogeneidad, el resto de los indicadores resultaron ser homogéneos ya que las medias con letras en común no difieren a $P > 0.05$.

La edad biológica revela que ocho deportistas presentan una maduración acelerada y tres de media en el macrociclo. Este autor considera que con estos resultados se facilita el trabajo del entrenador en la planificación y aplicación adecuada del entrenamiento.

La talla logra 3.646 cm de crecimiento en el macrociclo, en el período preparatorio se incrementa 2.146 cm. y en el competitivo 1.500 cm., alcanza 165.573 cm y el percentil 75 de la población cubana, según las normativas para la talla de Jordán J R (1979); la talla futura pronostica cuatro deportistas entre 192-194 cm y tres entre 183-187 cm.

El peso corporal total aumenta 1.128 Kg. en el macrociclo, con 0.737 Kg. en el período preparatorio y 0.391 Kg. en el competitivo, esto le permite alcanzar 59.373 Kg. y el percentil 90 de la población cubana, según las normativas para el peso de Jordán J R

(1979); en la estimación del peso ideal la diferencia es notable con respecto al peso corporal total en cinco deportistas.

El peso de grasa corporal disminuye 2.909 Kg. en el macrociclo, con 1.018 Kg. en el período preparatorio y 1.891 Kg. en el competitivo que determina que el porcentaje de grasa corporal que determina se encuentre en los valores para la edad (11-20%), según Lohman T.G., Houtkooper L. y Going S.B (1997) en seis deportistas, aceptable en tres y negativo en dos.

El peso de la masa muscular aumenta 3.646 Kg., en el macrociclo, obtiene un incremento de 1.577 Kg. en el período preparatorio y en el competitivo 2.069 Kg., por lo que podemos relacionar que la ganancia de peso corporal básicamente es a expensa del peso de la masa muscular donde el porcentaje de la misma alcanza los valores mínimos requeridos para la edad (46.2-50.2%), según Malina et al (1991) en ocho deportistas y en tres es aceptable.

El peso óseo se incrementa 0.067 Kg. en el macrociclo, alcanzan los porcentajes establecidos internacionalmente (12.5-18.7%), según Martín A.D. y Drinkwater D. T (1991) cinco deportistas, cuatro con valores aceptables y dos con resultados negativos.

El autor de la investigación evalúa que se logra alcanzar las características corporales exigida para este deporte en siete deportistas porque los indicadores fundamentales mantienen estabilidad y crecimiento en el macrociclo, los restantes aunque mejoran sus resultados todavía no compensan los indicadores para el cumplimiento de este objetivo.

TABLA 31 CARACTERISTICAS ANTROPOMETRICAS DE LA CATEGORIA 13-14 AÑOS									
SEXO MASCULINO JUDO N =11									
INDICADORES	EPG		EPE		PC		TOTALES		
	\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S	CM _e	H	F
E. decimal	12,923a	0,850	13,283a	0,850	13,618a	0,850	0,723ns	-	1,838ns
E. biológica	16,163a	0,438	14,778ab	1,478	15,037c	1,503	1,542	-	3,830*
Talla (cm)	161,927a	9,456	164,073a	9,379	165,573a	8,437	82,857ns	-	0,446ns
Talla futura(cm)	182,732a	10,400	181,308a	12,159	183,059a	10,486	121,979ns	-	0,078ns
P. corporal (Kg)	58,245a	12,644	58,982a	13,232	59,373a	12,598	164,556ns	-	0,022ns
P. ideal (Kg.)	52,843a	8,998	55,048a	9,682	55,268a	9,591	88,901ns	-	0,223ns
P. grasa (Kg.)	11,045a	7,529	10,027a	6,322	8,136a	3,949	38,942ns	-	0,631ns
% P. grasa	16,545a	9,033	16,500a	7,462	15,091a	5,991	-	0,057ns	-
P. m. m.(Kg)	25,697a	6,587	27,274a	5,613	29,343a	6,796	40,367ns	-	0,911ns
% m. m	44,565a	10,120	46,769a	7,097	49,491a	4,629	-	0,951ns	-
P. óseo (Kg)	7,517a	0,877	7,466a	0,839	7,584a	0,811	0,711ns	-	0,053ns
% P. óseo	13,188a	1,821	12,933a	1,617	13,026a	1,552	-	0,249ns	-

P. residual (Kg)	14,037a	3,047	14,215a	3,189	14,309a	3,036	9,557ns	-	0,022ns
------------------	---------	-------	---------	-------	---------	-------	---------	---	---------

Simbología: P= peso; m.m = masa muscular; EPG= etapa preparación general; EPE= etapa preparación especial; PC= período competitivo. N.S: no significativo.

*: $P < 0.05$; Medias con letras en común no difieren a $P > 0.05$

CONCLUSIONES.

1. Tomando como base los resultados obtenidos podemos plantear las siguientes conclusiones.
2. Se cumplen los objetivos de trabajo trazados para la investigación ya que se logra alcanzar las características corporales exigidas para este deporte en siete deportistas porque los indicadores fundamentales mantienen estabilidad y crecimiento en el macrociclo, los restantes aunque mejoran sus resultados todavía no compensan los indicadores para el cumplimiento de este objetivo.

BIBLIOGRAFIA.

1. Alexander Pedro. 1994. Depoación. Edit. Grafica Reus. Caracas Venezuela.
2. Alonso Ramón, Alba Antonio. 1989. Control Médico. Edit. INDER Ciudad de la Habana. Barberry T. R., A. Ensenat, Jordi Porta. 1992 Cineantropometría y Deporte. Edit. Paidotribo Barcelona España.
3. Berdasco y Col. 1991 Segundo Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo. Cuba 1982. Revista Cubana de Pediatría No. 63. C. Habana.
4. Bravo A. Cesar... /et.al /. 1988. Evaluación del Rendimiento Físico Editora Didáctica Moderna S.A. México
5. Bompa, T. 1996 La selección de atletas talentos. RED. Revista de Entrenamiento Deportivo Vol. Y, N^{ro} 2 pp. 46-54..
6. Campos, J. Criterios determinativos en el proceso de selección de talentos deportivos. Edit. ISCF. Manuel Fajardo (Cuba), Univ. De Las Palmas de Gran Canarias (España).
7. Canda Moreno A.S. 1996. Estimación Antropométrica de la Masa Muscular en Deportistas de Alto Nivel. Editora. Ministerio de Educación y Cultura Consejo Superior de Deportes. Madrid España
8. Ceballos Díaz Jorge L. 1997 Estudio Cineantropométrico de atletas escolares de voleibol del sexo femenino. Tesis de Maestría Unió. Mtaz..
9. Comas J. 1976 Manual de antropología Física UNAM México D.F..
10. De Rose, E. H; Guimaraes A. C, A. 1980. Model for optimization of somatotype in young athletes. En. OSTYN, BUENEN and SIMONS, J... KINANLTR II. 9 Baltimore University Park
11. Esparza Ros F. 1993. "Manual de cineantropometría Monografía FEMEDE
12. Faulhaber Johanna. 1989 Crecimiento somatometría de la Adolescencia. Edit. Inst. de Investigaciones antropológicas. C. México.
13. Faulhaber Joanna. María E. Sáenz F. 1995. Terminando de Crecer en México. Editora. Instituto de Investigaciones Antropológicas México.
14. Ferreiro Gravié Ramón. 1984 Desarrollo Físico y Capacidad de Trabajo de los Escolares. Editorial Pueblo y Educación C. Habana.
15. García Manso Juan Manuel.../ et al/. 1998 La velocidad Gymnos. Editorial deportiva. Madrid España.

16. Glez de Suso, J.M. y Porta J. 1996. Determinación del Tejido Adiposo por Resonancia Magnética en Deportistas. Editora Ministerio de . Y Cultura. Consejo Superior de Deportes. Madrid. España
17. . Colectivo de Autores1988. Higiene de los Niños y Adolescente Edit. Haydee Santamaría C. de la Habana.
18. Jordán. J.R. 1979.Desarrollo Humano en Cuba. De. Científico Técnica Ciudad de la Habana
19. Los Estudios sobre el Crecimiento del Niño en los Países en Desarrollo. 1974 en Revista Cubana de Pediatra. La Habana.
20. J.Bukb Wendy: 1994Composición Corporal Edit. G y M. México.
21. Karpman. V.L. 1989 Medicina Deportiva. Edit. Pueblo y Educación. C. de la Habana.
22. Leín Pérez Sofía: 1996 Influencia y Características de la edad para el Desarrollo Físico de los Escolares. Edad Cronológica y Edad Biológica. Editora José A. Huelga C. de la Habana..
23. Leín S. 1984El Grado de Desarrollo Corporal y su Importancia para el Trabajo Deportivo con los Niños y Adolescentes. Boletín Científico - Técnico No. 2/2 C. de la Habana.
24. Linday Caster J. E. ; Honeyman HEAT. B. 1990 Somatotyping - Development and Applications Cambridge Studies in Biological Anthropology Cambridge N. York.
25. López Calbet J. A; Dorado García C; Chavarren Cabrero J1996.. Evaluación de la Composición Corporal Mediante Absorciometría Fotónica Dual de rayos X: Aplicaciones y Limitaciones en el Ámbito del Deporte. Editora Ministerio de Educación y Cultura Consejo Superior de Deportes. Madrid España
26. Montesinos R. “1982 Incremento de la Actividad Física en los Niños y su Efecto sobre la Composición Corporal y la Condición Física. Revista Apuntes de M. Deportiva Vol. XIX 75..
27. Pacheco del Cerro J. L. 1996. Valoración Antropométrica de la Masa Grasa en Atletas de Elite. Editora Ministerio de Educ. y Cultura Consejo Superior de Deportes Madrid. España

28. Pila Hdez Hermenegildo. 1996. La Selección de talentos Deportivos en la Edad Escolar. Imprenta José A. Huelga. C. de la Habana
29. Pospisil Milan. 1965 Manual de Práctica de Antropología Física. Editora del Consejo Nacional de Universidades la Habana.
30. Rodríguez Alonso Carlos.../ et al/. 1986. Contribución al Estudio del Perfil Morfológico de Atletas Cubanos de Altos Rendimientos del Sexo Masculino. Boletín Científico - Técnico INDER,. C. de la Habana
31. Rodríguez Alonso Carlos. 1991. Utilización de Indicadores Simples de la Composición Corporal en el Control Biomédico del Entrenamiento. Revista Cubana de Medicina del Deporte. INDER,. C. Habana
32. Rodríguez Reyes Roberto N. 1997.Evaluación del desarrollo físico a través de baterías de pruebas funcionales en alumnos de baloncesto de las edades de 13-14 años. Tesis de Maestría Univ. Mtaz.
33. Siret J.../ ct al / 1991Edad Morfológica. Evaluación Antropométrica de la Edad Biológica. Revista Cubana de medicina del Deporte No.2 C. de la Habana.
34. Thorland, William et. al. 1991Validity of anthropometric equations for the estimation of body density in adolescent athletes. Med. And Science in Sp. Y Exc. Vol. 16 No.1 1991.
35. Volkov M.V., Filin P.V. 1989Selección Deportiva. Impreso URSS.
36. Zatsiorski V.M. 1989 Metrología Deportiva. Edit. Pueblo y Educación C. de la Habana.