

Monograph

# Validez del Método Antropométrico de Ross y Kerr (1988) en Población Deportiva De uno u Otro Sexo: Experiencia Cubana Durante el Ciclo Olímpico 1996-2000

William Carvajal Veitia<sup>1</sup>, Ivis Echevarría García<sup>1</sup>, Hamlet Betancourt León<sup>2</sup> y Miriam Martínez Acosta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Cineantropometría, Instituto de Medicina del Deporte, La Habana, Cuba.

<sup>2</sup>Departamento de Antropología, Centro Nacional de Escuelas de Arte, La Habana, Cuba.

## RESUMEN

El objetivo principal de la presente investigación fue demostrar la validez del método antropométrico de William Ross y Deborah Kerr para fraccionamiento de la masa corporal en población deportiva cubana de uno y otro sexo. Este proyecto antropológico se dividió en dos etapas: La primera consistió en llevar a cabo la validación del método, y la segunda establecer valores de referencia para la población deportiva cubana. Para la investigación se seleccionó una muestra de 1485 deportistas de más de veinte modalidades y de ambos sexos (hombres: 837 y mujeres: 648), que estuvieron involucrados en el Ciclo Olímpico 1996-2000 correspondiente a los Juegos de Sídney 2000, de igual manera se empleó una muestra de 246 deportistas de deportes en los que se compite por categoría de peso para realizar las estimaciones de masa grasa y muscular según la categoría de peso. Cuando se estimó la masa corporal total, el coeficiente de determinación de la muestra explicó el error total en un 95,00 % y el error estándar del estimado fue de 3.08 Kg. con una correlación del 98,00 %. El menor error estándar del estimado se encontró para el sexo masculino con 2,46 Kg., para el sexo femenino el mismo fue de 3.09Kg. El método fue mejor predictor de la masa corporal en el sexo masculino. Los valores relativos y absolutos de la masa muscular y grasa varían de acuerdo al deporte y las divisiones de peso (en deportes en los que se compiten por categoría de peso). Los valores de la masa adiposa y muscular podrían ser usados para evaluar individuos y muestras considerando las características del deporte.

**Palabras Clave:** método antropométrico, masa muscular, masa adiposa

## INTRODUCCION

El método antropométrico de William Ross y Deborah Kerr es la última estrategia de fraccionamiento de la masa corporal conocida hasta ahora (Kerr, 1988). En el artículo "Fraccionamiento de la masa corporal: Un nuevo método para utilizar en nutrición clínica y medicina deportiva", los autores señalan que este método es una deuda de gratitud a la memoria de

Matiegka quien fuera el padre de los modelos de fraccionamiento (Ross y Kerr, 1993).

El método de Ross y Kerr es considerado una técnica indirecta para obtención del peso fraccionado, pero al contrario de otros que usan pliegues cutáneos, diámetros y perímetros este fue validado utilizando como estándar de oro cadáveres, lo que le ofrece mayor valor científico (Cappa, 2006).

La aplicación de esta estrategia ha sido extensiva al mundo del deporte y la Actividad Física y la Recreación (Casajús y Aragonés, 1994; Gurovich et al., 1995; Da Silva et al., 2003; Cappa, 2006). Gurovich et al. (1995) realizaron estudios en atletas chilenos de alta maestría y llegaron a la conclusión que el método constituye una herramienta práctica y segura para las ciencias aplicadas al deporte. En un ejemplo que ilustra los fines del método para la estética y la promoción de salud Cappa afirma que la técnica es sensible a los cambios en las cinco masas que el método predice, ya que este se obtuvo sumando los tejidos diseccionados por separado (Cappa, 2006).

Los autores del modelo de fraccionamiento refieren que este se ha aplicado con éxito en diferentes tipos de muestra y aseguran que el método fue capaz de calcular las masas corporales totales obtenidas en 11 muestras, escogidas a fin de representar la variabilidad humana (Ross y Kerr, 1993).

Específicamente en deportistas, el método ha sido validado en varios proyectos antropológicos como el de los Juegos Olímpicos de Montreal 1976 (Ross et al., 1999), en una muestra de remeros livianos participantes en los Juegos Panamericanos de Indianápolis en 1987 (DeRose et al., 1989), en población venezolana (García y Alayon, 1999) y en atletas chilenos de alta maestría (Gurovich et al., 1995).

La Sociedad Internacional para el Avance en Cineantropometría exige determinadas premisas para demostrar la validez de un método, las cuales ha superado el método de Ross y Kerr (García y Alayon, 1999). Las mismas son:

1. validación del método en muestras in Vitro (cadáveres).
2. validación del método en muestras in vivo (poblacional).
3. Validación a través del cálculo del peso estructurado y correlación de la suma de los componentes con el peso real.

Otros autores refieren premisas que también han sido superadas por el método (Pacheco del Cerro, 1996; Carvajal, 2005), entre ellas aparecen:

1. Validez del método en más de una población.
2. Validez en muestras específicas.
3. Validez del método en muestras mayores de 50 individuos.
4. Los errores estándares del estimado (EEE) y coeficientes de determinación (R<sup>2</sup>) están en el rango de lo aceptado (R  $\geq$  0.95 y EEE < 5%).

En Cuba la estrategia de Ross y Kerr fue utilizada durante un periodo de ocho años y arrojó resultados satisfactorios para algunas especialidades deportivas, sin embargo no ha quedado determinada la validez del método ni su aplicación en el campo del deporte en el entorno que se estudia.

Los datos acumulados en pruebas de laboratorio han evidenciado que las predicciones no son del todo satisfactorias y que en muchas ocasiones el método subestima o se sobrestima el peso corporal, lo que no resulta beneficioso para predicciones individuales en algunos deportes como los de combate, por solo citar un ejemplo.

Los objetivos principales de esta investigación son:

- Determinar las bondades de del método antropométrico de Ross y Kerr en la predicción de la masa corporal en población deportiva cubana de uno y otro sexo y en los diferentes deportes y, obtener valores de referencia que sean de utilidad para la evaluación del entrenamiento deportivo.

## MÉTODOS

### Procedimiento Experimental

Se realizó una investigación transversal con carácter retrospectivo para determinar las bondades del método antropométrico de Ross y Kerr en una muestra de deportistas de uno y otro sexo. Para el estudio se diseñaron dos bases de datos que reflejan las predicciones de peso corporal y las correspondientes fracciones de Masa Adiposa, Muscular, Ósea,

Residual y de Piel, realizadas en el ciclo olímpico 1996-2000, utilizando como herramienta de medida el método antropométrico de Ross y Kerr.

## **Muestra**

La muestra estuvo conformada por 1485 deportistas con la participación de 837 representantes del sexo masculino y 648 del sexo femenino en la que están representados 19 deportes que se encuentran dentro de las disciplinas de combate, deportes con pelota, arte competitivo, deportes náuticos y deportes de fuerza.

Para el diseño de las referencias basadas en los valores de Masa Adiposa y Muscular, en los deportes que compiten por categorías de peso se diseñó una base de datos ampliada que constaba con un total de 246 deportistas de los deportes Levantamiento de Pesas(n=60), Lucha(n=70), Judo (femeninos n=35 y masculinos n=35) y Boxeo(n=46).

En la investigación participaron 853 individuos del sexo masculino con un promedio de edad decimal de  $21,40 \pm 4,46$  años y una edad deportiva de  $10,31 \pm 5,88$  años y 632 del sexo femenino con un promedio de edad decimal de  $19,74 \pm 4,75$  años y  $9,70 \pm 4,46$  años de edad deportiva.

La edad decimal de los deportistas que compitieron por categoría de peso fue  $23,58 \pm 7,00$  años para el sexo masculino y  $20,67 \pm 4,86$  para las mujeres.

## **Antropometría**

Las medidas antropométricas fueron realizadas en el laboratorio de Cineantropometría del Instituto de Medicina del Deporte, en el 90 % de los casos en el horario de la mañana y los procedimientos para la recopilación de datos se realizaron siguiendo las recomendaciones técnicas propuestas por la Sociedad Internacional para el Avance en Cineantropometría (2001)

Las mediciones antropométricas fueron ejecutadas por expertos clase A (según la escuela cubana de antropometristas) con más de 30 años de experiencia en la actividad y participantes en varios proyectos antropológicos de carácter internacional. Los mismos tenían un error técnico de medida dentro de márgenes aceptables para este tipo de estudios.

Los instrumentos utilizados incluyeron: Calibrador de pliegues cutáneos Holtain con precisión  $\pm 0,2$ mm para la medición de los panículos adiposos; Antropómetro Holtain Modelo Harpenden para la determinación de diámetros anchos con precisión  $\pm 1$ mm; Epicondilar Holtain para determinación de los diámetros cortos con precisión  $\pm 1$ mm; Cinta antropométrica metálica Holtain para determinación de las circunferencias con precisión  $\pm 1$ mm; Estadiómetro portátil Harpenden para determinación de la estatura de pie y sentado con precisión de  $\pm 1$ mm y la balanza de contrapeso de la marca Detecto Medic con precisión  $\pm 100$ g fue utilizada para la determinación del peso corporal.

## **Test Realizados**

Para efectuar las estimaciones correspondientes a la Masa Corporal Predicha así como a las fracciones de Masa Adiposa (MA), Muscular (MM), Ósea (MO), Residual (MR) y de Piel (MP) se utilizaron las fórmulas descritas según por Ross y Kerr (1993).

También se obtuvieron los % de las masas anteriormente mencionadas así como el indicador r (masa corporal predicha/masa corporal real) que representa la fracción de la masa corporal predicha con respecto al masa corporal real. Por último fue determinado el porcentaje del peso total predicho que se representó como %MT y se determinó sumando los porcentajes de todas las fracciones (%MA+%MM+%MO+%MR+%MP).

## **Entrenamiento**

Durante la etapa en la cual fueron efectuadas las mediciones antropométricas, todos los deportistas estaban bajo un régimen de entrenamiento diseñado y controlado por el colectivo técnico de entrenadores y orientado fundamentalmente al desarrollo de la capacidad específica según el momento de la preparación. Fueron consideradas las predicciones efectuadas en el periodo especial y el competitivo del macrociclo preparatorio.

## **Análisis Estadístico**

Los indicadores utilizados para realizar la estadística descriptiva fueron los siguientes:

*Determinación de la bondad de ajuste de la recta de regresión*

Promedio (d-Kg.): Diferencia promedio entre la masa corporal real y la predicha.

Desviación Estándar (d-ds): Desviaciones estándar de las estimaciones entre la masa corporal real y la predicha.

Intervalos de Confianza (IC): Intervalo de confianza de la estimación.

Coefficiente de Correlación (r): Coeficiente de correlación entre la masa corporal real y la predicha.

Error Estándar del Estimado (EEE): Error Estándar de la predicción entre la masa corporal real y la predicha.

Coefficiente de Determinación (R2) entre la masa corporal real y la predicha.

#### *Comparación de medias*

Se llevó a cabo una prueba t de Student para verificar si existían diferencias entre el proyecto antropológico del presente estudio y un grupo de estudios reflejados en la literatura, declarando como significativas las diferencias menores de  $p \leq 0,05$ .

#### *Criterios para aceptar o rechazar una predicción*

| <b>Criterio</b>              | <b>Evaluación</b>       |
|------------------------------|-------------------------|
| - $r < 0,95$                 | Predicción subestimada  |
| - $0,95 \geq r \leq 1$ (RPA) | Predicción Normal       |
| - $r > 1$                    | Predicción sobrestimada |

Donde r es el valor de la relación peso predicho/peso real como se explicó con anterioridad.

#### *Criterios para el reflejo de referencias*

Para la obtención del rango promedio, en el cual se encuentra el 50% de la población se utilizó el siguiente criterio:

$$Md - DIC/2 \leq \text{Indicador} \leq Md + DIC/2$$

Donde Md representa el valor de la mediana y DIC/2 representa la desviación intercuartilar. Para el procesamiento de los datos fueron utilizados los paquetes estadísticos SPSS 11.5 y Stat Soft 6.0 para Windows.

## **RESULTADOS**

### **Validez Estadística del Método**

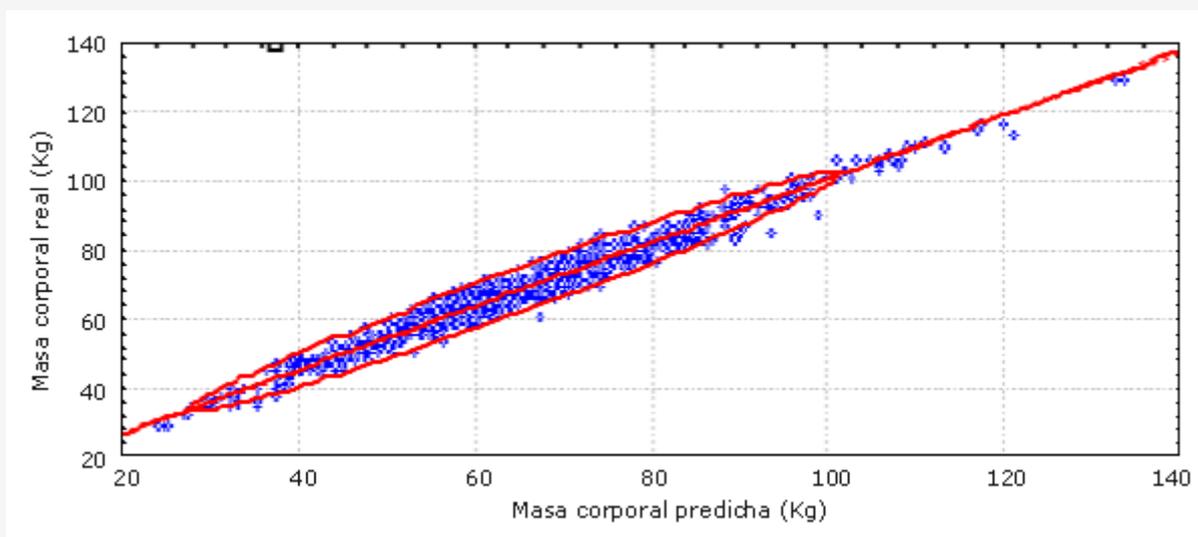
La Tabla 1 muestra las estadísticas descriptivas totales y por sexos de la diferencia entre la masa corporal real y la predicha (d-Kg.). También aparecen los coeficientes de correlación (r) y de determinación (R2). Los mismos se reflejan a través de valores que manifiestan un ajuste de la predicción cercano al ideal (entre la masa corporal real y la predicha).

El coeficiente de determinación explica el 95,00% del error total del experimento y el error estándar del estimado predice con una exactitud que está dada por el intervalo de confianza 3,21 a 3,50 kg. Los mejores resultados los obtuvo el sexo masculino con  $R2 = 0,96$  y  $EEE = 2,46$  kg. De manera general se puede decir que existe un error en la predicción menor del 5% y  $r > 0,95$ .

| Muestra | n    | d-kg | d-ds | r    | R <sup>2</sup> | EEE  | IC         |
|---------|------|------|------|------|----------------|------|------------|
| Hombres | 837  | 2,13 | 2,74 | 0,98 | 0,96           | 2,46 | 1,94; 2,32 |
| Mujeres | 648  | 4,94 | 2,23 | 0,97 | 0,94           | 3,09 | 4,77;5,11  |
| Total   | 1485 | 3,36 | 2,89 | 0,98 | 0,95           | 3,08 | 3,21;3,50  |

**Tabla 1.** Estadística descriptiva de las diferencias entre peso real y predicho.

La función de la regresión del peso predictivo sobre el real se muestra en la Figura 1. La misma resume lo explicado hasta ahora en el total de la muestra de número 1485 individuos.



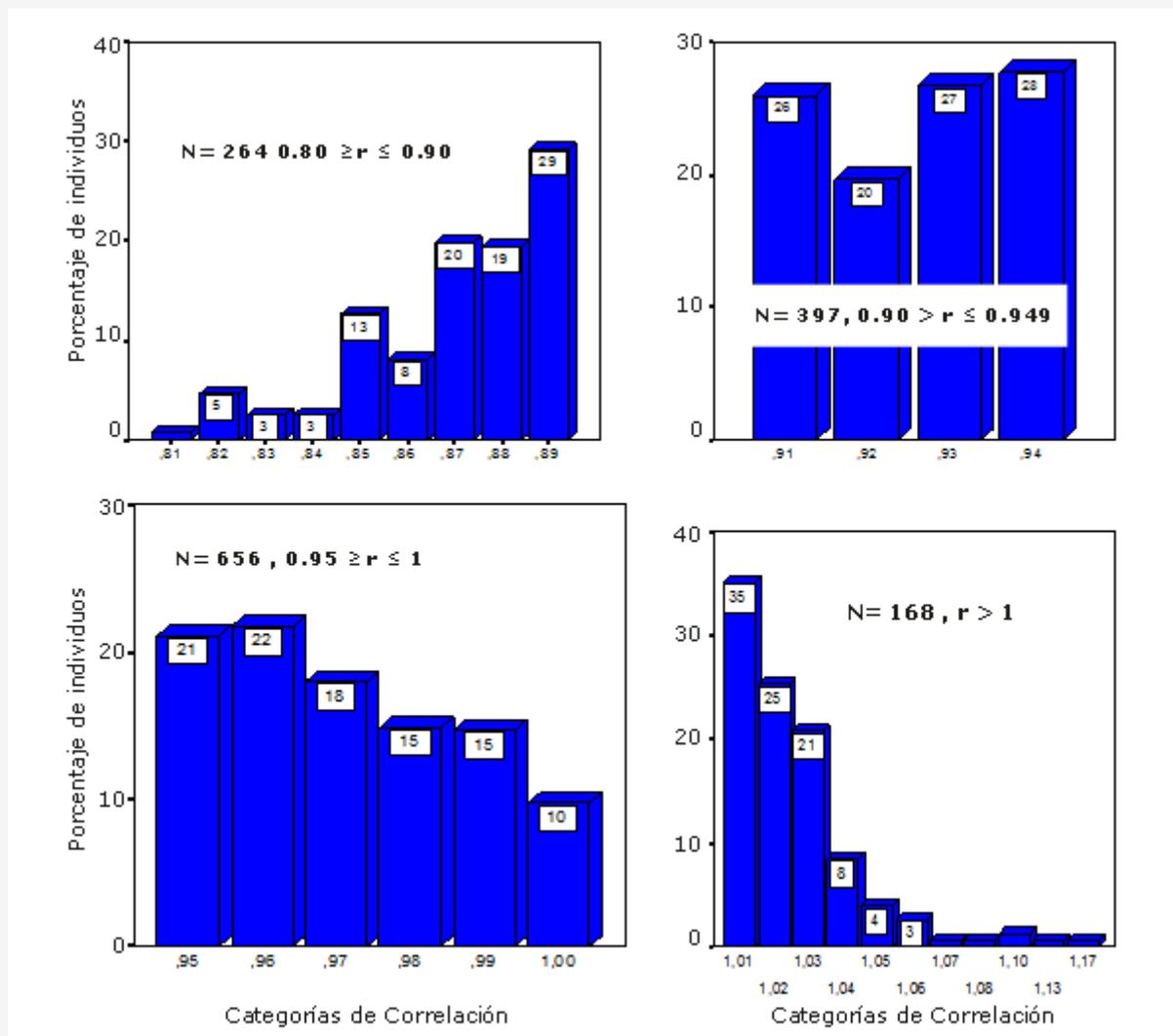
**Figura 1.** Relación entre la masa corporal real y la masa corporal predicha en atletas elites cubanos de uno y otro sexo.

La Tabla 2 refleja las estadísticas descriptivas y comparativas de diferentes proyectos antropológicos y el estudio actual (PIMD). El valor promedio (d-kg.) de la predicción para PIMD fue superior que el del resto de los proyectos antropológicos. Cuando se efectuó el test de comparación de medias correspondiente se pudo constatar que estas diferencias fueron significativas para  $p \leq 0.05$ .

| Estadísticos | MOGAP | COGRO | CANAD | PIMD |
|--------------|-------|-------|-------|------|
| d-Kg.        | 0,2*  | 1,0*  | 2,2*  | 3,36 |
| d-sd         | 2,7   | 3,2   | 3,2   | 2,89 |
| n            | 456   | 872   | 215   | 1485 |

**Tabla 2.** Estadísticas Descriptivas de este estudio (PIMD) con los resultados de los Proyectos Antropológicos MOGAP, COGRO y CANAD.\*: Diferencias muy significativas para  $p \leq 0,05$ ; ns: Diferencias no significativas. Especificaciones: CANAD (Estudiantes universitarios canadienses de 18 a 35 años); COGRO (Niños canadienses de 6 a 17 años); MOGAP (Deportistas participantes en los Juegos Olímpicos de Montreal, 1976); PIMD (Proyecto del Instituto de Medicina del Deporte, presente estudio).

La Figura 2 Muestra los resultados de las frecuencia de predicción por cada una de las categorías establecidas como convenio para aceptar o rechazar una estimación de la masa corporal. El 44,17% de los individuos (N =656) tuvieron una predicción aceptable, en el rango que refleja la figura. El 44,50 % (N =264+397) subestimó la masa corporal real y el 11,31%(N =168) tuvo una masa predicha superior a la real.



**Figura 2.** Porcentaje de individuos con predicción en cada rango de correlación.

La Tabla 3 muestra las frecuencias absolutas dentro de cada categoría de correlación entre la masa corporal predicha y la real, en 19 deportes y en ambos sexos, para los rangos  $r < 0,95$ ;  $0,95 \geq r \leq 1$  (RPA) y  $r > 1$ .

Hubo más de un cincuenta por ciento de predicciones normales en la mayoría de los deportes del sexo masculino. Los deportes de Pesas (81,25%), Balonmano (73,91%), Lucha Greco-romana y Libre (86,36% y 68,5%), Gimnasia Artística (84,2%), Judo (66,6%), Boxeo (62,8%), Hockey (64,28) % y Tenis de Mesa (64,28%) mostraron las mayores frecuencias de individuos en la categoría  $0,95 \geq r \leq 1$ .

De 853 individuos, en el sexo masculino 514 tuvieron una predicción normal para un 60,25% dentro del sexo y para un total 33% en toda la población.

Del 43% reflejado en el rango  $0,95 \geq r \leq 1$  de la figura 2, el 34,6 % lo constituye el sexo masculino y el sexo femenino constituye solo el 8,4% de este rango. En este mismo sexo se subestima más de lo que se sobrestima con cifras de 186 vs 153.

De los 154 individuos en los que se sobrestima la masa corporal 136 son hombres y 18 mujeres.

En el sexo femenino el 22% de la muestra está en el rango de predicción normal que representa el 9,81% para muestra total. En 475 (75,15%) mujeres de 632 se subestimó la masa corporal. El deporte con mejores resultados en las mujeres fue la Gimnasia Artística con 52,3% y las velas con un 100% en la predicción normal.

| Deporte            | Masculino  |            |            |            | Femenino   |            |            |           |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
|                    | N          | RPA        | r<0,95     | r>1        | N          | RPA        | r<0,95     | r > 1     |
| Baloncesto         | 36         | 18         | 17         | 1          | 136        | 13         | 123        | 0         |
| Balonmano          | 23         | 17         | 4          | 2          | 96         | 24         | 72         | 0         |
| Boxeo              | 35         | 22         | 3          | 10         | -          | -          | -          | -         |
| Esgrima            | 121        | 65         | 41         | 15         | 81         | 22         | 59         | 0         |
| Fútbol             | 139        | 82         | 50         | 7          | -          | -          | -          | -         |
| Gimnasia Artística | 19         | 16         | 0          | 3          | 65         | 34         | 30         | 1         |
| Gimnasia Moderna   | -          | -          | -          | -          | 96         | 0          | 96         | 0         |
| Hockey             | 84         | 54         | 28         | 2          | 18         | 2          | 16         | 0         |
| Judo               | 111        | 74         | 2          | 35         | -          | -          | -          | -         |
| Kayak-Canoa        | 11         | 2          | 0          | 9          | 13         | 10         | 1          | 2         |
| Lucha Greco        | 22         | 19         | 1          | 2          | -          | -          | -          | -         |
| Lucha Libre        | 54         | 37         | 0          | 17         | -          | -          | -          | -         |
| Patinaje Artístico | 8          | 2          | 4          | 2          | 10         | 0          | 10         | 0         |
| Patinaje Carrera   | 34         | 16         | 18         | 0          | 53         | 9          | 44         | 0         |
| Pesas              | 32         | 26         | 2          | 4          | -          | -          | -          | -         |
| Tenis de Mesa      | 14         | 9          | 5          | 0          | 25         | 13         | 11         | 1         |
| Pelota Vasca       | 34         | 18         | 8          | 8          | -          | -          | -          | -         |
| Velas              | 30         | 11         | 1          | 18         | 7          | 7          | -          | 0         |
| Voleibol           | 46         | 26         | 2          | 18         | 32         | 8          | 13         | 11        |
| <b>Totales</b>     | <b>853</b> | <b>514</b> | <b>186</b> | <b>153</b> | <b>632</b> | <b>142</b> | <b>475</b> | <b>15</b> |

**Tabla 3.** Frecuencias Absolutas de individuos en cada categoría de predicción por deportes y sexos. RPA: Rango de Predicción Aceptado.

### Valores de Referencia para los Diferentes Deportes

Las Tablas 4 y 5 muestran valores en porcentajes de todas las fracciones encontradas en los 19 deportes. El valor de la mediana en los porcentajes de Masa Ósea, Residual y de Piel, fueron similares en los deportes incluidos dentro de cada sexo.

La Tabla 4 muestra que modalidades como la Gimnasia Artística, Judo, Lucha Libre y Greco-romana, Boxeo, Pesas y Voleibol son las que poseen mayor % de Masa Muscular. En estas modalidades se oscila alrededor de 50%, en este indicador.

En el % de Masa Adiposa sucede algo similar. Deportes como la Gimnasia Artística, Judo, Kayak, Pesas y los dos estilos de Lucha fueron los que ostentaron menores valores promedios. Las Velas, Tenis de Mesa y la Pelota Vasca son las modalidades que ostentan mayores valores. El Tenis de mesa, la Esgrima, Patinaje Artístico y de Carrera son los de mayor variabilidad.

En cuanto al %MT los deportes de menor valor promedio en la suma de las fracciones fueron el Baloncesto, Patinaje de Carrera, Fútbol, Tenis de Mesa y la Esgrima.

| Deportes            | %MA        | %MM        | %MO        | %MR        | %MP       | %MT         |
|---------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-------------|
| Baloncesto          | 19,50±2,17 | 47,90±5,30 | 11,45±2,50 | 11,55±1,10 | 4,70±0,40 | 94,50±4,77  |
| Balonmano           | 20,90±3,60 | 49,10±5,80 | 11,50±2,80 | 11,10±0,70 | 4,90±0,30 | 98,30±2,55  |
| Boxeo               | 20,70±3,35 | 50,00±4,90 | 11,70±1,50 | 11,30±0,85 | 5,00±0,65 | 98,40±4,30  |
| Esgrima             | 20,20±4,30 | 47,70±3,90 | 11,3±1,50  | 11,00±1,00 | 5,00±0,30 | 95,60±4,80  |
| Fútbol              | 20,20±2,90 | 46,40±5,40 | 11,70±1,20 | 11,70±1,20 | 5,00±1,50 | 95,40±3,70  |
| Gimnasia Artística  | 17,40±1,90 | 54,10±3,70 | 10,90±2,70 | 11,80±0,80 | 5,10±0,20 | 99,00±1,50  |
| Hockey              | 20,30±3,00 | 46,70±5,30 | 11,50±1,05 | 11,60±1,30 | 5,10±0,30 | 96,10±3,70  |
| Judo                | 17,50±3,27 | 53,50±3,17 | 11,20±1,02 | 11,60±1,50 | 4,70±0,50 | 99,10±3,40  |
| Kayak-Canoa         | 18,55±1,97 | 55,15±3,80 | 12,05±1,50 | 12,35±0,90 | 4,70±0,22 | 101,90±3,00 |
| Lucha Greco         | 17,20±3,10 | 53,00±3,30 | 10,90±2,10 | 11,00±0,90 | 4,90±0,60 | 97,70±3,10  |
| Lucha Libre         | 17,10±2,70 | 53,70±3,70 | 11,20±0,90 | 11,80±1,10 | 4,60±0,60 | 99,50±3,40  |
| Patinaje de Carrera | 19,70±3,90 | 45,90±7,80 | 11,90±1,10 | 10,90±1,00 | 5,30±0,30 | 94,00±5,50  |
| Pesas               | 17,10±2,27 | 52,30±2,82 | 11,35±1,17 | 11,55±1,10 | 4,80±0,47 | 97,80±3,45  |
| Patinaje Artístico  | 21,00±4,15 | 46,55±4,12 | 12,80±2,45 | 10,50±1,50 | 5,30±0,50 | 95,10±10,25 |
| Tenis de Mesa       | 22,45±4,65 | 43,70±2,82 | 11,70±1,30 | 11,50±2,50 | 5,25±0,40 | 95,05±5,92  |
| Pelota Vasca        | 21,25±3,40 | 45,70±4,57 | 12,30±1,45 | 10,70±1,00 | 5,30±0,62 | 96,80±4,27  |
| Velas               | 22,20±3,90 | 49,25±5,97 | 12,15±1,22 | 11,95±1,95 | 5,00±0,42 | 101,25±4,27 |
| Voleibol            | 20,03±3,76 | 50,14±3,30 | 9,46±1,50  | 11,55±0,86 | 7,23±0,46 | 99,29±4,80  |

**Tabla 4.** Valores de Referencias para los porcentajes (%) de Masa Adiposa (MA), Masa Muscular (MM), Masa Ósea (MO), Masa Residual (MR) y Masa de Piel (MP) en deportistas cubanos. Sexo Masculino.

La tabla 5 muestra las estadísticas descriptivas para los porcentajes de las fracciones de masas en el sexo femenino. La Gimnasia Artística, el Kayak-Canoa y Voleibol mostraron los mayores valores de % de Masa Muscular con  $45,90 \pm 2,57$ ,  $43,50 \pm 0,92$  y  $44,85 \pm 1,59$  respectivamente. La Gimnasia Moderna con  $34,90 \pm 2,75$  mostró los valores más discretos.

Las disciplinas de menor % MA fueron la Gimnasia Artística, Gimnasia Moderna y el Balonmano y las de mayor % son el Patinaje de Carrera y las Velas.

El %MT reflejó que el Baloncesto, la Gimnasia Moderna, el Patinaje de Carrera, el Hockey y la Esgrima fueron los deportes que más subestimaron el porcentaje de peso corporal predicho.

| Deportes            | %MA        | %MM        | %MO        | %MR        | %MP       | %MT        |
|---------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|
| Baloncesto          | 26,70±4,80 | 38,00±6,20 | 10,25±0,95 | 9,60±0,80  | 5,50±0,50 | 89,80±5,37 |
| Balonmano           | 25,60±4,80 | 39,90±4,77 | 10,40±1,30 | 9,80±0,90  | 5,60±0,30 | 92,50±4,32 |
| Esgrima             | 27,10±4,80 | 37,60±3,40 | 11,10±1,30 | 9,80±0,85  | 5,80±0,40 | 91,60±4,90 |
| Gimnasia Moderna    | 25,90±2,40 | 34,90±5,50 | 11,20±1,70 | 8,40±1,10  | 6,70±0,40 | 88,00±4,20 |
| Gimnasia Artística  | 21,80±1,40 | 45,90±5,15 | 11,50±0,80 | 9,80±0,90  | 6,40±0,45 | 95,40±5,00 |
| Hockey              | 27,70±4,05 | 37,05±4,37 | 11,70±1,70 | 9,35±0,20  | 6,00±0,40 | 91,70±3,37 |
| Kayak-Canoa         | 26,20±2,55 | 43,50±1,85 | 11,20±1,05 | 10,80±1,60 | 5,60±0,15 | 97,70±2,65 |
| Patinaje de Carrera | 32,60±3,92 | 37,75±1,95 | 10,00±1,72 | 9,15±1,00  | 5,90±0,52 | 91,50±3,57 |
| Patinaje Artístico  | 25,30±3,10 | 39,50±3,90 | 11,35±1,57 | 9,45±0,82  | 6,55±0,45 | 92,30±3,90 |
| Tenis de Mesa       | 27,40±7,75 | 38,30±6,30 | 11,50±1,70 | 10,60±1,30 | 6,10±0,30 | 94,80±4,65 |
| Velas               | 32,10±5,60 | 38,80±5,40 | 10,70±1,60 | 9,50±0,90  | 6,60±0,40 | 97,10±1,80 |
| Voleibol            | 27,51±3,50 | 44,85±3,19 | 9,02±1,24  | 10,57±0,86 | 7,69±0,41 | 98,80±3,44 |

**Tabla 5.** Valores de Referencias para los porcentajes (%) de Masa Adiposa (MA), Masa Muscular (MM), Masa Ósea (MO), Masa Residual (MR) y Masa de Piel (MP) en deportistas cubanos. Sexo Femenino.

Las Tablas 6 y 7 muestran las estadísticas descriptivas para la Masas Adiposa, Muscular, Ósea, Piel y Residual en atletas de uno y otro sexo.

En la Tabla 6 se observa que la Pelota Vasca, el Tenis de Mesa, Patinaje de Carrera y Artístico y el Hockey sobre césped mostraron los valores más altos de MM y el Baloncesto, Balonmano, Voleibol y Canoa-Kayak están en un rango intermedio. La especialidad que mostró los valores más discretos de MM fue la Gimnasia Moderna.

La Gimnasia Artística mostró un valor promedio MA inferior al de todos los deportes, en el sexo masculino, mientras que el Baloncesto y Balonmano mostraron todo lo contrario.

El estimado de la predicción por deportes(r) estuvo por encima de 0.95 y por debajo de 1 en la mayoría de los deportes. Lucha Libre, Kayak-Canoa, Gimnasia Artística, Judo y el Voleibol están entre los deportes con mejor estimado.

| Deporte            | MA         | MM          | MO        | MP        | MR         | r         |
|--------------------|------------|-------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| Baloncesto         | 17,40±1,91 | 41,17±7,58  | 9,55±1,08 | 4,16±0,40 | 9,97±1,39  | 0,95±0,03 |
| Balonmano          | 16,54±4,08 | 41,19±3,70  | 9,33±1,10 | 4,03±0,26 | 9,13±1,85  | 0,98±0,03 |
| Boxeo              | 14,70±4,49 | 36,46±14,62 | 8,35±2,70 | 3,65±0,65 | 8,22±2,56  | 0,98±0,04 |
| Esgrima            | 14,48±3,46 | 33,95±6,03  | 7,76±1,69 | 3,54±0,36 | 7,83±1,08  | 0,96±0,04 |
| Fútbol             | 14,31±2,66 | 32,98±7,66  | 8,31±1,64 | 3,54±0,36 | 8,18±1,57  | 0,95±0,04 |
| Gimnasia Artística | 10,67±1,05 | 33,82±4,42  | 6,72±1,44 | 3,26±0,22 | 7,27±0,80  | 0,99±0,02 |
| Hockey             | 14,25±2,25 | 31,57±7,28  | 7,93±1,45 | 3,48±1,16 | 8,12±1,26  | 0,96±0,04 |
| Judo               | 13,50±6,47 | 44,31±14,09 | 8,90±2,73 | 3,68±0,88 | 9,16±2,91  | 0,99±0,03 |
| Kayak-Canoa        | 15,79±3,18 | 45,14±7,14  | 9,92±1,57 | 3,85±0,28 | 10,25±1,07 | 1,02±0,01 |
| Lucha Greco        | 12,43±3,01 | 39,87±15,55 | 8,09±2,46 | 3,52±0,74 | 7,96±2,53  | 0,98±0,03 |
| Lucha Libre        | 12,97±5,68 | 44,25±14,39 | 9,47±2,30 | 3,80±0,71 | 9,34±2,23  | 1,00±0,03 |
| Patinaje Carrera   | 12,64±3,05 | 28,02±5,45  | 7,61,1,44 | 3,29±0,22 | 7,05±0,75  | 0,94±0,05 |
| Pesas              | 12,37±4,43 | 37,47±10,57 | 8,14±2,22 | 3,42±0,72 | 8,45±1,98  | 0,98±0,03 |
| Patinaje Artístico | 12,48±5,28 | 30,10±8,56  | 7,69±2,95 | 3,34±0,40 | 6,36±2,31  | 0,95±0,01 |
| Tenis de Mesa      | 13,98±3,69 | 28,37±4,02  | 7,48±1,66 | 3,48±0,39 | 7,67±1,03  | 0,95±0,06 |
| Pelota Vasca       | 12,90±2,69 | 27,11±11,54 | 7,62±1,54 | 3,28±0,49 | 6,48±2,21  | 0,97±0,04 |
| Velas              | 15,52±4,59 | 35,19±6,17  | 8,52±1,70 | 3,50±0,38 | 8,45±1,78  | 1,01±0,04 |
| Voleibol           | 17,82±4,23 | 45,70±8,51  | 8,64±1,44 | 6,54±0,38 | 10,53±1,25 | 0,99±0,04 |

**Tabla 6.** Valores de Referencias para la Masa Adiposa (MA) y Masa Muscular (MM), Masa Ósea (MO), Masa de Piel (MP), Masa Residual (MR) y la relación masa corporal predicha/masa corporal real (r) en deportistas cubanos.

En el sexo femenino (Tabla 7) se encontró que deportes como la Gimnasia Moderna y Gimnasia Artística mostraron menor MA promedio y el Baloncesto, Balonmano y Voleibol tuvieron los valores más elevados. También se obtuvo que la predicción de la masa corporal promedio (r) está muy por debajo de la masa corporal real y que deportes como el Voleibol, Canoa-Kayak, Velas, Gimnasia Artística y Tenis de Mesa son los más aceptados en este estimado con valores entre 0,95 y 1.00.

| Deporte            | MA         | MM         | MO        | MP        | MR        | r         |
|--------------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Baloncesto         | 20,39±6,30 | 28,08±7,33 | 7,57±1,67 | 4,04±0,38 | 7,10±1,21 | 0,90±0,05 |
| Balonmano          | 17,39±4,29 | 26,67±4,21 | 7,16±1,31 | 3,83±0,24 | 6,69±1,15 | 0,92±0,03 |
| Esgrima            | 16,95±3,26 | 24,03±3,13 | 6,77±0,96 | 3,58±0,23 | 6,13±1,33 | 0,92±0,05 |
| Gimnasia Moderna   | 11,69±2,41 | 16,46±5,46 | 5,18±1,58 | 3,07±0,26 | 3,87±0,96 | 0,88±0,03 |
| Gimnasia Artística | 10,12±1,59 | 21,32±4,55 | 5,39±0,82 | 3,01±0,09 | 4,56±0,67 | 0,95±0,04 |
| Hockey             | 15,35±2,19 | 19,95±4,46 | 6,27±1,25 | 3,31±0,28 | 5,13±0,96 | 0,92±0,03 |
| Kayak-Canoa        | 17,44±3,02 | 28,92±2,46 | 7,44±0,61 | 3,70±0,17 | 6,95±1,13 | 0,98±0,02 |
| Patinaje Carrera   | 18,22±6,36 | 20,49±3,81 | 5,92±0,76 | 3,49±0,30 | 5,19±1,01 | 0,92±0,03 |
| Patinaje Artístico | 12,34±2,87 | 17,98±3,72 | 5,21±0,19 | 2,99±0,09 | 4,40±0,63 | 0,92±0,03 |
| Tenis de Mesa      | 14,77±3,31 | 19,33±5,52 | 5,85±0,51 | 3,28±0,38 | 5,63±1,44 | 0,95±0,04 |
| Velas              | 18,89±3,99 | 25,40±6,04 | 6,57±0,88 | 3,57±0,21 | 6,12±1,35 | 0,97±0,01 |
| Voleibol           | 19,69±4,84 | 33,45±5,07 | 6,68±1,66 | 5,73±0,37 | 7,84±0,89 | 0,98±0,05 |

**Tabla 7.** Valores de Referencias para la Masa Adiposa(MA), Masa Muscular (MM), Masa Ósea (MO), Masa de Piel (MP) , Masa Residual (MR) y la relación entre la masa corporal predicha/masa corporal real (r) en deportistas cubanas.

### Valores de Referencia para la MA y MM en Deportes en los que se Compite por Categoría de Peso

La Tabla 8 muestra los resultados de MA y MM para los deportes por categorías de peso en el sexo masculino (los valores promedio fueron colocados en la tabla independientemente al deporte). Las divisiones que fueron estudiadas en cada deporte fueron:

Judo: 56,60, 66, 73, 81, 90,100,>100

Lucha Libre y Grecorromana: 54, 60, 66, 69, 76, 85, 90, 100, 130

Boxeo: 48, 51, 54, 57, 60, 64, 69, 71, 75, 81, 91, >91

Pesas: 56, 62, 77, 85

La tendencia generalizada es hacia un aumento de la MA y la MM con el incremento de la categoría competitiva. También se observó que las categorías superiores mostraron mayor dispersión que las más pequeñas.

| <b>Divisiones</b> | <b>MA</b>   | <b>MM</b>   |
|-------------------|-------------|-------------|
| 48                | 10,81±1,36  | 23,83±2,71  |
| 51                | 11,09±1,35  | 25,88±2,88  |
| 54                | 12,25±1,73  | 28,29±3,39  |
| 56                | 10,45±1,14  | 31,22±3,01  |
| 57                | 12,02±1,06  | 29,29±2,20  |
| 58                | 10,62±3,71  | 32,60±8,21  |
| 60                | 11,22±2,20  | 31,26±1,95  |
| 62                | 10,66±3,46  | 34,42±2,59  |
| 63                | 12,16±1,60  | 35,99±3,08  |
| 64                | 13,21±1,37  | 33,20±3,18  |
| 66                | 11,02±0,79  | 37,80±2,62  |
| 69                | 14,65±2,35  | 34,51±2,99  |
| 71                | 14,28±4,83  | 39,85±3,74  |
| 73                | 12,74±2,11  | 42,18±3,04  |
| 75                | 15,40±3,17  | 36,93±4,25  |
| 76                | 12,97±1,49  | 45,84±2,40  |
| 77                | 14,31±2,77  | 40,51±4,67  |
| 81                | 14,00±1,55  | 45,41±4,42  |
| 85                | 14,42±2,68  | 48,5±3,67   |
| 90                | 17,27±1,83  | 48,00±4,39  |
| 91                | 18,20±2,92  | 45,83±4,02  |
| >91               | 21,78±6,74  | 50,04±6,93  |
| 100               | 19,97±4,57  | 49,73±3,06  |
| 130               | 25,66±12,05 | 58,15±22,70 |
| >100              | 26,14±3,84  | 51,96±3,49  |

**Tabla 8.** Valores de Referencias para la Masa Adiposa (MA) y Masa Muscular (MM) en deportistas cubanos de deportes por división. Sexo Masculino.

La Tabla 9 muestra los resultados (por divisiones) de las predicciones de MA y MM en las deportistas de Judo femenino. De manera general se apreció la misma tendencia que en los deportes masculino: a medida que aumenta el peso corporal o la división, aumentan los valores de MA y MM y la dispersión en ambos indicadores.

| <b>Divisiones</b> | <b>MA</b>   | <b>MM</b>  |
|-------------------|-------------|------------|
| 48                | 10,12±1,95  | 22,22±2,32 |
| 52                | 11,25±2,72  | 24,41±3,43 |
| 57                | 13,01±2,12  | 26,60±3,21 |
| 63                | 12,86±2,73  | 30,43±4,13 |
| 66                | 13,03±3,36  | 33,27±4,79 |
| 70                | 17,44±3,72  | 32,04±4,68 |
| 78                | 18,34±5,95  | 35,13±2,47 |
| >78               | 28,12±13,72 | 40,60±9,00 |

**Tabla 9.** Valores de Referencias para la Masa Adiposa (MA) y Masa Muscular (MM) en deportistas cubanos de deportes por división. Sexo Femenino.

## DISCUSION

---

El proyecto Antropológico desarrollado para determinar la validez del método antropométrico de William Ross y Deborah Kerr cumplió con los requisitos recomendados para demostrar la validez de un método.

Según Ross y Kerr (1993) en su artículo "Un nuevo método para utilizar en nutrición clínica y medicina deportiva", para poder afirmar una predicción individual, los coeficientes de correlación deberían sobrepasar 0,95 y el error de estimación estándar debería ser menor del 5%, lo que fue demostrado en el presente estudio.

Sin embargo se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) al verificar la hipótesis de igualdad de medias entre el estudio actual y varias muestras pertenecientes a los proyectos antropológicos MOGAP, COGRO y CANAD (Ross et al., 1999) reflejados en la literatura.

Los resultados fueron similares desde el punto de vista de la predicción del ajuste a la nube de puntos de la recta de regresión; pero existen diferencias en cuanto a los parámetros d-Kg. que se pudieron observar en la Tabla 2.

El proyecto COGRO tuvo un coeficiente de correlación(r) para la muestra de 0,984 y por sexos mostró un 0,983 y 0,985 para los sexos masculinos y femeninos respectivamente; CANAD reveló una  $r=0,961$  y  $0,954$  y  $0,931$  para el sexo masculino y femenino en ese orden. Mientras que MOGAP expuso una  $r=0,95$  y dentro de este, el sexo masculino mostró una  $r=0,982$  y el sexo femenino una  $r=0,936$ (Ross et al., 1999).

Los valores para el coeficiente de correlación de Pearson revelados en el presente estudio están entre 0,97 y 0,98 independientemente del sexo.

El error estándar del estimado en los citados proyectos se encuentra entre 2,31 y 2,94Kg. independientemente del sexo y grupo en cuestión (Ross y Kerr, 1993) y los del presente estudio son 3,08Kg. para la muestra total y 3,09 y 2,45Kg. para el sexo femenino y masculino respectivamente.

Los autores piensan que las diferencias significativas encontradas entre el presente estudio y el resto de los proyectos, radica en la variabilidad del universo deportivo utilizado. Se trata de una muestra superior en número y en tipos morfológicos, reflejada por los diferentes deportes y grupos étnicos que constituyen los deportistas cubanos.

Las predicciones individuales mostraron resultados halagüeños para algunos deportes en los que cobra gran relevancia el componente magro, sin embargo al separar la muestra por sexos, el masculino fue el que mostró los mejores resultados. En el sexo masculino el 60,2% de los deportistas tuvo una predicción normal dentro del RPA y en el sexo femenino solo el 22,5% se clasificó dentro del RPA.

Los resultados aportados por Kerr (1988) al estudiar la mayoría de las muestras revelan que en la predicción persisten algunos márgenes discretos de subestimación en mujeres y sobrestimación en varones, en cuanto al tejido adiposo de la muestra cadavérica, hecho extrapolable a la aplicación del modelo en seres vivos.

En la segunda parte del presente estudio se pudo determinar que el método de Ross y Kerr fue buen predictor de la masa corporal individual en atletas del sexo masculino. En deportes como la Lucha, la Gimnástica, Balonmano, Judo, Kayak, Boxeo, Tenis de Mesa y Hockey se encontraron las mayores frecuencias de individuos en la zona  $0,95 \geq r \leq 1$ . La misma refleja que la masa corporal real es explicada por la predicción entre un 95 y 100%. En el sexo femenino los deportes de mejor resultados fueron Velas y Gimnasia Artística.

En las muestras en las que fue validado el método no existen evidencias que apunten a que el mismo sea mejor predictor de la masa corporal en uno u otro sexo, ya que los coeficientes de correlación y error estándar del estimado fluctúan teniendo en cuenta la muestra usada; aunque de manera general se aprecia que el mayor EEE(3,42Kg.) y coeficiente de correlación (0,938) lo aporta el sexo femenino para las muestras in vivo (Ross et al., 1999).

Los valores promedios de MA obtenidos en esta investigación son inferiores a los de la muestra de 25 cadáveres empleada por Ross y Kerr (1993), y los valores promedios de MM son superiores a los de la misma muestra.

Los resultados promedio de MO, MR y MP en este estudio difieren en función del sexo. En la muestra de cadáveres utilizada por Ross y Kerr (1993) no se hace distinción de sexo a la hora de determinar las fracciones y por ello las MO, MR y MP en esta investigación pueden en ocasiones ser inferiores a las de su estudio, sobretodo, en el sexo femenino, por lo que los resultados no resultan comparables.

Los valores relativos de MO, MR y MP fueron similares en todos los deportes y por lo tanto pensamos que no constituyen

variables a tener en cuenta en la caracterización de ningún deporte. Los porcentos de Masa Adiposa y Muscular si responden a la dinámica de cada uno de los deportes involucrados en esta investigación.

Algunos autores han relacionado las diferencias morfológicas entre deportes con el nivel de actuación competitiva, con las características de la disciplina, con la posición de juego y con la división de combate en los deportes en los que se compite por categoría de peso (Rodríguez, 1989; Canda, 1995; Kraemer et al., 2005; Kerr et al., 2007)

En general deportes como la lucha, el judo, la Gimnasia Artística, las Pesas y Kayak-Canoa (en el sexo masculino) mostraron los valores más bajos en el %MA y de la misma forma deportistas donde la masa corporal es definitiva en las ventajas competitivas como el Balonmano el Baloncesto y el Voleibol poseen mayor valor promedio de MM en términos absolutos. Los deportes Kayak-Canoa, Gimnasia Artística, Pesas y en los deportes de combate se observaron los mayores valores relativos de MM. Fleck (1983) obtuvo resultados cualitativamente similares al estudiar una muestra heterogénea de deportistas norteamericanos.

Como es lógico los valores de las diferentes fracciones expresan el dimorfismo sexual demostrado con anterioridad entre uno y otro sexo (Carter y Ackland, 1998), sin embargo no fue objetivo de este estudio verificar tal dimorfismo.

En la literatura consultada existen escasos reportes con valores derivados del método de Ross y Kerr, en población deportiva de tan amplia variabilidad de deportes, además los métodos de fraccionamiento usados difieren en el resultado final (Spent et al., 1993; Fernández, 2001; Sun et al., 2003). Además los valores mostrados en la literatura para la MA y MM, ya sea en términos absolutos y/o relativos reflejan valores cualitativamente inferiores a los que se obtuvieron en este estudio, ya sea por el nivel competitivo de la muestra o por otra causa (Ross y Kerr, 1993; García y Alayón, 1995; Arcodia, 2002; Salas, 2006).

El Grupo Español de Cineantropometría (GREC), que ha aportado un gran volumen de información para el desarrollo de las ciencias vinculadas al deporte, ha reportado valores de referencias para el análisis de cuatro masas en deportistas españoles de alta maestría; pero están derivan, sobre todo, del método de fraccionamiento de De Rose y Guimarães(1980) y algunas estimaciones de MM y masa grasa que provienen de los métodos de Spent y colaboradores(1993) y Drinkwater y Ross propuesto en 1980 (Canda , 1995; Garrido y González, 2004).

Metodológicamente el método de Ross y Kerr queda ubicado en el nivel 4 teniendo en cuenta la clasificación que tiene en cuenta los componentes constituyentes del cuerpo humano. Según Sáez (2004), a pesar de que muchas de las fórmulas antropométricas que estiman el contenido lipídico corporal y la fórmula desarrollada por Kerr, consideran a la medición del o los pliegues cutáneos en sus ecuaciones, sus resultados a la luz de las definiciones de los componentes considerados por Kerr, no pueden ser comparables ya que estiman elementos diferentes: Las fórmulas antropométricas que tienen a la densitometría por inmersión como su patrón de validación estiman porcentaje de contenido lipídico, en tanto que, la fórmula desarrollada por Kerr estima masa o tejido adiposo.

Este último planteamiento restringe mucho más el espectro comparativo por el hecho de que la mayoría de los métodos indirectos se encuentran en otros niveles de organización de la composición corporal y no a nivel anatómico como el utilizado en esta investigación.

En esta investigación ha quedado demostrada la validez del método antropométrico de Ross y Kerr en población deportiva cubana, sin embargo se deriva de este estudio que el método es más recomendable en estimaciones que se realicen en el sexo masculino y específicamente en deportes donde los individuos poseen valores relativos de MG bajos y MM elevados.

Los valores relativos y absolutos de las fracciones podrán ser usados como referencia para el control cineantropométrico del entrenamiento deportivo sobre la base de la comparación, por ello fue creada una matriz independiente para incluir los valores absolutos de MA y MM en los deportes en los que se compite por categoría de peso corporal.

Un pesista de la categoría de 56Kg. posee  $31,22 \pm 1,5$ Kg. de Masa Muscular y un luchador de 57Kg. posee  $29,29 \pm 1,10$ Kg. de la misma. El pesista al poseer mayor hipertrofia justifica valores mayores que el luchador de una categoría superior.

De la misma manera un luchador de la categoría de 76Kg. Posee mayor valor de masa muscular que el pesista de 77Kg. con  $45,84 \pm 1,20$  contra  $40,51 \pm 2,33$  respectivamente; pero tal vez el valor de este indicador relativo a la estatura sea superior en el atleta de pesas.

La perspectiva actual en el control cineantropométrico del entrenamiento deportivo cubano es determinar si las fracciones individuales estimadas por el método discriminan mejor que otras establecidas para determinación de la MM y/o la MA. Lo importante para el especialista en el área debe ser que el método a utilizar sea capaz de determinar los cambios que deben sucederse según explica el entrenamiento deportivo y no el valor absoluto en sí, ya que es sabido que cualquier valor dista de la realidad debido a la gran cantidad de suposiciones que llevan implícitas las ecuaciones y que han sido desmentidas

por algunos autores (Martin et al., 1985; Prior et al., 2001).

Algunos estudios han sido desarrollados en este sentido (Pacheco del Cerro, 1995; Pena, 2007). Al respecto Slater et al. (2006) y Duthie et al. (2007) propusieron alternativas para aumentar la sensibilidad de los indicadores antropométricos a la detección de los cambios durante un periodo de entrenamiento deportivo.

Para terminar, los autores se unen al criterio de Sáez (2004) en el cual el autor plantea que el error no está en lo precisa que pueda resultar el método o fórmula, sino que en su confusión conceptual que repercute también en errores en cuanto al nivel de división corporal que se pretende estudiar para estimar sus distintos componentes. Si se entiende que la validez de una prueba indica el grado en que ésta mide lo que debe medir, entonces este método de estimación de la masa corporal total sería inválido.

## CONCLUSIONES

El método antropométrico de Ross y Kerr cumplió con los requisitos recomendados para demostrar su validez en población cubana de uno y otro sexo ( $r=0,98$ ;  $R^2=0,95$ ;  $EEE=3,08$ ). El mismo fue mejor predictor del peso corporal en el sexo varonil específicamente en los deportes Lucha, la Gimnástica, Balonmano, Judo, Kayak, Boxeo, Tenis de Mesa y Hockey. En el sexo femenino las mejores predicciones fueron realizadas en la Gimnasia Artística y las Velas. Los valores encontrados de Masa Adiposa, Muscular, Ósea, Residual y de Piel podrán ser utilizados como valores de referencia como punto de partida para el desarrollo de investigaciones futuras, ya que reflejan las características de la población deportiva cubana de alto nivel de destreza.

## REFERENCIAS

1. Arcodia, J.L (2002). Un estudio cineantropométrico inédito. La composición corporal y el somatotipo de la Selección mayor de Fútbol de Haití. [En línea]. *Educación Física y Deportes, Revista Digital*. Año 8 N° 50 [Consulta 06/08/08]
2. Canda, A.S (1995). Estimación de la masa muscular en deportistas de alto nivel. En: Métodos de estudio de la composición corporal. *Editorial Ministerio de Educación y Cultura, Madrid, ICD*; 8:9-26
3. Cappa, D. F (2006). Ejercicio, Antropometría y Estética. *PubliCE Standard*. 25/12. Pid: 753
4. Carter, J.E., Ackland, T.R (1998). Sexual dimorphism in the physiques of World Championship divers. *Journal of Sports Sciences*; 16(4):317-29
5. Carvajal .W (2005). Valoración del comportamiento de los diferentes indicadores antropométricos en el voleibol cubano de elite en el periodo 1992-2000 y sus tendencias. *Tesis de Maestría en Antropología Física. Universidad de la Habana. Cuba*
6. DeRose, E.H., Crawford, S.M., Kerr, D.A., Ward, R., Ross, W.D (1989). Physique characteristics of Pan American Games lightweight rowers. *International Journal of Sports Medicine*; 10(4):292-7
7. DeRose, E.H., Guimaraes, A.A (1980). A model for optimization of somatotype in young athletes. In: Ostyn M. Buenen G Simons, J. Kinanthropometry II. *Baltimore, University Park Press*
8. Drinkwater, D.T., Ross, W.D (1980). The anthropometric fractionation of body mass. In: M Ostyn, G Beunen and J Simons. (eds) *Kinanthropometry II. Baltimore: University Park Press, 178-189*
9. Duthie, G.M., Pyne, D.B., Hopkins, W.G., Livingstone, S., Hooper, S.L (2007). Anthropometry profiles of elite rugby players: quantifying changes in lean mass. *British Journal of Sports Medicine*; 40(3):202-7
10. Gurovich, M.A., Mac Millan, K.N., Dempster, P.P., Almagia, F.A (1995). Validación de un método kineantropométrico (estudio e una muestra de deportistas de alto rendimiento). *Revista Chilena de Anatomía*; 13(1). 5-9
11. ISAK. International Society for the Advancement of Kinanthropometry International standards for anthropometric assessment (2001). *Australia*. 133 pp
12. Kerr, D. A (1988). An anthropometric method for fractionation of skin, adipose, bone, muscle and residual tissue masses, in males and females age 6 to 77 years. *M.Cs. in Kinesiology. Tesis, Simon Fraser University, British Columbia, Canada*
13. Kerr, D.A., Ross, W.D., Norton, K., Hume, P., Kagawa, M., Ackland, T.R (2007). Olympic lightweight and open-class rowers possess distinctive physical and proportionality characteristics. *Journal of Sports Science*; 1; 25(1):43-53
14. Kraemer, W.J., Torine, J.C., Silvestre, R., French, D.N., Ratamess, N.A., Spiering, B.A., Hatfield, D.L., Vingren, J.L., Volek, J.S (2005). Body size and composition of National Football League players. *Strenght Conditioning Journal* ;19(3):485-9
15. Martin AD, Ross WD, Drinkwater DT, Clarys JP (1985). Prediction of body fat by skinfold caliper: assumptions and cadaver evidence. *International Journal of Obesity*; 9 1:31-9
16. Pacheco del Cerro JL (1996). Valoración antropométrica de la masa grasa en atletas elites. En: Métodos de estudio de la composición corporal. *Editorial Ministerio de educación y cultura, Madrid IDC*; 8:27-49
17. Pena, A (2007). Evaluación de la masa muscular y grasa por diferentes métodos en deportistas de élite. *Tesis de Maestría en*

18. Prior, B.M., Modlesky, C.H.M., Evans, E.M., Sloniger, M.E., Saunders, M.J., Lewis, R.D., Cureton, K.J (2001). Muscularity and the density of the fat-free mass in athletes. *Journal of Applied Physiology* ; 90: 1523-1531
19. Ross, W.D., Kerr, D. A (1993). Fraccionamiento de la masa corporal: un nuevo método para utilizar en nutrición clínica y medicina deportiva. *Apunts: Educación física y deportes*; 18:175-87
20. Ross, W.D., Carr, R.V., Carter, J.E.L (1999). Anthropometry illustrated. Toronto. *Turnpike Electronic Publications Inc. Vol.1. (The human animal series)(Monografía en CD-ROM)*
21. Salas, E.A (2006). Características Antropométricas en Seleccionadas de Voleibol Femenino de Perú Categoría Menores. *PubliCE Standard. 06/11. Pid: 731*
22. Slater, G.J., Duthie, G.M., Pyne, D.B., Hopkins, W.G (2006). Validation of a skinfold based index for tracking proportional changes in lean mass. *British Journal of Sports Medicine*; 40(3):208-13
23. Spenst, L.F., Martin, A.D., Drinkwater, D.T (1993). Muscle mass of competitive male athletes. *Journal of Sports Sciences*; 11(1):3-8
24. Sun, S.S., Chumlea, W.C., Heymsfield, S.B., Lukaski, H.C., Schoeller, D., Fried, K., Kuczmarski, R.J., Flegal, K.M., Johnson, C.L., Hubbard, V.S (2003). Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys. *American Journal of Clinical Nutrition*; 77(2): 331-340