



Universidad de Matanzas

Facultad de Ciencias de la Cultura Física

**RENDIMIENTO FUNCIONAL DE LOS REMEROS DE LA ACADEMIA DE  
VARADERO**

**Trabajo de Diploma para optar por el Título de Licenciada en Cultura Física**

**Autora: Yiliani Reyes González**

**Tutor: Dr. C. Abel Gallardo Sarmiento**

**Matanzas, 2019**

## DEDICATORIA

Hoy, llena de felicidad por haber logrado uno de mis triunfos durante esta etapa de mi vida, vienen a mi mente personas que compartieron conmigo momentos felices y difíciles. Quiero dedicarlo y compartirlo con todas estas personas que brindando su amor, apoyo y compromiso ayudaron a que todo se cumpliera con mayor facilidad.

- A mis padres Olga Lidia y Osmar por brindarme todo su apoyo y amor incondicional, y enseñarme que su principal legado es la preparación que se obtiene en la vida.
- A mi novio Sandy y mi hermano Yoel que no estaban de acuerdo en que fue la decisión correcta al optar por la carrera, gracias porque creyeron en mí y me incentivaron a seguir a delante.
- A mis sobrinos Yalena y Adán, que les sirva de ejemplo en el logro de sus metas en la vida que solo se logran con sacrificios. Gracias por todo su amor.
- A mis compañeros, en especial mi amiga Heeydi por su apoyo incondicional y haberse ganado mi eterna gratitud.

Mi triunfo es de ustedes...

Gracias

## **AGRADECIMIENTOS**

- ✓ A mi tutor el Dr. C Abel Gallardo Sarmiento quiero agradecer infinitamente quien con su lucha y perseverancia fue el pilar fundamental para que este proyecto se cumpliera.
- ✓ A la Dr. C Walquiria Dorta Romero quiero agradecer por guiarme siempre por el buen camino y apoyarme incondicionalmente durante el transcurso de la carrera.
- ✓ A todos los profesores de mi facultad por permitirme ampliar mis conocimientos profesionales.
- ✓ A la Academia de Remo que gracias a su apoyo durante las mediciones facilitaron su culminación.
- ✓ A mi familia que siempre me incentivaron a que debía seguir superándome y por brindarme su confianza para lograr esta meta.

## **PENSAMIENTO**

“Es por eso el deporte una tan maravillosa actividad que no solo ayuda a la salud física, no solo ayuda a formar el carácter, no solo ayuda a forjar hombres de espíritu y de cuerpos fuertes, sino también alienta al pueblo, entretiene al pueblo, entusiasma al pueblo y hace feliz al pueblo”.

**Fidel Castro Ruz**

## RESUMEN

La evaluación funcional permite emitir un juicio de valor sobre la condición de los sistemas bioenergéticos que sustentan la actividad física del deportista. La prueba específica más socorrida del remo es el test de 2000 metros en remoergómetro, simulando las condiciones propias de la competencia y entrenamiento. Se realizó una base de datos con los resultados de los métodos (directos e indirectos) y se comprobó que la fórmula de Leger, Mercier y Gauvin adaptada al test ofrece menor grado de dispersión que la de Nilsen. En una búsqueda preliminar se pudo constatar que en Matanzas no se han realizado estudios con esta temática en los remeros. El objetivo de la investigación fue valorar el rendimiento funcional de los remeros. Se seleccionó una muestra de 36 deportistas de la Academia de Varadero. Se utilizaron los métodos teóricos y los empíricos, en especial, la medición, con aplicación del test de remoergometría adaptado, con la pulsometría y bioimpedancia eléctrica, para cuantificar las variables fisiológicas y la deshidratación. Los resultados evidenciaron valores de máximo consumo de oxígeno de muy bien para la edad y de insuficiente para el deporte de remo élite, demostrando un nivel competitivo no élite y de entrenamiento medio y alto. La valoración de la bioimpedancia eléctrica aplicado el test, permitió determinar que los remeros están sufriendo una pérdida importante de líquidos corporales. Las fórmulas de mayor exactitud en el registro de la frecuencia cardíaca máxima del remero son las de: Lester, Rodeheffer, Tanaka y Whaley.

## **ABSTRACT**

The functional evaluation allows to issues a value judgment on the condition of the bioenergetics systems that sustain the physical activity of the athlete. The most frequently used specific test of the rowing sport is the 2000 meter rowing test, simulating the conditions of competition and training. A database was made with the results of the methods (direct and indirect) and it was found that the formula of Leger, Mercier and Gauvin adapted to the test offers a lower degree of dispersion than Nilsen. In a preliminary search it was found that in Matanzas there have been no studies with this theme in the rowers. The objective of the research was to assess the functional performance of rowers. A sample of 36 athletes from the Varadero Academy was selected. The oretical and empirical methods were used, especially the measurement, with the application of the adapted rowingergometer test, with the pulsometry and electrical bioimpedance, to quantify the physiological variables and the dehydration state. The results showed values of maximum oxygen consumption of very good for the age rate and insufficient values for the sport of elite rowing, demonstrating a non-elite competitive level and of medium and high training. The evaluation of the electric bioimpedance applied to the test, allowed to determine that the rowers are suffering an important loss of corporal liquids. The formulas of greater accuracy in the registry of the maximum heart rate of the rower are those of: Lester, Rodeheffer, Tanaka and Whaley.

## ÍNDICE

ÍNDICE	Páginas
<b>INTRODUCCION</b>	1
<b>CAPÍTULO I. PROCESO DE VALORACIÓN FUNCIONAL DEL DEPORTE DE REMO</b>	6
I.1 Deporte de alto rendimiento	6
I.2 Deporte de Remo: Características generales	8
I.3 Valoración funcional del deporte de remo	10
I.3.1 Variables fisiológicas que se tienen en cuenta en la valoración funcional del remero	13
I.3.2 Estimación de la frecuencia cardíaca máxima	18
<b>CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	20
II.1. Clasificación de la investigación	20
II.2. Selección de sujetos	20
II.3. Métodos de investigación	23
II.3.1. Métodos Teóricos	23
II.3.2. Métodos Empíricos	24
II.4 Técnicas y procedimientos estadísticos	28
<b>CAPÍTULO III. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	31
III.1 Resultados de la adaptación del protocolo de Leger, Mercier y Gauvin publicado por Tokmakides al test de 2000 metros en remoergómetro aplicado a los deportistas de la academia de remo de Varadero	31
III.2 Adaptación del método de bioimpedancia eléctrica para la determinación de valores de deshidratación de los remeros investigados	37
III.3 Comportamiento la frecuencia cardíaca para la estimación de las zonas de intensidad y de esfuerzo, sus valores máximos directos por el método de la pulsometría y su correspondencia con la frecuencia cardíaca máxima teórica	39
III.3.1 Resultados de la comparación del registro de la frecuencia cardíaca máxima directa por el método de la pulsometría y los valores de las ecuaciones de la frecuencia cardíaca máxima teórica	41
<b>CONCLUSIONES</b>	48
<b>RECOMENDACIONES</b>	49
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	50
<b>ANEXOS</b>	-

## **INTRODUCCION**

El control médico del entrenamiento deportivo constituye un aspecto de vital importancia, por cuanto se realizan múltiples acciones encaminadas a la observación médico-biológica del deportista, apoyadas en diferentes ciencias como en la fisiología, biomecánica, bioquímica, cineantropometría, clínica, entre otras dirigidas a conocer y preservar el estado de salud del deportista así como precisar el impacto que producen las cargas de entrenamiento sobre el organismo de estos y su nivel de rendimiento. (34,17)

Las pruebas de laboratorio tienden a ser más confiables y precisas ya que suelen garantizar la constancia de algunas variables que pueden influir en los resultados de las distintas mediciones, además de permitir mediciones con aparatos más sofisticados. En cambio, las pruebas de campo suelen ser más específicas pues permiten la realización de la actividad en el medio en el que se desarrolla normalmente el sujeto con sus características temporales y de intensidad propia y sobre todo con sus aspectos biomecánicos específicos. (17,9)

El remo es un deporte muy singular, en el sentido de que es prácticamente la única competencia deportiva en la cual son los músculos de los brazos y del tronco los que participan fundamentalmente en los esfuerzos de resistencia, destacándose los músculos de la espalda, abdomen, pecho y hombros en la ejecución donde la musculatura de las extremidades inferiores no tiene gran intervención en la dinámica del evento. Se clasifica metodológicamente como un deporte de resistencia, por el alto consumo de oxígeno. Fisiológicamente es invariable y desde el punto de vista bioquímico posee un 70% de componente aeróbico y un 30% anaeróbico. Por el análisis biomecánico de sus movimientos se denomina como un deporte cíclico. (1, 10)

El remo se cataloga como un deporte de alto rendimiento y el cual constituye una agresión al organismo, lo cual se asevera según el planteamiento de Guyton y Hall. (30), cuando manifiestan que: “No existen otros esfuerzos normales con capacidad para poner a prueba el organismo que se aproximen siquiera a los esfuerzos

extremos que exige la realización de ejercicios físicos”. Esto se afirma con la actividad deportiva investigada, la cual constituye una de las más exigentes entre los deportes a nivel mundial.

Dentro de la Medicina del Deporte existen varios exámenes médicos encaminados a vigilar el estado de salud y el rendimiento deportivo. Uno de los contenidos y métodos que guarda relación directa con el rendimiento deportivo lo constituye la evaluación funcional del deportista y dentro de ellas las pruebas funcionales de terreno y laboratorio, que permiten valorar desde el punto de vista fisiológico y bioquímico la condición de los diferentes sistemas que intervienen en la actividad física. Una de las pruebas más socorridas en el deporte investigado es el test máximo de 2000 metros en remoergómetro, ya que, permite valorar al deportista desde el punto de vista funcional con una prueba específica de su deporte y modelar las condiciones propias de su competencia.

En Matanzas pese a contar con una Facultad de Ciencias de la Cultura Física y un Centro Provincial de Medicina del Deporte, no cuenta con antecedentes de estudios con remoergometría y de bioimpedancia eléctrica de manera que la evaluación que se realiza no es la más objetiva para determinar el rendimiento funcional de los deportistas de alto rendimiento, lo cual se cataloga como situación problemática de la investigación.

Problema de investigación:

¿Cómo se comporta el rendimiento funcional de los remeros de la Academia de Varadero?

El objeto de estudio se encuentra enmarcado en el proceso de valoración funcional del deportista de rendimiento.

El objetivo general es: Valorar el rendimiento funcional de los remeros de la Academia de Varadero.

El campo de acción se delimita como: Rendimiento funcional de los remeros de la Academia de Varadero.

Preguntas científicas:

1. ¿Cuáles son los fundamentos teóricos que abordan la evaluación del rendimiento funcional del remero?
2. ¿Cuáles son los niveles de los parámetros fisiológicos de máximo consumo de oxígeno absoluto, relativo, pulso de oxígeno y volumen de eyección sistólica que presentan los remeros de la academia de Varadero?
3. ¿Cuáles son los valores de la bioimpedancia eléctrica antes y después del test de 2000 metros en remoergómetro?
4. ¿Cuáles son los niveles de la intensidad de trabajo y las zonas de entrenamiento de los remeros investigados?
5. ¿Cuál es la exactitud de la frecuencia cardíaca máxima directa en relación con la teórica según el criterio de varios autores?
6. ¿Cuál es el error estándar de la medición de la frecuencia cardíaca máxima?

Tareas de investigación:

1. Determinación de los fundamentos teóricos que abordan la evaluación del rendimiento funcional del remero.
2. Determinación de los niveles de los parámetros fisiológicos de máximo consumo de oxígeno absoluto, relativo, pulso de oxígeno y volumen de eyección sistólica que presentan los remeros de la academia de Varadero.
3. Valoración de la bioimpedancia eléctrica antes y después del test de 2000 metros en remoergómetro.
4. Determinación de los niveles de la intensidad de trabajo y las zonas de entrenamiento de los remeros investigados.
5. Establecimiento de la exactitud de la frecuencia cardíaca máxima directa en relación con la teórica según el criterio de varios autores.
6. Determinación del error estándar de la medición de la frecuencia cardíaca máxima.

Como contribución a la teoría el resultado de la investigación ofrece fundamentos teóricos y metodológicos que permiten adecuar una forma de evaluación funcional

bajo los parámetros de Leger, Mercier y Gauvin que suple la dispersión estadística de la fórmula propuesta por Nilsen en el test de 2000 metros en remoergómetro. Otro de los aportes a la teoría es la determinación del nivel de deshidratación a partir del estudio de la bioimpedancia eléctrica aprovechando los errores de estandarización del equipo de medición.

La significación práctica está dada por la utilidad de la investigación para realizar una adecuada valoración del rendimiento funcional, con menor dispersión estadística, lo cual permite a los entrenadores conocer el comportamiento de los parámetros fisiológicos que intervienen en las regatas de remo, precisar la intensidad de trabajo y la zona de entrenamiento de los remeros investigados. Todo esto permitirá al entrenador confeccionar sus equipos y planificar la competencia en función de la evaluación del rendimiento funcional de cada uno de sus remeros.

La investigación contribuye al proyecto de la Universidad de Matanzas titulado: “Interacción social” en la tarea La actividad física y promoción de salud en el entorno social y universitario.

La presente investigación se enmarca en los lineamientos 134 y 135 de la política económica y social del Partido y la Revolución, encaminados a:

- ✓ “Priorizar el fomento y promoción de la cultura física y el deporte en todas sus manifestaciones como medios para elevar la calidad de vida, la educación y la formación integral de los ciudadanos; para ello concentrar la atención principal en la práctica masiva del deporte y la actividad física, a partir del reordenamiento del sistema deportivo y la reestructuración de red de centros.” (45, 24).
- ✓ “Elevar la calidad, el rigor en la formación de atletas y docentes, así como en la organización y participación en eventos, competencias nacionales e internacionales, con racionalidad en los gastos.” (45, 24).

Para cumplir con los objetivos de la investigación fue seleccionada una muestra de 36 remeros de la Academia de Remo de Varadero, registrándose la información necesaria en planillas elaboradas en Excel. Asimismo, fueron utilizados los métodos teóricos de investigación: histórico-lógico, analítico-sintético y el inductivo-deductivo.

El método empírico empleado fue: la medición. A continuación se presenta la estructura de la tesis donde aparecen tres capítulos, las conclusiones, recomendaciones, la bibliografía consultada y los anexos.

El capítulo I expone los principales presupuestos teóricos, a los que la autora tuvo acceso en la bibliografía consultada, sobre el proceso de valoración funcional del deportista de rendimiento, en especial del remero. En el capítulo II se muestra el diseño metodológico llevado a cabo para realizar el rendimiento funcional de los remeros de la Academia de Varadero, se expone la caracterización de la muestra seleccionada, los métodos utilizados, a fin de dar cumplimiento a las tareas trazadas, así como las técnicas, procedimientos matemáticos y estadísticos para el procesamiento de los datos. En el tercer capítulo se puede apreciar el análisis e interpretación de los resultados derivados de la valoración del rendimiento funcional de los remeros de la Academia de Varadero. Finaliza la tesis presentando las conclusiones que se alcanzan, las recomendaciones derivadas de las mismas, la bibliografía utilizada en todo el proceso investigativo; así como los anexos incorporados al cuerpo del informe para facilitar la comprensión de su contenido.

## **CAPÍTULO I. PROCESO DE VALORACIÓN FUNCIONAL DEL DEPORTE DE REMO**

El presente capítulo refleja los principales presupuestos teóricos, sobre la valoración funcional del deportista de rendimiento, a los que se tuvo acceso en la bibliografía consultada. La autora de la tesis, ofrece consideraciones sobre el deporte de alto rendimiento, el deporte de remo: características generales, la valoración funcional del deporte de remo, variables fisiológicas que se tienen en cuenta en la valoración funcional del remero y la estimación de la frecuencia cardiaca.

### **I.1 Deporte de alto rendimiento**

El deporte como fenómeno social de masas es un hecho reciente, al respecto García Blanco citado por Cortegaza, L. (13, 2) lo valora como: *“Patrimonio del siglo que está por culminar”*. Desde el punto de vista metodológico es necesario delimitar las diferentes variantes de deportes, para que no exista confusión en sus fines y en el tratamiento diferenciado que implica cada una las formas de manifestación. *“Las variadas formas de practicar el deporte se agrupan en tres grandes direcciones: el llamado deporte pedagógico, deporte para todos o recreativo y el deporte de altas marcas o altos rendimientos. Por deporte pedagógico se considera el utilizado dentro de los planes y programas de Educación Física, que constituyen junto a los juegos, la gimnasia y la recreación, los medios fundamentales de esta actividad. El deporte pedagógico como medio de la Educación Física cumplimenta los objetivos y tareas que lo diferencian sustancialmente de otras formas de práctica del deporte; aquí el fin fundamental no es la competición, las altas marcas, sino el desarrollo armónico de las capacidades motoras y de las habilidades técnico-deportivas contempladas en los programas de cada nivel.”* (13,2)

*“El deporte para todos o recreativo es una manifestación del deporte practicado por lo general por los adultos, aunque muchos escolares lo prefieren, este se realiza de forma espontánea, con fines higiénicos, sociales o recreativos como son: tener*

*salud, estar en forma, disfrutar, hacer vida colectiva o social, necesidad de reafirmación individual, entre otras". (13, 2)*

El deporte de alto rendimiento es la forma más divulgada a través de los medios masivos de difusión, es capaz de convertir en "ídolos de las multitudes", en "héroes nacionales o del planeta" a sus atletas más relevantes, se manifiesta a través de diferentes etapas o niveles que van desde la iniciación deportiva hasta la llamada etapa de altas marcas que se tipifica por la obtención de los mayores resultados en la vida de un deportista, se caracteriza, hoy en día, por un crecimiento marcado de los récords y resultados deportivos, se rompen barreras que desde el punto de vista físico y biológico parecían inalcanzables por el hombre. Para lograr una obtención de resultados deportivos elevados se necesita por lo general de 8 a 10 años de duro entrenamiento, proceso que debe estar correctamente organizado dentro de un sistema científicamente concebido, a través de la planificación, organización y control del entrenamiento. (13)

El deporte de alto rendimiento lleva consigo una serie de parámetros que tiene gran importancia para su correcto desarrollo como la planificación del entrenamiento, dosificación de las cargas, volúmenes e intensidades del trabajo conjuntamente con algunas pruebas médicas que deben ser realizadas para apoyar el trabajo de los entrenadores. (35,21)

Muniesa C, Santiago C, Gómez-Gallego F, Lucía A, Díez C y Lapeña AC. (35, 22) plantean que el rendimiento deportivo está condicionado por multitud de factores, tanto internos como externos y ambos pueden llegar a ser muy difíciles de estudiar. La base de los factores internos se encuentra en aquellos aspectos derivados de la heredabilidad de caracteres individuales, que pueden condicionar el rendimiento deportivo. (...) se ha sospechado que existe una dotación genética en algunos deportistas privilegiados, que predispone a un mayor rendimiento deportivo, que tiene algo que ver con lo que se ha llamado talento deportivo.

El rendimiento físico de un deportista depende además de la interacción de factores genéticos con los estructurales, fisiológicos, biomecánicos y psicológicos que se

traducen en habilidades y capacidades técnicas y tácticas específicas de cada tipo de actividad física deportiva.

Estas capacidades son potenciadas al máximo a través de un fenómeno adaptativo complejo, que se va desarrollando mediante la aplicación sistemática, planificada y bien dosificada de las cargas durante el proceso del entrenamiento. El entrenamiento es en definitiva un proceso pedagógico que contribuye al desarrollo de un proceso permanente de adaptación a las cargas de trabajo con el objetivo final de mejorar las capacidades funcionales que determinan el rendimiento. (16,2)

El aumento del nivel deportivo de los deportistas actuales implica un perfeccionamiento tanto de los sistemas de preparación de los deportistas de alto nivel, como todo el sistema de organización metodológica del entrenamiento, del control médico, nutricional y de toda la logística del proceso a largo, mediano y corto plazo. (2,17)

Los deportistas de alta competición alcanzan un nivel tan alto que su perfeccionamiento se torna en una tarea muy compleja al integrar los procesos de preparación (desarrollo de bases energéticas, gastos – nivel de las capacidades), competencias (enfrentamiento deportivo bajo la optimización de los recursos energéticos) y recuperación bio-psico funcional (período transitorio entre un ciclo y otro). Para esto es necesario buscar medios para aumentar la eficacia de la preparación física especial y racionalizar el sistema de formación del proceso de entrenamiento en general unido al proceso de control médico-biológico y nutricional así como la formación integral del deportista para enfrentar con éxito los actuales escenarios competitivos. (2,12)

## **I.2 Deporte de Remo: Características generales**

Según Rives, JO. (36,16) el remo se puede definir como: "...Conjunto de disciplinas deportivas que consisten en la propulsión de una embarcación en el agua con o sin timonel, mediante la fuerza muscular de uno o varios remeros, usando uno o dos remos como palancas simples de segundo grado, sentados de espaldas en la dirección del movimiento".

Es un esfuerzo individual o colectivo sobre botes que pueden tener desde 1, 2, 4 hasta 8, remeros sentados de frente a la popa de la embarcación llevando en sus manos 1 o 2 remos que van sujetos al bote por una horquilla con los cuales aplican su fuerza al agua para desplazar su peso y el del bote sobre esta, a la distancia de competencia. Las tripulaciones pueden ser con y sin timonel, el que ejerce un papel muy importante en su coordinación. (44,3)

Este deporte es practicado por ambos sexos y sus modalidades y eventos se clasifican:

Según el peso en:

- Ligero (PL) (hasta 70 kg en el sexo masculino y 57 kg en el femenino).
- Abierto (PA) (más de 70 kg en el sexo masculino y más de 57 kg en el femenino).

Según el tipo de remo en:

- Remo largo (RL): El remero lleva sus dos manos sobre un remo.
- Remos cortos (RC): El remero lleva en cada mano un remo.

El remo es un deporte que al igual que otros el resultado del ejercicio es la combinación de principios mecánicos, biomecánicos y fisiológicos. Estos principios casi siempre van por caminos separados, pero el logro de un buen desempeño es la combinación de estos aspectos que darán como resultado la implementación de una técnica apropiada de remada. (44,4)

El deporte de remo está reconocido como uno de los más exigentes en cuanto a demandas físicas, pero no es menos exigente en cuanto a nivel técnico, ya que para la ejecución del gesto técnico se deben superar tres grandes dificultades. En primer lugar, las condiciones implícitas del trabajo con una máquina, en segundo lugar el trabajo con apoyos acuáticos, que requieran una pequeña aplicación de fuerza y de una gran sensibilidad para potenciar el deslizamiento de la embarcación y, por último, al estar la mayoría de los barcos configurados como equipos, se exige un

gran esfuerzo de sincronización entre los integrantes de la embarcación si se quiere llegar a alcanzar un alto rendimiento deportivo. (2,22)

### **I.3 Valoración funcional del deporte de remo**

La valoración funcional del rendimiento, consiste en la evaluación objetiva de las capacidades funcionales de un sujeto para realizar una tarea deportiva o motriz, es un proceso que requiere una atención permanente y sistemática durante todas las etapas de preparación de los deportistas. (14,2)

Dicho proceso requiere el registro y la medición cuantificada de una o más variables y/o indicadores fisiológicos que pueden ser evolutivamente controlados como parte del proceso de Control Médico del entrenamiento. (14,2)

La remoergometría es una prueba de terreno que permite obtener información sobre el comportamiento de las capacidades funcionales de los remeros, relacionadas con la participación de las vías metabólicas en las diferentes etapas de preparación física durante un macrociclo de entrenamiento. Nos permite valorar el comportamiento de parámetros como: el tipo de ejecución, la potencia, las calorías gastadas, el consumo de oxígeno, la frecuencia cardíaca, entre otros. (2,12)

Durante el trabajo en un remoergómetro el remero realiza un esfuerzo muy similar al que se desarrolla en la embarcación pudiendo utilizarse para medir variables fisiológicas útiles, y aunque no es el medio habitual donde se desenvuelven estos deportistas, constituye un medio de mucho valor para lograr una adecuada conducción de la preparación al ser un complemento importante en la evaluación de terreno y con ello lograr un mejor control biomédico del entrenamiento deportivo. (2,17)

Estudios remoergométricos han demostrado que el 80% de la energía suministrada durante un ejercicio de remo competitivo (sobre los 5:30 a 7:00 minutos de duración) se obtiene a partir del sistema de energía aeróbica, el 11% los proporciona el sistema láctico anaeróbico, y 9% son de una naturaleza anaerobia alactácida. (8,17)

Está implementado el uso de la Remoergometría utilizando el Remoergómetro, en el test máximo a la distancia de 2000 metros, como instrumento fundamental en el control del entrenamiento, con una frecuencia mensual durante la temporada competitiva. (44,31)

También se realizan test a la distancia de 6 kilómetros, 500 metros y 1 minuto. El primero (seis kilómetros) se realiza en la etapa de preparación física general, y los restantes en las de preparación especial y competitiva. (44,31)

El test de 2000 metros, al que se refiere en el estudio, debe ser realizado según el protocolo establecido y constituye el instrumento para la evaluación y control de mayor especificidad para el remo, a través del remoergómetro. Este tiene una gran utilidad en el análisis de las capacidades de los remeros. Nos permite conocer las características fisiológicas de estos deportistas. Es una prueba básica que proporciona información para el control del entrenamiento. (44,31)

Un elemento importante a tener en cuenta en la utilización de este equipo es la evaluación de la técnica aplicada por el deportista durante la simulación de la regata que aunque no es objetivo directo de nuestro trabajo influye en los resultados finales obtenidos si se analiza desde el punto de vista biomecánico y su influencia en la eficacia del rendimiento del remero. (44,31)

Según lo planteado por Valdés Cubilla, SL. citado por Rives, JO. (36,28) el remoergómetro ha sido perfeccionado por varias décadas y en consecuencia su costo ha variado conforme al fabricante. Hoy en día tenemos el remoergómetro Concept II como aquel de más fácil adquisición para atletas, clubes y federaciones entre otros.

Rives, JO. (36,28) describe que el test máximo a la distancia de 2000 metros debe ser realizado según el protocolo establecido que se describe a continuación:

- ✓ Calentamiento en tierra de 10 minutos
- ✓ Calentamiento de 10 minutos al 85% en el remoergómetro
- ✓ Recuperación de 60 a 90 segundos

- ✓ Test máximo de 2000 metros (arrancada al máximo de aproximadamente 11 segundos, estabilización de la boga y fuerza de trayecto y sprint en los 250 metros finales)
- ✓ Realizar toma de Lactato a los 3 minutos de finalizada la prueba

Parámetros evaluativos:

- ✓ Tiempo final.
- ✓ Watts.
- ✓ Calorías.
- ✓ Media del tiempo y tiempo cada 500 metros.
- ✓ Media de boga y boga por 500 metros.
- ✓ Frecuencia cardiaca por 500 metros y final.
- ✓ VO<sub>2</sub> máximo absoluto y relativo.

Es un test de laboratorio en condiciones similares a la actividad de remar simulando una regata a la distancia de competencia. Se realiza durante toda la temporada con una frecuencia mensual para evaluar progresivamente el tiempo de trabajo.

El consumo máximo de oxígeno se calcula de forma indirecta por la fórmula de Nilsen:

$$\text{Kcal} / \text{T} \times 5 = \text{VO}_2$$

Donde:

Kcal: Se obtiene en la lectura del equipo (5 kcal = 1 litro de oxígeno).

T: Tiempo total de la prueba.

5: Es la constante de resistencia del equipo. Con un porcentaje de error en el cálculo de 0,5.

Durante una prueba de esfuerzo ergométrica, se pueden explorar diferentes variables como son: el VO<sub>2</sub>, el metabolismo muscular, las adaptaciones cardiocirculatorias (frecuencia cardiaca, presión arterial, estudios

electrocardiográficos, electrofisiológicos) y parámetros respiratorios (ergoespirometría).

Glend HJ. (26) plantea que: *“El conocimiento de los valores medios y desviaciones típicas de determinados parámetros durante el esfuerzo posibilita estimar, teniendo en cuenta las características individuales (peso, talla edad, sexo, entre otras) sí las respuestas se ajustan a las capacidades previstas”*.

Swain D, Reuben P, Wright L. (43) asegura que: *“No se puede olvidar que existen numerosos factores endógenos y exógenos que influyen sobre el individuo durante la realización de una prueba de esfuerzo que pueden falsear los resultados de la prueba”*:

Factores endógenos: Edad, sexo, estado de salud y nutricional, características antropométricas y grado de entrenamiento.

Factores exógenos: La vestimenta del individuo, temperatura, humedad y presión del aire en el local de prueba, temperatura y composición del aire en los espirómetros con sistema de circuito cerrado, posición del cuerpo durante el trabajo (acostado, sentado, de pie) y adaptación al Remoergómetro Concept 2.

### **I.3.1 Variables fisiológicas que se tienen en cuenta en la valoración funcional del remero**

El deporte de alta competición actual se caracteriza por altos niveles de exigencia y rendimiento, en este contexto el remo está reconocido como uno de los de mayores exigencias fisiológicas. (2,25)

En este deporte las características fisiológicas y morfológicas por excelencia son:

- ✓ la elevada estatura,
- ✓ un gran desarrollo muscular en todos los planos que intervienen en la cadena cinemática y
- ✓ tener un somatotipo predominantemente meso-ectomórfico, que le propiciará un predominio músculo-esquelético y una linealidad relativa elevada, que

garantizará un mayor desplazamiento en el agua con igual boga que un remero de menor estatura, peso corporal y envergadura física. (36).

Según Sanderson y Martindale (40,25) el rendimiento en remo está condicionado por tres factores:

- ✓ la potencia generada por el remero,
- ✓ la potencia necesaria para mover el bote a una velocidad dada y
- ✓ el rendimiento en remo vendrá condicionado por la eficiencia en la aplicación de la potencia por parte del remero, es decir su nivel técnico.

Rives, JO. (36) plantea: "...el remo se caracteriza por ser de carácter cíclico y según su requerimiento energético se considera mixto con un 80% aeróbico y un 20% anaeróbico (11% anaeróbico láctico y un 9% alactáico). Las cualidades que lo distinguen son: el máximo consumo de oxígeno, resistencia aeróbica y la fuerza".

Metodológicamente, está clasificado como un deporte de resistencia que requiere de un gran desarrollo aeróbico que se logra con grandes volúmenes de entrenamiento en agua de 20 o más kilómetros al día y en tierra con carreras. (44,6)

Como en todo deporte de resistencia, un aspecto clave en el deporte del remo es la eficiencia técnica, que podría definirse como la diferencia entre la energía mecánica liberada por el remero y la energía perdida en la palada. (2,25)

En la vertiente resistencia el principal valor fisiológico a tener en cuenta es el máximo consumo de oxígeno. En este deporte tiene gran importancia el consumo máximo de oxígeno en valores absolutos frente a otros deportes como la carrera atlética donde el consumo máximo de oxígeno en relación al peso es muy importante. Aunque el remero tenga un elevado peso corporal no penaliza tanto su rendimiento como en otros deportes, ya que el deportista no debe soportar su propio peso y su desplazamiento se ve favorecido por el desplazamiento en el medio acuático. En este deporte se puede tolerar un elevado peso del remero, pero teniendo en cuenta en todo momento la composición corporal, penalizando a los deportistas con mayor proporción de peso graso. (2,25)

Fisiológicamente se clasifica según el gasto energético o requerimiento energético como mixto, con un 70% aeróbico y un 30% anaeróbico (21% anaeróbico láctido y 9% anaeróbico alactácido). (44,6)

Bioquímicamente; es un deporte mixto porque aunque posee un 70% de componentes aeróbicos, depende de un 30% del factor anaeróbico, las exigencias energéticas de la regata quedan cubiertas en una gran medida por el  $VO_2/Kg$  del remero pero se debe complementar con glicólisis anaerobia y el sistema CrP-ATP. (44,6)

El oxígeno es el elemento fundamental para mantener la vida. La célula intercambia energía, la cual obtiene de la respiración y de los metabolitos (carbohidratos, grasa, y proteínas). Por ende, la respiración es una de las fuentes energéticas del trabajo muscular y de todos los restantes tipos de actividad del organismo según lo planteado por Demarie S, Koralsztejn JP, Billat. (15). Rives, JO. (36,11) asegura que: *“La capacidad de un individuo para afrontar esfuerzos físicos fuertes por tiempo superior a un minuto, como es el caso de la mayoría de los deportes, depende fundamentalmente, de sus características orgánicas para captar, transportar y entregar el oxígeno necesario para la actividad muscular”*.

Los autores Billat VL, Blondel N, Berthoin S. (9) y Bernard O, Ouattara S, Maddio F, Jiménez C, Charpenet A, Melin B y colaboradores (7) coinciden en que una de las principales variables en el campo de la fisiología del ejercicio es el máximo consumo de oxígeno, utilizado frecuentemente para indicar aptitud cardiorrespiratoria de un individuo, además de usarse, esta variable, en la prescripción de un programa de ejercicios. Mientras más elevado sea el mismo, el deportista tendrá un margen de seguridad satisfactorio, pero cuando es menor debe trabajar cerca de su nivel máximo y en consecuencia su equilibrio interno se perturbará mucho más en el ejercicio físico prolongado, afectando negativamente la motivación, el estado de entrenamiento, el equilibrio hidroelectrolítico y los depósitos de energía disponibles.

Valdés Cubilla, SL. (44,8) define el  $VO_2$  máximo como: *“La proporción a la cual el oxígeno es utilizado por las mitocondrias (Metabolismo aeróbico) de todas las*

*células del cuerpo, en función respiratoria interna o celular*". Este autor plantea además, que el  $\text{VO}_2$  máximo es un parámetro que nos indica la máxima capacidad de trabajo físico de un individuo y nos valora de forma global el estado del sistema de transporte de  $\text{O}_2$  desde la atmósfera hasta su utilización en el músculo, integrando el funcionamiento del aparato respiratorio, cardiovascular y metabólico energético.

También se puede definir como la cantidad de oxígeno (en litros [L] o mililitros [mL]) extraído del aire/gas ambiental inspirado durante un período de tiempo (usualmente en un minuto), en condiciones estandarizadas (STPD) de los volúmenes del aire/gas inspirado.

Según lo planteado por Fox, EL. (18,196-199) los valores del máximo consumo de oxígeno se pueden cuantificar en las siguientes unidades de medida:

1. Valores absolutos:
  - ✓ Litros (L) de oxígeno consumido por minuto:  $\text{VO}_2$ , L/min.
  - ✓ Mililitros (mL) de oxígeno consumido por minuto:  $\text{VO}_2$ , mL/min.
2. Valores relativos:
  - ✓ A la masa corporal (peso): Mililitros (mL) de oxígeno consumido por Kilogramo (kg) de la masa corporal por minuto:  $\text{VO}_2$ ,  $\text{mL}^{-1}/\text{kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$ .
  - ✓ A la masa corporal activa (peso magro o libre de grasa): Mililitros (mL) de oxígeno consumido por masa corporal activa (MCA) por minuto:  $\text{VO}_2$ , mL/MCA min.

Según lo expresado por Billat V, Renoux JC, Pinoteauc J, Petit B y Koralsztein J.P (11) plantean que: "La Potencia Aerobia conforma un componente importante del acondicionamiento, porque implica al sistema pulmonar para el aprovisionamiento de oxígeno, al sistema cardiovascular para el transporte de oxígeno y productos de desechos y al sistema muscular para la utilización del oxígeno en la producción de energía. Ahora bien, un excelente registro de Potencia Aerobia, no siempre va acompañado de registros importantes en la eficacia de la ejecución técnica, en la

capacidad de los sistemas energéticos para poner en marcha el sistema glicolítico (umbral anaeróbico). El peso, la edad, el sexo y el nivel de entrenamiento son indicadores importantes y limitantes”.

El remo combina ejercicios dinámicos intensos con una necesidad de desarrollo de una gran fuerza durante cada remada. En consecuencia, debe haber una constante adaptación no sólo a un gran gasto cardíaco sino al incremento de la tensión arterial. Estas demandas se reflejan en los corazones de los remeros que muestran grandes diámetros internos y gruesas paredes. (6,6)

Billat V.L, Hill D.W, Pinoteau J, Petit B. y Koralsztein J.P (10) coinciden en que los factores que influyen en el  $VO_2$  máximo son los siguientes:

1. La herencia: Representa un 70% del  $VO_2$  máximo. El entrenamiento aerobio logra incrementar la potencia aeróbica máxima ( $VO_2$  máximo) del 5 al 20%.
2. La edad: El  $VO_2$  máximo aumenta gradualmente con esta, alcanzando el máximo entre los 18 y 25 manteniéndose hasta los 30 años, edad en que comienza a declinar a razón de aproximadamente 0,6% por año. Con un buen nivel de entrenamiento los valores pueden mantenerse hasta los 50 años.
3. El sexo: Para cualquier edad, el  $VO_2$  máximo es mayor en los hombres. Las mujeres sólo alcanzan aproximadamente el 75% del  $VO_2$  máximo de los hombres. En estas diferencias parecen intervenir varios factores tales como las condicionantes genéticas, hormonales e incluso la menor cantidad de hemoglobina que las mujeres suelen presentar. Se alcanzan después de la pubertad en los hombres de 20 - 22 años y en las mujeres de 18 - 20 años, en los niños es igual en ambos sexos. Se mantienen estables hasta los 30 años que comienzan a declinar a razón de 1 ml/kg por año en sedentarios, no así en sujetos donde el  $VO_2$  máximo es mayor y en deportistas de resistencia es mayor con relación a otros deportes. La única manera de enlentecer este declinar es con la actividad física sistemática aeróbica (carrera aeróbica por más de 30 minutos).
4. El peso: Aumenta principalmente en función del peso magro, como indicador de una mayor masa muscular.

5. El grado de entrenamiento aerobio: Por los cambios que induce tanto en relación al reclutamiento de fibras oxidativas, en el aumento de mitocondrias, en el aparato enzimático, así como por las adaptaciones cardiorrespiratorias que induce, pueden aumentar hasta un 20% el  $VO_2$  máximo, pero más importante aún que el aumento absoluto del  $VO_2$  máximo, es que disminuye el porcentaje de utilización de  $O_2$  en cargas fijas de intensidad submáxima y aumenta el porcentaje de utilización de oxígeno a nivel del umbral del metabolismo anaerobio. Lógicamente si disminuye el porcentaje de utilización en cargas submáximas con el entrenamiento, el sujeto podrá durante un ejercicio incrementar, trabajar más tiempo en condiciones aerobias desplazando hacia un momento más tardío la aparición del protagonismo del sistema anaerobio como sistema preponderante para el suministro de energía.

### **I.3.2 Estimación de la frecuencia cardíaca máxima**

La frecuencia cardíaca (FC) es un indicador de la intensidad del entrenamiento, esto se debe a su demostrada correlación lineal con la carga de entrenamiento. Autores como Berthon P, Fellmann N. (8) y Rives, JO. (36,16) han usado esta correlación existente y han demostrado que la intensidad del trabajo y la FC no se mueven paralelamente, sino que existe un punto de deflexión en el que esta no sigue aumentando a pesar de que se incremente el trabajo físico; este método a pesar de tener sus detractores sigue siendo muy utilizado en Europa en deportes como ciclismo, carrera y natación, sobre todo en distancias largas, obteniéndose éxitos y mejores rendimientos deportivos al permitir individualizar las cargas de entrenamiento basándose en la respuesta de la FC en relación a los valores del umbral del lactato.

Rives, JO. (36,16) plantea que: *“La FC media de reposo para una persona entrenada es un poco más baja que la de un individuo sedentario, dependiendo del tipo de entrenamiento que haya realizado. También tiende a ser menor en posición decúbito supino que en posición vertical. En la medida que se tiene más edad la FC máxima tolerable de trabajo físico para las personas se hace cada vez menor. Aunque existen diversas fórmulas para calcularla se puede obtener una estimación*

razonable de la FC máxima para personas de una edad determinada con la siguiente ecuación:  $FC \text{ máxima (Lat./min.)} = 220 - \text{edad (años)}$ ". La autora no está de acuerdo con el uso de esta fórmula, debido a que: como en otros numerosos estudios en fisiología, el problema de esta fórmula es la población que tomaron como referencia. La obtuvo a partir de un estudio de prevención de enfermedades del corazón y rápidamente fue adoptada por los fisiólogos y entrenadores. La muestra sobre la que realizó el estudio estaba compuesta por enfermos del corazón, fumadores y menores de 55 años, pero sin incluir a la población sana ni a los deportistas. Otro problema es que no tienen en cuenta como punto de partida la FC en reposo. No puede tener la misma referencia una persona con 50 latidos por minutos que otra con 70. Un tercer problema sería que no hacen diferenciación por género; la mujer suele tener la FC más elevada.

Robergs RA, Landwehr R. (37), Lusk G. (33) coinciden en que: la investigación durante los últimos 100 años ha demostrado que la frecuencia cardíaca tiene un valor máximo que de hecho no puede superarse a pesar de los aumentos continuados en la intensidad del ejercicio o de las adaptaciones del entrenamiento.

González Revuelta ME, Sánchez Martínez AF y Unzaga Pestano E. (29,1) plantean que la mejor forma de determinación de la frecuencia cardíaca máxima (FCM) es mediante la realización de una prueba de esfuerzo máximo.

Froelicher, VF y Myers JN. (21) aseguran que esta prueba no siempre se realiza, y se utilizan fórmulas predictivas que estiman la FCM aspecto que ha constituido un problema de la fisiología del ejercicio y de las ciencias aplicadas relacionadas, desde fines de 1930.

Por lo tanto si no se ha realizado una prueba de esfuerzo máximo, para determinar la FCM resulta de suma importancia utilizar una ecuación de predicción que se acerque lo más posible a la realidad de la población en estudio.

## **CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente capítulo describe el diseño metodológico llevado a cabo para la elaboración de la tesis, exponiéndose la clasificación de la investigación, caracterización de la muestra seleccionada, los métodos utilizados a fin de dar cumplimiento a los objetivos trazados, así como las técnicas y/o procedimientos matemáticos y estadísticos para el procesamiento de los datos.

### **II.1. Clasificación de la investigación**

La presente investigación según la finalidad que se persigue es aplicada, teniendo en cuenta que se encarga de la resolución de problemas prácticos con el propósito de transformar contextos. Según el alcance temporal es transversal, ya que se toman aspectos del desarrollo de sujetos en un solo momento, mediante una medición única. Según la profundidad del conocimiento que se pretende obtener es descriptiva (descripción de características fundamentales de conjuntos homogéneos). Con respecto a esto Dankhe, citado por Hernández Sampier, R. (31, 76), destaca que “(...) los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis.” De acuerdo a la naturaleza de los datos es cuantitativa (aspectos observables susceptibles de cuantificación) y cualitativa (se orienta al estudio de los significados de las acciones humanas). Según el marco en que tiene lugares de campo o sobre el terreno. Álvarez, C. (3, 56) plantea que, la investigación de campo “(...) es aquella en que los datos se recogen directamente por el investigador en el lugar de estudio. Consiste en la observación directa de cosas, comportamiento de personas, grupos y hechos.”

### **II.2. Selección de sujetos**

Para dar cumplimiento a los objetivos trazados en la presente investigación se seleccionó una muestra no probabilística integrada por 36 remeros de la Academia de remo de Varadero. El criterio de selección es el intencional por cuotas, los cuáles se

determinaron a partir de los criterios de inclusión y exclusión de la muestra. A continuación se describen los criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión:

- ✓ Debe saber remar.
- ✓ Un año de experiencia como mínimo.
- ✓ Ser remero de las siguientes categorías: 11-12 años, 13-14 años, 15-16 años y juvenil.

Criterios de exclusión:

- ✓ No haber culminado el test de 2000 metros en remoergómetro.
- ✓ Ser de nuevo ingreso en el deporte.
- ✓ Estar en estado patológico o en sobreentrenamiento.

Se debe señalar que el tamaño de la muestra es del 85,71%, de modo que se excluyeron a 6 deportistas, dos de ellos porque no culminaron la prueba y cuatro que son de nuevo ingreso y todavía no están preparados para realizar dicha prueba, por su condición física, ni por el dominio de la técnica que requiere la prueba.

Tabla 1. Características de la muestra seleccionada por las diferentes categorías.

Categorías	Frecuencia absoluta	Frecuencia absoluta acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
11-12 años	7	7	0,19	0,19
13-14 años	20	27	0,56	0,75
15-16 años	5	32	0,14	0,89
Juvenil	4	36	0,11	1,00
N	36			

Fuente: SPSS 24.1

En la tabla 1 se puede observar que la categoría con mayor matrícula es la de 13-14 años para un 56% de la muestra, seguidas las de 11-12 años y 15-16 años con un 19% y 14%, respectivamente.

Tabla 2. Distribución de la muestra según el sexo.

<b>Sexo</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Masculino	24	66,67	66,67	66,67
	Femenino	12	33,33	33,33	100,0
	Total	36	100,0	100,0	100,0
Perdidos	Sistema	0	0		
Total		36	100,0		

Fuente: SPSS 24.1

Se puede apreciar en la tabla 2 que según el sexo la distribución de la muestra seleccionada es del 66,67% para el sexo masculino y del 33,33% para el femenino.

La tabla 3 muestra resúmenes estadísticos para cada una de las variables seleccionadas. Incluye medidas de tendencia central, de variabilidad y de forma. De particular interés están la asimetría estandarizada y la curtosis estandarizada, las cuales pueden utilizarse para determinar si la muestra procede de una distribución normal. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican una desviación significativa de la normalidad, que tendería a invalidar muchos de los procedimientos estadísticos aplicados habitualmente a estos datos. En este caso, la edad muestra valores de asimetría estandarizada fuera del rango esperado. No se registran variables que muestren valores de curtosis estandarizada fuera del rango esperado. Para hacer esta variable normal, podría intentarse una transformación como LOG (Y), SQRT (Y), o 1/Y. La muestra investigada exhibe una edad de 13,89 años, una estatura de 176,90cm y un peso corporal de 65,04kg, como valores promedio (media aritmética).

Tabla 3. Análisis descriptivo de la muestra seleccionada en la investigación.

VARIABLES ESTADÍSTICAS	Edad (años)	Estatura (cm)	Peso corporal (kg)
N	36	36	36
Rango	6,0	28,0	40,5
Mínimo	12,0	162,0	47,5
Máximo	18,0	190,0	88,0
Media	13,89	176,90	65,04
Desviación estándar	1,52	7,05	9,49
Varianza	2,32	49,80	90,22
Asimetría	2,33	0,16	1,39
Curtosis	0,98	-0,61	0,77

Fuente: SPSS 24.1 y StatGraphics Plus 6.

### II.3. Métodos de investigación

Los métodos seleccionados para cumplir con los objetivos propuestos en la investigación son los siguientes:

#### II.3.1. Métodos Teóricos

Los métodos teóricos se utilizaron para el proceso de búsqueda de información, seleccionando los aspectos más importantes, con el fin de elaborar la base teórica actual para la investigación, además de la interpretación de los resultados del diagnóstico y para ello se requirió de los siguientes:

a) Analítico – Sintético: Ayudó a procesar el marco teórico referencial de la tesis a partir de la sistematización del conocimiento científico relacionado con el objeto de estudio, permitió reconocer las múltiples relaciones y componentes del problema abordado por separado, para luego integrarlas en un todo como se presenta en la realidad y fue la vía mediante la cual se realizó la interpretación de la información recogida a través de la aplicación de los instrumentos que se seleccionaron a fin de poder llegar a las conclusiones correspondientes.

b) Inductivo – Deductivo: Aportó la determinación del problema y la diferenciación de las tareas desarrolladas en el proceso investigativo, a partir de allí se logró proceder al diseño de las pruebas de remoergometría aplicadas. Además proporcionó el establecimiento de las relaciones entre los hechos analizados, las explicaciones y conclusiones a las que se arribó en la presente investigación.

c) Histórico- Lógico: Aseguró que se analizara el desarrollo histórico del objeto de estudio y encontrar la lógica interna del proceso, así como todas las publicaciones posibles editadas en Cuba y en el extranjero sobre los criterios científicos relacionados con proceso de valoración funcional del deportista de rendimiento.

### **II.3.2. Métodos Empíricos**

Se utilizaron para el análisis y discusión de los resultados. Fue utilizado el siguiente método empírico:

Medición: Se aplicó el test de remoergometría de 2000 metros, el cual se describe a continuación.

Metodología del test de remoergometría de 2000 metros:

- ✓ Calentamiento en tierra de 10 minutos
- ✓ Calentamiento: 10 minutos al 85% de la máxima intensidad
- ✓ Recuperación: 60-90 segundos
- ✓ Test máximo sobre 2000 metros (arrancada al máximo)

Equipo utilizado: Remoergómetro Modelo AC Concept 2 PM5

**Parámetros evaluativos obtenidos en el Software del equipo:**

- ✓ Tiempo final y previsto.
- ✓ Potencia (watts).
- ✓ Calorías.
- ✓ Boga.
- ✓ Frecuencia cardíaca máxima y final.
- ✓ Máximo consumo de oxígeno (absoluto y relativo).

Ante la ausencia de la pechera, se utilizó un Modelo Beurer con los siguientes parámetros evaluativos:

- ✓ Frecuencia cardíaca máxima
- ✓ Frecuencia cardíaca promedio
- ✓ Kilocalorías gastadas
- ✓ Gramos de grasa gastados
- ✓ Tiempos registrados por el rango mínimo y máximo establecido

Otros de los parámetros fisiológicos que se obtiene es el máximo consumo de oxígeno, que en el caso del test analizado utiliza la fórmula de Nilsen, que posee un alto grado de dispersión con respecto a los valores de mediciones directas con analizadores metabólicos. Por ello la autora propone la adecuación de las fórmulas de Leger, Mercier y Gauvin implementadas por Gallardo Sarmiento, A (22). Esta adecuación permite analizar una gama superior de indicadores fisiológicos que permiten realizar una valoración del rendimiento funcional de los remeros más objetiva. Dichos parámetros se enuncian a continuación:

Velocidad:

- ✓  $V(m/s) = \text{distancia (m)}/\text{Tiempo (s)}$
- ✓  $V(km/h) = V(m/s) \times 3,6$

Equivalente Metabólico (MET):

✓  $\text{MET} = 2,7297 + (0,8527 \times \text{Km/h})$

Máximo Consumo de O<sub>2</sub> Relativo:

✓  $\text{VO}_2\text{Máx/Kg (mL de O}_2\text{/Kg/min)} = \text{MET} \times 3,5\text{mL de O}_2\text{/Kg/min}$

Máximo Consumo de O<sub>2</sub> Absoluto:

✓  $\text{VO}_2\text{Máx (mL/O}_2\text{/min)} = \text{VO}_2\text{Máx/Kg} \times \text{PC (Kg)}$

Pulso de Oxígeno:

✓  $\text{PO}_2 \text{ (mlO}_2\text{/sístole)} = \text{VO}_2\text{Máx (mL/O}_2\text{/min)} \times \text{FCF(lpm)}$

Volumen de Eyección Sistólica:

✓  $\text{VES (ml/lat)} = 10,33 \times \text{PO}_2 \text{ (mlO}_2\text{/sístole)} - 32,3$

Una vez calculados los parámetros fisiológicos se deben consultar las tablas de referenciales en los anexos 1, 2, 3 y 4.

Además se realizó una base de datos con los registros de la frecuencia cardíaca para determinar el error técnico de la medición de la frecuencia cardíaca máxima teórica según el criterio de varios autores:

Cuadro 1. Ecuaciones predictivas para la determinación de la frecuencia cardíaca máxima teórica.

<b>Fox y Haskell (1970):</b> FCM=220-edad (años) FCM=226-edad (años)	<b>Hossack:</b> FCM= 227-1.067*(edad) FCM= 206-0.597*(edad)	<b>Astrand, en Froelicher:</b> FCM= 211-0.922*(edad)
<b>Åstrand:</b> FCM= 216.6-0,84*(edad)	<b>Douglas Seal:</b> FCM= 208-(edad x 0,7)	<b>Brick, en Froelicher:</b> FCM= 226-edad
<b>Fabiana Gandola:</b> FCM= 187,46-0,82*Edad	<b>Ellestad en Froelicher:</b> FCM= 197-0.556*(edad)	<b>Cooper en Froelicher:</b> FCM= 217-0.845*(edad)
<b>Bruce:</b> FCM= 210-0.662*(edad)	<b>Froelicher:</b> FCM= 207-0.64*(edad)	<b>Graettinger:</b> FCM= 199-0.63*(edad)
<b>Fernhall:</b> FCM= 205-0.64*(edad)	<b>Inbar:</b> FCM=205.8-0.685*(edad)	<b>Jones (Cicloergómetro):</b> FCM= 202-0.72*(edad)
<b>Jones 2:</b> FCM= 210-0.65*(edad)	<b>Jones 3:</b> FCM= 201-0.63*(edad)	<b>Lester (entrenados):</b> FCM= 205-0.41*(edad)
<b>Londeree (1982):</b> FCM=206.3-0.711*(edad)	<b>Miller:</b> FCM= 200-0.48*(edad)	<b>Morris, en Froelicher:</b> FCM= 200 -0.72*(edad)
<b>Ricard 1:</b> FCM <sub>máx</sub> =209 -0.587*(edad)	<b>Ricard 2:</b> FCM <sub>máx</sub> =200 -0.687*(edad)	<b>Robinson:</b> FCM=212 -0.775*(edad)
<b>Rodeheffer:</b> FCM= 214-1.02*(edad)	<b>Schiller 1:</b> FCM= 213.7-0.75*(edad)	<b>Schiller 2:</b> FCM= 207 -0.62*(edad)
<b>Sheffield:</b> FCM= 216 -0.88*(edad)	<b>Tanaka (sedentario):</b> FCM= 211 -0.8*(edad)	<b>Tanaka 1:</b> FCM= 207 -0.7*(edad)
<b>Tanaka(2001):</b> FCM= 206 -0.7*(edad)	<b>Tanaka 3:</b> FCM= 208-0.7(edad)	<b>Whaley (M):</b> FCM= 214-0.8*(edad)
<b>Whaley (F):</b> FCM= 209-0.7*(edad)	<b>Londeree (CS):</b> FCM= 205- 3.574*T1+8.316*E- 7.624*F5-0.00004 * A4- 0.624*A2	<b>Londeree (2):</b> FCM= 196.7 + 1.986 x C2 + 5.361 x E + 1.490 x F4 + 3.730 x F3 + 4.036 x F2 - 0.0006 x A4 - 0.542 x A2
<b>Foxy y colaboradores:</b> FCM=215.4 - 0.9147*(edad)	<b>National Collegiate Athletes:</b> FCM= 202.8-0.533xA 00006xA4	<b>FCM considerando sexo, edad y peso corporal:</b> FCM=((210-(0,5xedad en años))-1% del peso))+4 FCM=(210-(0,5x edad en años))-1% del peso
<b>FCM considerando sexo y edad:</b> FCM= 208,7 - (0,73 x edad) FCM= 208,1 - (0,77 x edad)		<b>Gellish (2007):</b> FCM= 207-0.7*(edad)

Donde:

- ✓ C=Cross Sectional (transversal)
- ✓ I=interacción

- ✓  $a=A=$ edad
- ✓  $A2=$ edad
- ✓  $A4=$  (edad<sup>4</sup>)/1000
- ✓  $C\#=$ continente (si es Europeo, entonces  $C2=1$ , sino  $C2=0$ )
- ✓  $E=$ ergómetro (si es remoergómetro, entonces  $E=1$ , si es bicicleta, entonces  $E=0$ )
- ✓  $F\#=$ nivel de fitness (si es sedentario,  $F2=1$ , sino  $F2=0$ ; si es activo, entonces  $F3=1$ , sino  $F3=0$ , si es entrenado en resistencia, entonces  $F4=1$ , sino  $F4=0$ )
- ✓ Tipo # =tipo de protocolo de ejercicio (si es continuo e incremental, entonces  $T1=1$ , sino  $T1=0$ ).

Múltiples cartas y condiciones de interacción que deben multiplicarse juntos. Es interesante observar que: Londeree (2) desarrolló una ecuación multivariada que usa las variables edad, edad<sup>2</sup>, edad<sup>4</sup>/1000, la intensidad, el modo de ejercicio, nivel de actividad y el tipo de protocolo usado para evaluar la frecuencia cardíaca.

Una vez determinado los valores de frecuencia cardíaca máxima teórica se procede a la determinación del error estándar de la medición:

$$EEM=FCMD -FCMT$$

Donde:

- ✓ EEM: error estándar de la medición
- ✓ FCMD: Frecuencia cardíaca máxima directa por pulsometría
- ✓ FCM (Teórica): Frecuencia cardíaca máxima teórica.

#### **II.4 Técnicas y procedimientos estadísticos**

Los datos obtenidos se procesaron matemática y estadísticamente con el programa EXCEL, los paquetes estadísticos SPSS 24.0 y el STATGRAPHICS 5 sobre plataforma de WINDOWS, basados en los siguientes indicadores matemáticos y estadísticos:

***Medida de dispersión central:***

*Desviación estándar de una muestra:* constituye la medida de la dispersión de los valores respecto a la media (valor promedio). Se utiliza en la descripción de la muestra y en el análisis e interpretación de los resultados.

*Coefficientes de variación:* se utiliza para confirmar la dispersión central utilizando valores porcentuales, se obtiene a partir de la división de la desviación estándar entre el promedio, luego al resultado de estos se multiplica por 100. Se utiliza en la descripción de la muestra y en el análisis e interpretación de los resultados. Mientras más se alejen los valores de 0 más dispersión habrá y por tanto menor homogeneidad.

*Varianza:* devuelve los valores de dispersión de la población analizada. Se utiliza en la descripción de la muestra y en el análisis e interpretación de los resultados.

*Asimetría tipificada o estandarizada:* en la investigación se utiliza para determinar si la muestra procede de una distribución normal, los rangos establecidos para que se cumpla dicho parámetro deben estar entre -2 y 2. Se utiliza en la descripción de la muestra.

*Curtosis tipificada o estandarizada:* cumple igual objetivo que la técnica estadística de asimetría tipificada. Se utiliza en la descripción de la muestra.

*Sumatorias o totales:* se utiliza en la descripción de la muestra y en el análisis e interpretación de los resultados.

*Tendencia central:* es la ubicación del centro de un grupo de números en una distribución estadística. Las tres medidas más comunes de tendencia central son: el promedio o media, la mediana y la moda. En la presente investigación tan solo se aplica la media.

*Media:* es la media aritmética y se calcula sumando un grupo de números y dividiendo a continuación por el total de dichos números. Se utiliza en la descripción de la muestra y en el análisis e interpretación de los resultados.

Para una distribución simétrica de un grupo de números, estas tres medidas de tendencia central son iguales. Para una distribución sesgada de un grupo de números, las medidas pueden ser distintas.

*Valores mínimo y máximo: se utiliza en la descripción de la muestra y en el análisis e interpretación de los resultados.*

*El rango: es la diferencia que existe entre los valores mínimos y máximos de una muestra determinada. Se utiliza en la descripción de la muestra.*

**Pruebas de Hipótesis:**

Tabla de significación porcentual (Hoja de Excel para el Cálculo de los Puntos Críticos de la Distribución Binomial) elaborada por Folgueira, R. (2003) en la que los datos son calculados en EXCEL con el algoritmo: Bukač J. (12) Critical Values of the Sign Test. Algorithm AS 85. Applied Statistics. V 24. N 2. Para la cual los valores son: 01 Muy significativo, 05 Significativo y 1 Poco significativo. Son utilizadas en el procesamiento estadístico del análisis e interpretación de los resultados.

Además se tienen en cuenta los procedimientos matemáticos para la determinación del máximo consumo de oxígeno (valores absolutos y relativos), pulso de oxígeno, volumen de eyección sistólica, potencia aeróbica y la frecuencia cardíaca máxima teórica, según el criterio de varios autores.

### CAPÍTULO III. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

En el presente capítulo se reflejan el análisis e interpretación de los resultados desde la perspectiva de la valoración del rendimiento funcional del remero, la adaptación del protocolo de Leger, Mercier y Gauvin publicado por Tokmakides al test de 2000 metros en remoergómetro aplicado a los deportistas de la academia de remo de Varadero. Además se realiza la adaptación del método de bioimpedancia eléctrica para la determinación de valores de deshidratación de los remeros investigados. En tercer lugar se realizó la comparación del comportamiento de los valores de la frecuencia cardíaca máxima directa por el método de la pulsometría y su correspondencia con la frecuencia cardíaca máxima teórica.

#### III.1 Resultados de la adaptación del protocolo de Leger, Mercier y Gauvin publicado por Tokmakides al test de 2000 metros en remoergómetro aplicado a los deportistas de la academia de remo de Varadero

Tabla 4. Valoración del VO<sub>2</sub> Max Relativo según la edad (Astrand y Rodahl).

Evaluación del VO <sub>2</sub> máx	Frecuencias absolutas			
	11-12 años	13-14 años	15-16 años	Juvenil
Excelente	2	13	5	4
Bueno	4	5	0	0
Promedio	1	2	0	0
Regular	0	0	0	0
Bajo	0	0	0	0

En la presente tabla se puede observar que el máximo consumo de oxígeno según los valores normativos de Astrand y Rodahl manifiesta que la evaluación predominante es la de excelente (66,66% del total de la muestra). Las categorías con mejores resultados son las de 15-16 años ( $56,55 \pm 4,14 \text{ mL}^{-1}/\text{Kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$ ) y juvenil ( $55,92 \pm 5,27 \text{ mL}^{-1}/\text{Kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$ ) evaluados el 100% de los remeros de excelente. Las

categorías con resultados más discretos son las de 11-12 años ( $50,79 \pm 3,11\text{mL}^{-1}\text{Kg}^{-1}\text{min}^{-1}$ ) y 13-14 años ( $54,41 \pm 3,40\text{mL}^{-1}\text{Kg}^{-1}\text{min}^{-1}$ ).

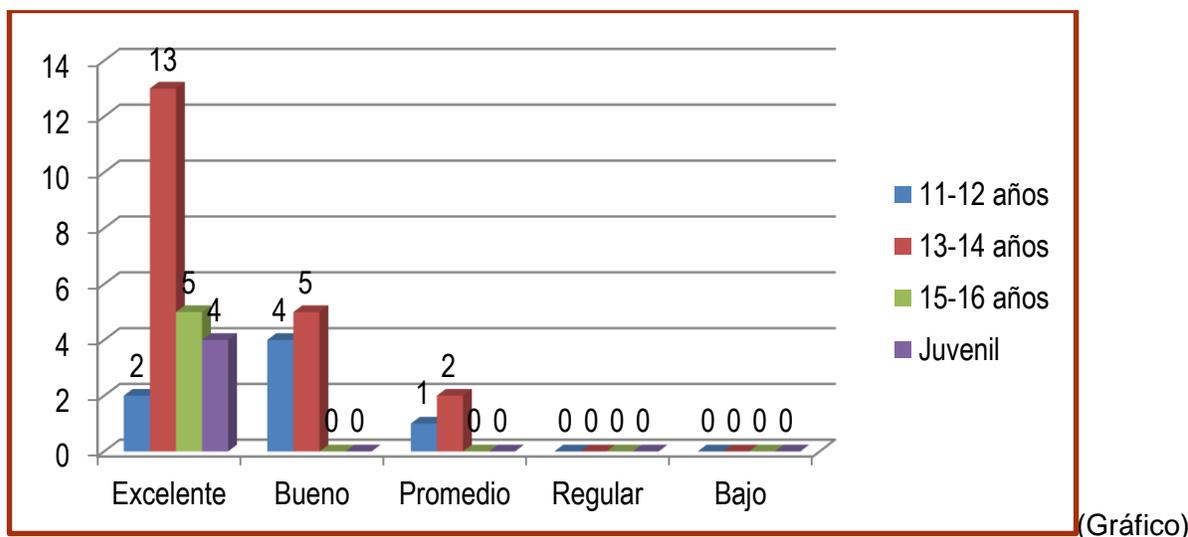


Figura 1. Valoración del VO2 Max Relativo según la edad (Astrand y Rodahl).

En figura 1 se puede observar que el 66,66% de los remeros investigados poseen una evaluación de Excelente, el 25% se encuentra en la categoría de Bueno y el 8,33% se evalúa como promedio, estos dos últimos valores se evidencian en las categorías 11-12 y 13-14 años. No se evidenciaron resultados en las categorías de Bajo y Regular, según los parámetros establecidos por Astrand y Rodahl. Los resultados evidenciados en las categorías superiores son muy significativos según lo establecido por el algoritmo de Bukač para un nivel de alfa a 0,01.

Tabla 5. Valoración del VO2 Max Relativo según el deporte de remo (Subiela).

Evaluación del VO2máx	Frecuencias absolutas			
	11-12 años	13-14 años	15-16 años	Juvenil
Por debajo del rango	2	13	5	4
En el rango	4	5	0	0
Por encima del rango	1	2	0	0

Sin embargo, cuando se analiza la tabla 5 y la figura 2, que hacen referencia a los valores normativos para el deporte de remo, se puede apreciar que el 66,66% de los

deportistas poseen la categoría referencial de insuficiente o por debajo del rango, de manera que distan sus resultados de acercarse a los valores preestablecidos por Subiela. Solo el 25% de los remeros se encuentran en el rango o de Bien; se evidencia un 8,33% en la categoría de Excelente o por encima del rango. Si es de vital importancia que el remero cuente con una elevada estatura, de igual manera, debe poseer un gran desarrollo de la potencia aeróbica y máximo consumo de oxígeno, tanto del absoluto como del relativo, que le garantizará un rendimiento estable en la zona de trabajo aerobia con un  $\text{VO}_2$  máx/kg elevado durante 10 minutos, suficiente para la regata de 2000 metros. Los deportistas investigados poseen un valor relativo del  $\text{VO}_2$  máximo de  $54,18 \pm 3,96 \text{ mL}^{-1}/\text{Kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$ , es claro que estos valores van a ser superiores dentro de algunos años por la juventud de los mismos y que pueden aumentar de 5 a 20% de  $\text{VO}_2$  máx/kg, lo que garantizaría un mayor reclutamiento de fibras oxidativas, de mitocondrias, del aparato enzimático, así como de adaptaciones cardiorrespiratorias (36). Los valores del máximo consumo de oxígeno relativo han ido saltando barreras, como por ejemplo, en la década del 70 se registraban los  $63,7 \text{ ml}^{-1}/\text{kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$  (35), en el año 2000, los 71,4 en la categoría de remos pesados y de 75 para la categoría de ligero. En la actualidad los botes cubanos oscilan en los 68,7 y la élite mundial se encuentra sobre los 70 (32). En la investigación existen tres deportistas con valores que rondan los  $62 \text{ ml}^{-1}/\text{kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$  y que debido a su corta edad se puede esperar que en poco tiempo arriben a los equipos nacionales, ya que esos valores del  $\text{VO}_2$  máx/kg asegurará un adecuado mecanismo de obtención de energía por medio de la utilización del oxígeno para formar grandes cantidades de ATP provenientes de su cascada bioquímica, es decir, la inducción del acetil-coa para que permita la entrada del oxígeno a las mitocondrias, específicamente en las cresta mitocondriales, que constituyen las industrias por excelencia para el suministro de energía por vía aeróbica con comienzo en el ciclo de los ácidos tricarbónicos o de Krebs, luego a la cadena transportadora de electrones y por último a la fosforilación oxidativa. Esto recobra un gran valor ya que según lo planteado por Steinackers citado por Muniesa y colaboradores (35), asegura, que el remo se desarrolla a bajas velocidades de contracción, lo que implica que se movilizan del 70 al 75% de las fibras de

contracción lenta, de ahí la importancia del metabolismo aeróbico en este deporte. Estas fibras poseen una elevada concentración de mioglobina (hemoglobina muscular) con la considerable disminución de los retículos sarcoplasmáticos (característicos en las fibras de contracción rápida) que van a facilitar el trabajo a intensidades moderadas luego de transcurridos un minuto y medio a los tres minutos, van a ser fundamentales en el rendimiento del remero.

De importancia vital para el logro de los altos resultados deportivos se encuentra al máximo consumo de oxígeno absoluto, que en la muestra investigada presenta valores promedios de  $3,55 \pm 0,71$  L/min (muestra general),  $3,05 \pm 0,64$  L/min (11-12 años),  $3,43 \pm 0,44$  L/min (13-14 años),  $4,22 \pm 0,95$  L/min (15-16 años) y  $4,20 \pm 0,88$  L/min (juvenil) que para las exigencias de este deporte es bajo, ya que en la élite mundial aparecen deportistas de mayor estatura y peso corporal, que tiene incidencia en este parámetro fisiológico de gran importancia para la potencia que se le imprime para el desplazamiento del bote. En estudios realizados en integrantes del equipo nacional de Cuba estos valores se encuentran sobre los 6,37 L/min y que en la élite mundial se encuentra por encima de los 6,5 L/min. En este aspecto incide negativamente, debido a que los deportistas investigados presentan una estatura de  $176,83 \pm 6,92$ cm y un peso de  $64,89 \pm 9,47$ Kg (muestra general),  $175,36 \pm 4,45$ cm y un peso de  $60,77 \pm 9,70$ Kg (11-12 años),  $177,31 \pm 5,60$ cm y un peso de  $62,89 \pm 5,87$ Kg (13-14 años),  $180,80 \pm 11,10$ cm y un peso de  $74,00 \pm 12,86$ Kg (15-16 años),  $180,00 \pm 8,25$ cm y un peso de  $74,50 \pm 9,47$ Kg (juvenil), muy por debajo de los remeros del equipo nacional (191,2cm y 93,8Kg) y de la élite mundial (194cm y 95Kg). (32)

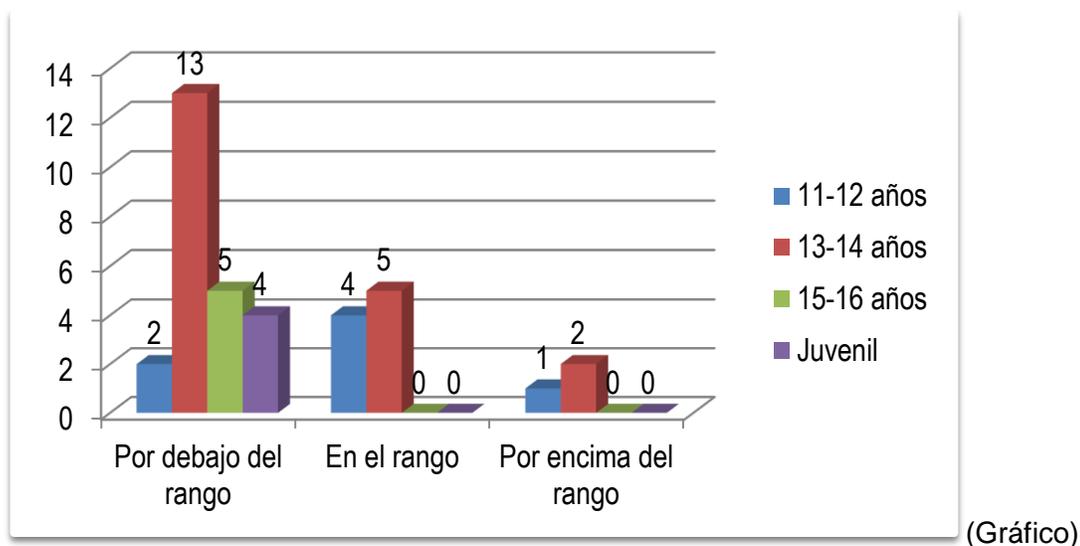


Figura 2. Valoración del VO2 Max Relativo según el deporte de remo (Subiela).

Tabla 6. Frecuencia de las categorías a partir de los valores de referencia para el Volumen de Eyección Sistólica expresado en ml/lat según los parámetros del Test de Leger, Mercier y Gauvin para determinar el nivel de entrenamiento.

Nivel de entrenamiento (VES y PO <sub>2</sub> )	Frecuencias absolutas			
	11-12 años	13-14 años	15-16 años	Juvenil
Alto	1	6	3	4
Medio	4	14	2	0
Bajo	2	0	0	0

En tabla 6 se exponen los resultados de la relación entre el pulso de oxígeno en su referencia al volumen de eyección sistólica, según lo expresado en la metodología del test de Leger, Mercier y Gauvin esta sirve para determinar durante un ejercicio de intensidad máxima si el deportista se encuentra entrenado o no. De esta manera, el 5,56% de los remeros investigados se clasifican como de no entrenado o nivel bajo, el 55,56% en la de entrenado o medio y el 38,89% de la muestra posee un nivel de entrenamiento alto, ya que los valores del volumen de eyección sistólica se esgrimen en 106,54; 150,47 y 212,67mL/Lat para el sexo masculino y de 82,03;

109,14 y 145,11 mL/Lat, como valores promedios para las categorías de bajo, medio y alto nivel de entrenamiento para cada sexo respectivamente. Esta garantiza que lleguen a los músculos y tejidos que están participando en la actividad física del remo, un volumen de sangre adecuado eyectado por el corazón en cada latido. En dependencia del nivel de entrenamiento que posea el remero; así van a ser las posibilidades fisiológicas para la disposición de energía para ser utilizado en la actividad, la disposición del volumen ventricular previo a la contracción, la calidad del proceso de la contractibilidad (inotropismo) de la pared muscular y resistencia a vencer (drag factor del remoergómetro).

Tabla 7. Frecuencia de las categorías a partir de los valores de referencia para la potencia aeróbica expresada en W/Kg (Ver escalas en el anexo 4).

Relación entre W/kg y ml <sup>-1</sup> .kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup>	Frecuencias absolutas			
	11-12 años	13-14 años	15-16 años	Juvenil
Pobre	0	0	0	0
Rango normal según edad	0	0	0	0
Bueno-Muy bueno	0	0	0	0
Nivel Competitivo No élite	7	20	5	4
Excelente- Nivel competitivo Élite	0	0	0	0

En cuanto a los resultados que se muestran en la tabla 7, los resultados expresan que el 100% exhiben un nivel competitivo no élite (Muy significativo para un valor de alfa de 0,01) y no se evidencia a ningún remero que posea el nivel competitivo élite. Además no se evidenciaron resultados en las categorías de pobre y de rango normal según la edad. Estas clasificaciones se derivan de los valores de referencia para la potencia aeróbica expresada en W/Kg, la cual mostró un valor promedio de 4,52 con una dispersión de  $\pm 0,33$ W/Kg. Otro de los parámetros fisiológicos importantes se

encuentra a la potencia aeróbica en Watt y en sus valores relativos, los cuales se registraron en 295,54 W, lo cual los cataloga como un nivel competitivo no élite, que dista mucho de los botes nacionales que se encuentran en 475,2 y la élite mundial en el rango de los 460-500W. (32)

### III.2 Adaptación del método de bioimpedancia eléctrica para la determinación de valores de deshidratación de los remeros investigados

Tabla 8. Resultados de las variables porcentaje de grasa y peso corporal graso antes y después del test de remoergometría de 2000 metros con bioimpedancia eléctrica.

Bioimpedancia eléctrica	Frecuencias absolutas											
	11-12 años			13-14 años			15-16 años			Juvenil		
	Inicial	Final	Dif	Inicial	Final	Dif	Inicial	Final	Dif	Inicial	Final	Dif
% de Grasa	17.35	15.30	2.05	17.14	15.03	2.11	19.86	18.24	1.62	18.10	16.48	1.63
Peso corporal graso	10.59	9.39	1.20	10.91	9.60	1.32	14.88	13.74	1.14	13.35	12.15	1.2

Leyenda: Dif-Diferencia.

En la tabla 8 se observan los resultados de la bioimpedancia eléctrica para la determinación del porcentaje de grasa y peso corporal graso (kg). Los principales resultados registrados evidencian una disminución del porcentaje de grasa al culminar el test, sin embargo, si se tiene en cuenta que solo se trabajó en una rango de 7 a 10 minutos resulta imposible la movilización del sistema energético de los lípidos, pues ellos se movilizan aproximadamente a los 30 minutos de iniciado una actividad continua, de manera que la bioimpedancia eléctrica puede ser falseada por la cantidad de fluidos corporales. Por ello, en estos resultados se evidencia que los remeros están sufriendo una pérdida de líquidos corporales importante, con efecto marcado en la categoría 13-14 años.

Tabla 9. Estimación de los registros de la sudoración a partir de los valores obtenidos en la bioimpedancia eléctrica.

Categorías	Sudoración teórica (gr/min)	Pérdida de Líquidos teórica (gr)	Sudoración estimada (gr/min)	Pérdida de Líquidos estimada (gr)
11-12 años	30 ± 18	254,79 ± 22,19	135,89 ± 86,85	1142,86 ± 687,65
13-14 años	30 ± 18	234,24 ± 18,19	171,71 ± 79,62	1319,05 ± 587,89
15-16 años	30 ± 18	224,52 ± 18,79	154,21 ± 59,21	1140,00 ± 409,88
Juvenil	30 ± 18	230,40 ± 22,97	161,00 ± 86,74	1200,00 ± 559,76

Según lo planteado por González Gallegos, J. y Villa Vicente, JG. (27, 138-139) aseguran que: El detrimento de líquidos corporales puede producir la pérdida de electrolitos como son: el Sodio ( $\text{Na}^+$ ), el Potasio ( $\text{K}^+$ ), el Calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ), el Magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ) y el anión Cloruro ( $\text{Cl}^-$ ) que se interrelacionan directamente con el agua corporal para el control y gobierno de varias funciones que permiten la transmisión nerviosa y contracción muscular, regulación de la temperatura corporal, absorción de impactos y lubricar diversos compartimentos corporales y articulaciones, entre otras.

De acuerdo a lo planteado por estos autores se puede inferir que los valores registrados en la tabla 9 pueden condicionar la aparición fatiga durante la regata, deshidratación, riesgos de padecer el shock deportivo golpe de calor debido a la acelerada pérdida de líquidos que supera los 155 gr/min como promedio en la muestra investigada (de ellos 12 mL por cuestiones de respiración durante la prueba), muy por encima de lo que se registra en la bibliografía. Este incremento en la pérdida de líquidos es posible que se genere por condiciones climáticas desfavorables como: el ambiente caluroso, la elevada humedad relativa y a la intensidad desarrollada en el test.

Es importante adoptar medidas para asegurar una adecuada hidratación antes, durante y después de la competición o del entrenamiento, administrándose productos isotónicos o simplemente sales de rehidratación en la dosis que se oriente

por el especialista en medicina del deporte. Otras de las medidas que se deben adoptar son: la adecuada vestimenta y evitar la utilización de crema protectora solar (las resistentes al agua evitan la correcta evaporación para la disminución de la temperatura corporal).

**III.3 Comportamiento de la frecuencia cardíaca para la estimación de las zonas de intensidad y de esfuerzo, sus valores máximos directos por el método de la pulsometría y su correspondencia con la frecuencia cardíaca máxima teórica**

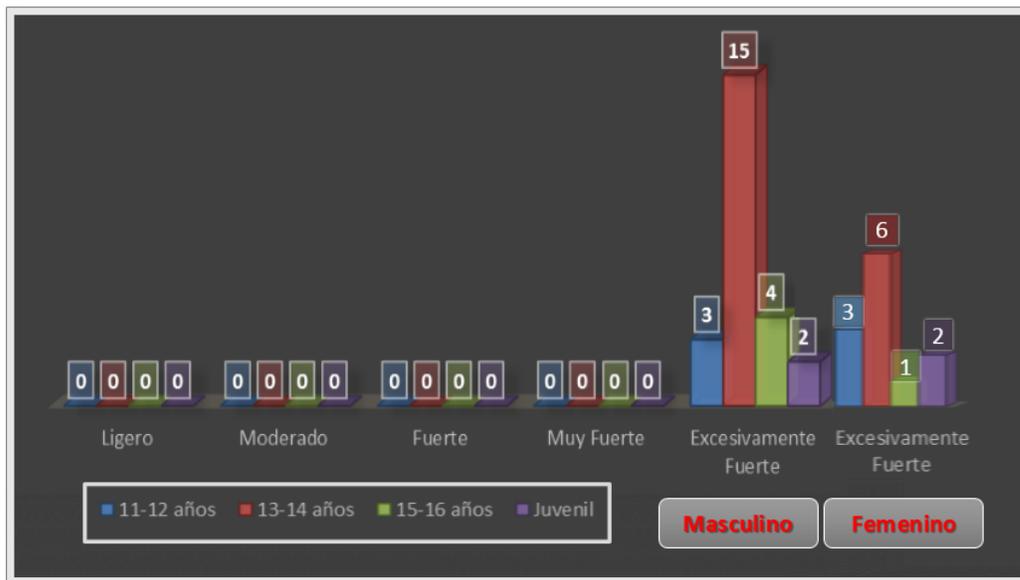
Según lo expresado por González Revuelta, ME., Unzaga Pestano E. y Sánchez Martínez, AF. (29,3) *“La frecuencia cardíaca máxima del corazón (FCM) durante un ejercicio de gran intensidad, resulta un indicador de gran utilidad para evaluar la capacidad de recuperación cardiovascular después del ejercicio, así como también para prescribir las intensidades del entrenamiento”*.

Tabla 10. Representación de la zona de intensidad de trabajo a partir de la percepción del esfuerzo físico (Frecuencia cardíaca máxima).

Zonas de intensidad	Frecuencias absolutas			
	11-12 años	13-14 años	15-16 años	Juvenil
Máxima	7	20	5	4
Submáxima	0	0	0	0
Moderada	0	0	0	0
Baja	0	0	0	0

En la presente tabla se puede observar que los resultados de las zonas de intensidades se derivan de los valores alcanzados por la frecuencia cardíaca una vez culminado el test y luego se determina el porcentaje de trabajo según el valor máximo para la edad. En el estudio se evidencia que el 100% de los remeros alcanzaron la zona de intensidad máxima, lo cual se deriva en la elevada exigencia física del test aplicado.

Se puede argumentar que el nivel de clasificación del tipo de actividad en términos de la intensidad del ejercicio físico (figura 3) el 100% de la muestra es excesivamente fuerte según los criterios de Romero Esquivel, R. (39) (ver los anexos 6, 7, 8 y 9).



(Gráfico)

Figura 3. Resultados del nivel de la actividad física en términos de la intensidad del ejercicio.

Tabla 11. Representación de la zona de esfuerzo en el deporte de remo (Ver anexo 5).

Zonas de esfuerzo en remo	Frecuencias absolutas			
	11-12 años	13-14 años	15-16 años	Juvenil
Utilización II	0	0	0	0
Utilización I	0	0	0	0
Umbral	0	0	0	0
Transporte	0	3	0	1
Anaeróbica	7	17	5	3

La tabla 11 y la figura 4 representan las diferentes zonas de esfuerzo en el remo, donde el 88,8% de los remeros investigados se encuentran en la zona de esfuerzo

anaeróbica debido a que se registraron valores de frecuencia cardíaca por encima de 190 latidos por minutos y el 11,1% en la zona de transporte que sus valores oscilan entre los 180-190 latidos por minutos, en esta ocurre una serie de cambios fisiológicos como son: el aumento de la capacidad del mecanismo de producción-remoción de lactato intra y post esfuerzo (Turnover), aumenta la capacidad mitocondrial de metabolizar moléculas de piruvato y eleva el techo aeróbico. La zona de esfuerzo anaeróbica se caracteriza en los remeros por mantener una boga de 34 remadas por minutos y valores de lactato en el rango de 12-14mmol/L, lo que lo cataloga como un esfuerzo máximo, debido a que aumenta la potencia aeróbica, se eleva la velocidad de las reacciones químicas del ciclo de Krebs y aumenta el potencial Redox NAD/NADH.

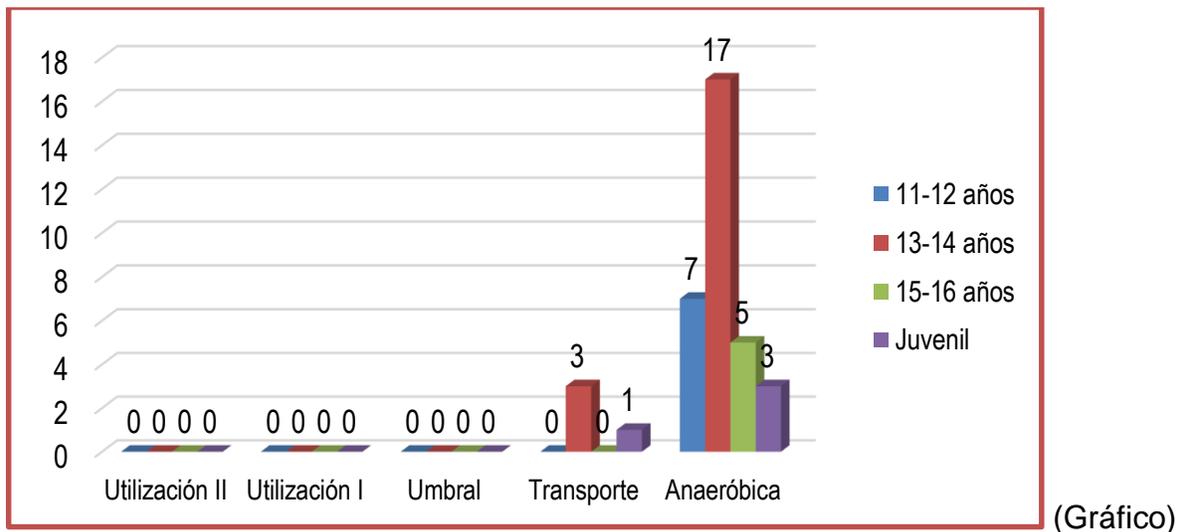


Figura 4. Representación de la zona de esfuerzo en el deporte de remo.

### III.3.1 Resultados de la comparación del registro de la frecuencia cardíaca máxima directa por el método de la pulsometría y los valores de las ecuaciones de la frecuencia cardíaca máxima teórica

Robergs, RA. y Landwehr R. (37) coinciden en que, la investigación de este parámetro fisiológico durante los últimos 100 años ha demostrado que la frecuencia cardíaca tiene un valor máximo que de hecho no puede superarse a pesar de los aumentos continuos en la intensidad del ejercicio o de las adaptaciones del

entrenamiento. Skinner JS. (41) plantea que parece estar condicionado en gran medida por las características genéticas de las personas, e igualmente ocurre con la capacidad de respuesta y adaptaciones al entrenamiento.

La mejor forma de determinación de la FCM, es mediante la realización de una prueba de esfuerzo máximo. Este tipo de prueba debe hacerse de forma bien controlada en condiciones de laboratorio, en veloergómetro, cinta rodante o remoergómetro, según el caso de que se trate. Sin embargo no siempre resulta factible tener a disposición este recurso, por lo que algunos preparadores ensayan diferentes métodos que de acuerdo a la experiencia personal, puede ser muy variable en condiciones de terreno. Otra alternativa disponible, cuando no hay tiempo de planificar y realizar estos tipos de pruebas en el laboratorio o en el terreno, es utilizar entonces ecuaciones predictivas que estiman la FCM, aspecto que ha constituido un problema de la fisiología del ejercicio y de las ciencias aplicadas relacionadas, desde fines de 1930 según lo planteado en el artículo de Froelicher VF y Myers, JN. (21)

Fox III, Naughton JP y Haskell WL. (19) y Fox SM y Haskell WL. (20) coinciden en que: “Existe un gran número de ecuaciones predictivas para la estimación de la FCM, sin embargo la misma ha sido por mucho tiempo estimada según la fórmula de  $220 - \text{edad}$ ”. Esta fórmula es de amplia aplicación a nivel mundial y es una de las más utilizadas en Cuba. La historia de esta fórmula, reveló que la misma no fue desarrollada a partir de una investigación original, ni de una ecuación de regresión, sino que resultó de observaciones basadas en datos de aproximadamente 11 referencias, pertenecientes a sujetos con problemas cardiovasculares y o compilaciones científicas no publicadas según lo expresado en el texto de Fox SM, Haskell WL. (20)

Es por esta razón, que resulta necesario definir, cuál de las ecuaciones de estimación de la FCM, que han sido publicadas en la literatura se acerca más en su estimación al valor de esta variable, para determinar de forma directa la FCM contra los resultados obtenidos mediante la realización del test de remoergometría a 2000 metros, así como determinar la bondad de ajuste de diferentes ecuaciones indirectas

para estimar la FCM (error estándar de la medición), en los remeros que están sometidos a esta prueba de esfuerzo máximo.

Tabla 12. Resultados de las fórmulas para la determinación de la frecuencia cardíaca máxima (teórica y directa) y el porcentaje de trabajo.

<b>Criterios</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>% de trabajo</b>
Frecuencia cardíaca máxima directa	199,78	8,17	100
Fox y Haskell	208,32	3,37	95,79
Douglas Seal	198,27	1,05	100,64
Fabiana Gandola	176,07	1,23	113,34
Åstrand	204,93	1,26	97,38
Foxy y col	202,69	1,37	98,45
Åstrand, en Froelicher	198,19	1,39	100,69
<i>Brick, en Froelicher</i>	212,11	1,50	94,08
Bruce	200,80	0,99	99,38
Cooper en Froelicher	205,26	1,27	97,22
Ellestad en Froelicher	189,27	0,84	105,43
<i>Fernhall</i>	196,11	0,96	101,76
<i>Froelicher</i>	198,11	0,96	100,73
<i>Graettinger</i>	190,25	0,95	104,89
<i>Hossack</i>	206,82	7,12	96,48
<i>Inbar</i>	196,28	1,03	101,66
<i>Jones para cicloergom</i>	192,00	1,08	103,93
Jones2	200,97	0,98	99,29
Jones3	192,25	0,95	103,80
<i>Lester</i>	199,30	0,62	100,12
<i>Londeree</i>	196,42	1,07	101,59
<i>Miller</i>	193,33	0,72	103,22
<i>Morris, in Froelicher</i>	190,00	1,08	105,03
<i>Ricard1</i>	200,84	0,88	99,36
<i>Ricard2</i>	190,45	1,03	104,78
<i>Robinson 1938</i>	201,23	1,16	99,16
<i>Rodeheffer</i>	199,83	1,53	99,86

<i>Schiller1</i>	203,28	1,13	98,17
<i>Schiller2</i>	198,39	0,93	100,59
<i>Sheffield</i>	203,77	1,32	97,93
<i>Tanaka sedentario</i>	199,88	1,20	99,83
<i>Tanaka 1</i>	197,27	1,05	101,15
<i>Tanaka 2</i>	196,27	1,05	101,67
<i>Tanaka 3</i>	198,27	1,05	100,64
<i>Whaley (M)</i>	199,27	1,05	100,14
<i>Whaley (F)</i>	202,88	1,20	98,36
<i>Londeree</i>	203,78	0,82	97,92
<i>Londeree (I)</i>	202,33	0,72	98,63
<i>Londeree (CS)</i>	197,02	0,94	101,28
<i>Londeree (CI)</i>	202,64	0,99	98,48
<i>National Collegiate Athletes</i>	195,39	0,80	102,13
<i>Considerando sexo y edad</i>	198,13	1,23	100,72
<i>Considerando sexo, edad y peso corporal</i>	204,93	2,05	97,38
<i>Gellish (2007)</i>	197,28	1,07	98,75

En la tabla 12 se pueden observar los resultados de la frecuencia cardíaca máxima directa (por el método de la pulsometría) y el de las fórmulas para determinar la frecuencia cardíaca máxima teórica según el criterio de 42 fuentes. Las fórmulas de mayor exactitud en el registro de la frecuencia cardíaca máxima del remero son las de: Lester, Rodeheffer, Tanaka y Whaley. Las fórmulas que brindan mayor dispersión son las de Fox y Haskell, Brick, Ellestad en Froelicher, Graettinger, Morris en Froelicher, Ricard2 y Fabiana Gandola, siendo esta última de las más recomendadas, pero que en este estudio, sus valores máximos promedios se establecieron muy por debajo de las exigencias de los remeros. Por otra parte se encuentra la fórmula de Fox y Haskell, que fijó sus datos muy por encima de los valores registrados por los remeros.

Tabla 13. Determinación del error estándar de la medición.

<b>Error estándar de la medición</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Error estándar de la medición</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desviación estándar</b>
Fox y Haskell	-8,76	8,89	<i>Morris, in Froelicher</i>	9,56	8,22
Douglas Seal	1,28	8,21	<i>Ricard1</i>	-1,29	8,20
Fabiana Gandola	23,49	8,23	<i>Ricard2</i>	9,10	8,21
Åstrand	-5,38	8,24	<i>Robinson 1938</i>	-1,68	8,22
Foxy y col	-3,14	8,25	<i>Rodeheffer</i>	-0,27	8,27
Astrand, en Froelicher	1,36	8,25	<i>Schiller1</i>	-3,73	8,22
<i>Brick, en Froelicher</i>	-12,55	8,27	<i>Schiller2</i>	1,17	8,20
Bruce	-1,25	8,21	<i>Sheffield</i>	-4,22	8,24
Cooper en Froelicher	-5,71	8,24	<i>Tanaka sedentario</i>	-0,33	8,23
Ellestad en Froelicher	10,28	8,19	Tanaka 1	2,28	8,21
<i>Fernhall</i>	3,45	8,20	Tanaka 2	3,28	8,21
<i>Froelicher</i>	1,45	8,20	Tanaka 3	1,28	8,21
<i>Graettinger</i>	9,31	8,20	<i>Whaley (M)</i>	0,28	8,21
<i>Hossack</i>	-7,27	10,64	<i>Whaley (F)</i>	-3,33	8,23
<i>Inbar</i>	3,27	8,21	<i>Londeree</i>	-4,23	8,19
<i>Jones para cicloergom</i>	7,56	8,22	<i>Londeree (I)</i>	-2,77	8,19
Jones2	-1,42	8,21	<i>Londeree (CS)</i>	2,53	8,20
Jones3	7,31	8,20	<i>Londeree (CI)</i>	-3,09	8,21
<i>Lester</i>	0,25	8,18	National Collegiate Athletes	4,16	8,19
<i>Londeree</i>	3,13	8,21	Considerando sexo y edad	1,42	8,22
<i>Miller</i>	6,22	8,19	Considerando sexo, edad y peso corporal	-5,37	8,36
<i>Gellish</i>	2,51	8,20			

González Revuelta ME, Sánchez Martínez AF y Unzaga Pestano E. (28, 11) plantean que: *“cuando se necesite estimar la FCM en hombres y mujeres deportistas por debajo de los 28 años de edad no debe utilizarse la fórmula de 220-edad sino preferiblemente deben utilizarse otras ecuaciones con un error estándar de estimación más pequeño tales como las ecuaciones de Tanaka y Londeree, además se resalta la necesidad de continuar el estudio de la incidencia del riesgo en la estimación y su aplicación en el cálculo de coeficientes así como la importancia de otras variables para explicar la variabilidad de la FCM”*.

Sin embargo en el estudio realizado por la autora las fórmulas con menor error estándar de la medición fueron las de Lester, Whaley (M), Tanaka (sedentario) y Rodeheffer. En correspondencia con el estudio realizado por González Revuelta ME, Sánchez Martínez AF y Unzaga Pestano E. (28), la fórmula de 220-edad exhibió una sobreestimación de los valores de frecuencia cardíaca, pero las fórmulas con mayor diferencia fueron: Fabiana Gandola, Brick (en Froelicher), Ellestad (en Froelicher), Fox y Haskell, Jones para cicloergómetro, Morris (en Froelicher) y Ricard2.

En la figura 4 se puede observar el porcentaje de error de estimación según las fórmulas para determinar la frecuencia cardíaca máxima teórica. En esta figura se corroboran los resultados explicados con anterioridad.

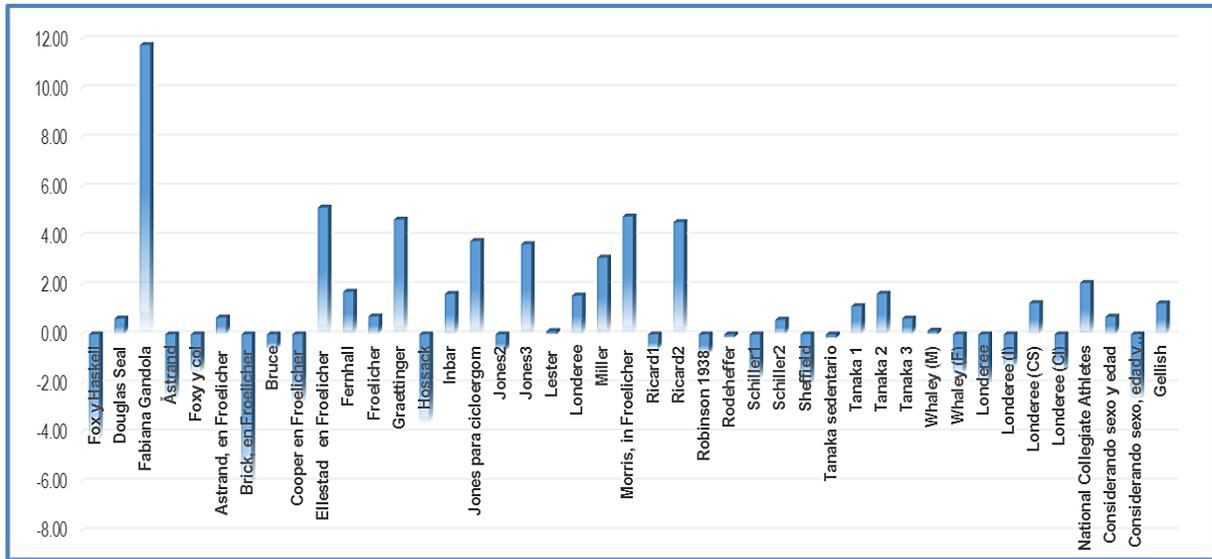


Figura 4. Determinación del por ciento de error de estimación según las fórmulas para determinar la frecuencia cardíaca máxima teórica.

## **CONCLUSIONES:**

La autora arribó a las siguientes conclusiones:

1. Se logró valorar el rendimiento funcional de los remeros de la Academia de Varadero estableciendo una forma que permite consultar una mayor cantidad de indicadores fisiológicos con menor rango de dispersión, lo cual le da solución al problema de investigación y objetivo general de la investigación.
2. La consulta de los textos actualizados permitieron profundizar en los fundamentos teóricos que abordan la evaluación del rendimiento funcional del remero, que sirvieron de base teórica para la adecuación del test utilizado y las fórmulas aplicadas.
3. Se logró determinar que los valores del máximo consumo de oxígeno absoluto, relativo, pulso de oxígeno y volumen de eyección sistólica que presentan los remeros de la academia de Varadero, indican que se encuentran muy bien para la edad, pero con respecto al deporte de remo, todavía siguen presentando valores insuficientes, demostrando en la mayoría de los casos un nivel competitivo no élite y un nivel de entrenamiento medio y alto.
4. La valoración de la bioimpedancia eléctrica antes y después del test de 2000 metros en remoergómetro, permitió determinar la variación del porcentaje de grasa y peso graso, lo que evidencia por el tiempo de trabajo que los remeros están sufriendo una pérdida de líquidos corporales importante, con efecto marcado en la categoría 13-14 años.
5. Se logró determinar que la zona de intensidad de trabajo desarrollada por los remeros fue máxima y según la zona de esfuerzo del remo es anaeróbico.
6. Las fórmulas de mayor exactitud en el registro de la frecuencia cardíaca máxima del remero son las de: Lester, Rodeheffer, Tanaka y Whaley.
7. Las fórmulas con menor error estándar de la medición y porcentaje de error de medición de la frecuencia cardíaca máxima son las de: Lester, Rodeheffer y Whaley.

## **RECOMENDACIONES:**

La autora recomienda que:

1. Se aplique por parte de los especialistas del Centro Provincial de Medicina del Deporte de Matanzas y de los entrenadores de la Academia Provincial de Remo de Varadero, el protocolo para la evaluación de rendimiento funcional del remero, de manera que puedan conocer cómo funciona el organismo del deportista, desde una valoración bioquímica y fisiológica para que se pueda realizar un entrenamiento específico para cada remero y trazar las estrategias para conformar los equipos.
2. Realizar esta investigación en diferentes momentos de de la preparación de los remeros.
3. Extender el estudio a otros deportes acuáticos como el kayak y la canoa de la EIDE para conocer dónde están sus mayores debilidades desde el punto de vista biológico y que se realice un posterior análisis.

**BIBLIOGRAFÍA:**

1. Alburjas Rojas, I. (2012). Comportamiento del lactato y frecuencia cardiaca durante un test escalonado al equipo nacional de Canotaje Venezolano. Título de Maestría en Control Médico del Entrenamiento Deportivo, República Bolivariana de Venezuela.
2. Alfonso Hernández, G. (2009). Estimación del gasto energético en remeros cubanos de alto nivel por el método factorial. Tesis para optar por el grado académico de máster en control médico del entrenamiento deportivo, La Habana.
3. Álvarez de Zayas, C. M. (1998). La Pedagogía como Ciencia o epistemología de la Pedagogía. La Habana: Editorial Félix Varela.
4. Arrizabalaga R, Aramendi JF, Samaniego JC, Gallego E y Emparanza JI. (2007) ¿Cuál es el “Drag Factor” del Concept 2 que mejor simula el remo en trainera? Revista Archivos de Medicina del Deporte. Editorial Osasunkiro, Salud y Deporte Hondarribia, vol. XXIV, Número 120, p. 245-252.
5. Astrand R. (1992). Fisiología del Trabajo Físico. Madrid, Editorial Médica Panamericana.
6. Astrand R y Shephard RJ. (2000). La resistencia en el deporte. 2 ed. Barcelona, Editorial Paidotribo.
7. Bernard O, Ouattara S, Maddio F, Jimenez C, Charpenet A, Melin B, et al. (2000). Determination of the velocity associated with VO<sub>2</sub>max. Med Sci Sports Exerc. Feb; 32(2):464-70.
8. Berthon P, Fellmann N. (2008). General review of maximal aerobic velocity measurement at laboratory: Proposition of a new simplified protocol for maximal aerobic velocity assessment. Journal of sports medicine and physicalfitness, 42(3): 257-266.
9. Billat VL, Blondel N, Berthoin S. (1999). Determination of the velocity associated with the longest time to exhaustion at maximal oxygen uptake. J ApplPhysiolOccup Physiol. Jul; 80(2):159- 61.

10. Billat V.L, Hill D.W, Pinoteau J, Petit B. and Koralsztein J –P. (1996). Effect of Protocol on Determination of velocity at VO<sub>2</sub> Max and on Its Time to exhaustion. Archives of Physiology and Biochemistry, 104(3): 313-321.
11. Billat V, Renoux JC, Pinoteauc J, Petit B yKoralsztein J.P. (1995). Times Exhaustion at 90,100 and 105% of Velocity at VO<sub>2</sub> Max (Maximal Aerobic Speed) and Critical Speed in Élite Long Distance Runners. Archives of Physiology and Biochemistry 1995, Vol.103,NO2, pp.129-135.
12. Bukač J. (1975) Critical Values of the Sign Test. Algorithm AS 85. Applied Statistics. V 24. N 2.
13. Cortegaza Fernández, L. (2007). Bases teóricas-metodológicas del entrenamiento deportivo. Facultad de Ciencias de la CulturaFísica de Matanzas, Cuba.
14. Cueto Sanz, A. (2009). Rendimiento físico y funcional del equipo cubano de judo femenino para los Juegos Olímpicos de Beijing 2008. Tesis para optar por el Título Académico de Máster en Control Médico del Entrenamiento Deportivo. Ciudad de la Habana.
15. Demarie S, Koralsztein JP, Billat. (2000). Time limit and time at VO<sub>2</sub>max' during a continuous and an intermittent run. J Sports Med Phys Fitness. Jun; 40(2):96-102.
16. Elena González, M. (2014). Evaluación del rendimiento aerobio y anaerobio en deportistas de alto nivel. Presentación en powerpoint. Instituto de Medicina del Deporte, La Habana.
17. Espinosa Martín, A.R. (2006). Estudio de la potencia aerobia y anaerobia láctica en futbolistas juveniles mediante el test de campo. Tesis de Maestríaen Control Médico del Entrenamiento Deportivo, La Habana.
18. Fox, Edward L. (1989). "Fisiología del Deporte". 5ta. reimpresión; Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana S.A.
19. Fox III, Naughton JP, Haskell WL. (1971). Physical activity and the prevention of coronary heart disease. Ann Clin Res; 3:404-432.

20. Fox SM, Haskell WL. (1970). The exercise stress test: needs for standardization. In: Eliakim M, Neufeld HN, editors. Cardiology: Current Topics and Progress. New York: Academic Press:149 –54.
21. Froelicher, VF, Myers JN. (2000). Exercise and the heart. 4th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
22. Gallardo Sarmiento, A. (2015). Estrategia terapéutica para el tratamiento rápido y eficaz de la cefalea que padecen los deportistas por la práctica deportiva de rendimiento. Tesis de doctorado. Universidad de Ciencias de la Cultura Física.
23. \_\_\_\_\_. (2018). Valoración del rendimiento funcional de los remeros de la Academia de Varadero. III Taller Nacional de Innovadores del Deporte Cubano.
24. Gandola F y Reeb P. (2005). La ecuación 220- edad predice una frecuencia cardiaca máxima teórica desacertada. 4to. Congreso Virtual de Cardiología.
25. Gellish RL. Longitudinal Modeling of the Relationship between Age and Maximal Heart Rate. Med Sci Sports Exerc. 2007:39.
26. Glend HJ. (1992) “Reduction in LBNP tolerance following prolonged exercise training”. Med. Sci. Sports Exerc. Vol. 24(1):1235.
27. González Gallego J y Villa Vicente JG. (2001). Nutrición y ayudas ergogénicas en el deporte. Editorial Síntesis, Sección Biología y Biomecánica. ISBN: 84-7738-609-9.
28. González Revuelta ME, Sánchez Martínez AF y Unzaga Pestano E. (2013). Frecuencia cardiaca máxima (II). Precisión de su estimación utilizando ecuaciones predictivas en deportistas de alto rendimiento. Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fís; Vol. 8, Núm. 3. ISSN: 1728-922X.
29. González Revuelta ME, Unzaga Pestano E y Sánchez Martínez AF. (2013). Frecuencia cardiaca máxima (I). Su determinación y estimación en población sana no deportista. Instituto de Medicina Deportiva, La Habana.
30. Guyton A y Hall JE. (2001). Tratado de fisiología médica. 10ma edición. Mississippi and Missouri, Editorial Mc Graw Hill.
31. Hernández Sampier, R. (2003). Metodología de la investigación 1. La Habana: Editorial Félix Varela.

32. Llera Crespo A, Utria Barrera G, María Martínez R. (2012). Test de remoergometría en atletas cubanos. Análisis de una temporada. EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, Año 17, N° 174, Noviembre de 2012. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/>. Consultado el 12 de mayo del 2017.
33. Lusk G. (1928). The elements of the science of nutrition. Philadelphia: WB Saunders.
34. María Carneiro, L. (2009). Valoración morfo-funcional de futbolistas de la selección sub-20 del estado Monagas Macro ciclo 2009-2010. Título de Maestría en Control Médico del Entrenamiento Deportivo, República Bolivariana de Venezuela.
35. Muniesa C, Santiago C, Gómez-Gallego F, Lucía A, Díez C y Lapeña AC. (2011). Genética y Deporte. En: Parte 1. Determinantes genéticos del rendimiento en deportes de resistencia: remo, ciclismo en carretera y carrera a pie. Consejo Superior de Deportes.
36. Rives Santi, JO. (2010). Tiempo límite de mantenimiento de la potencia aerobia máxima en remeros del equipo nacional. Tesis de Maestría en Control Médico del Entrenamiento Deportivo. La Habana.
37. Robergs, RA y Landwehr, R. (2002). La sorprendente historia de la ecuación " $FC_{\text{máx}} = 220 - \text{Edad}$ ". Journal of Exercise Physiology online; 5(2):1-10. Disponible en: [http://www.ergowin.com.ar/Documentos/prediccion\\_fcmáx.doc](http://www.ergowin.com.ar/Documentos/prediccion_fcmáx.doc). Consultado el 02 de febrero de 2017.
38. Roig, Noemí. (2010). Control Médico. Editorial Deportes, Ciudad de la Habana.
39. Romero Esquivel, R. (2014). El Entrenamiento deportivo por zonas de esfuerzos y sistema energéticos. Conferencia en formato digital. Maestría de Control Médico. Instituto de Medicina del Deporte. La Habana, Cuba.
40. Sanderson, B. y Martindale, W. (1986). Towards optimizing rowing technique. Med. Sci. Sports Exerc. 18: 454-468.
41. Skinner, JS. (2001). Do genes determine champions? Sports Science Exchange; 14(4):1-4

42. Subiela, JV. (2011). "Normas y procedimientos de la Evaluación Fisiológica Integral del atleta de Alto Rendimiento". Libro para los CENACADES. República Bolivariana de Venezuela.
43. Swain D, Reuben P, Wright L. (1997). "Prediction of VO<sub>2</sub>max from submaximal cycle ergometry using 50 versus 80 Rpm". Med. Sci. Sports Exerc. Vol.29 (2): 268-272.
44. Valdés Cubilla, SL. (2009). Variables fisiológicas en test máximo de remoergometría en remeros cubanos. Análisis de un cuatrienio. Tesis de Maestría en Control Médico del Entrenamiento Deportivo. La Habana.
45. VI Congreso del Partido Comunista de Cuba. (2017). Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021.
46. Zavorsky, GS. (2000). Evidence and possible mechanisms of altered maximum heart rate with endurance training and tapering. SportsMed; 29(1):13-26.

**ANEXOS:**

**Anexo 1. Valores de referencia del máximo consumo de oxígeno relativo según la edad y sexo.**

***Hombres***

<b><i>Edad</i></b>	<b><i>Bajo</i></b>	<b><i>Regular</i></b>	<b><i>Promedio</i></b>	<b><i>Bueno</i></b>	<b><i>Excelente</i></b>
20-29	≤38	39-43	44-51	52-56	≥57
30-39	≤34	35-39	40-47	48-51	≥52
40-49	≤30	31-35	36-43	44-47	≥48
50-59	≤25	26-31	32-39	40-43	≥44
60-69	≤21	22-26	27-35	36-39	≥40

***Mujeres***

<b><i>Edad</i></b>	<b><i>Bajo</i></b>	<b><i>Regular</i></b>	<b><i>Promedio</i></b>	<b><i>Bueno</i></b>	<b><i>Excelente</i></b>
20-29	≤28	29-34	35-43	44-48	≥49
30-39	≤27	28-33	34-41	42-47	≥48
40-49	≤25	26-31	32-40	41-45	≥46
50-59	≤21	22-28	29-36	37-41	≥42

**Según Astrand y Rodahl.**

Anexo 2. Valores de referencia para el Consumo de Oxígeno Máximo (VO<sub>2</sub>máx) expresado en ml<sup>-1</sup>.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> en atletas de deportes de equipos (remo-canotaje).

*Deportes de equipo*

<i>Deportes de equipo</i>	<i>Hombres</i>	<i>Mujeres</i>
Baloncesto	55-65	50-55
Balonmano	55-65	50-55
Béisbol-Softbol	50-60	42-53
Futbol de campo	55-68	50-60
Futsal	52-65	48-54
Hockey sobre ruedas	50-65	48-52
Hockey sobre hielo	50-65	48-52
Hockey sobre césped	52-68	50-60
Nado sincronizado	-	45-55
Polo acuático	55-65	50-60
Piragüismo	60-68	50-55
<b>Remo-Canotaje</b>	<b>60-72</b>	<b>55-65</b>
Vela	50-55	45-50
Voleibol	55-65	48-52

**Anexo 3. Protocolo de evaluación a partir del rango del valor de referencia para el Consumo de Oxígeno Máximo (VO<sub>2</sub>máx) expresado en ml-1.kg-1.min-1 en atletas de remo.**

Considerando que en una evaluación que pueden obtener tres categorías de resultados a saber:

1. Por debajo del valor mínimo del rango.
2. En el rango.
3. Por encima del valor máximo del rango.

Subiela JV (42) propone las siguientes escalas de evaluación:

<b><i>Resultados</i></b>	<b><i>Evaluación o Calificación</i></b>
Por debajo del rango	Insuficiente
Tercio inferior del rango	Adecuado
Tercio medio del rango	Promedio
Tercio superior del rango	Bueno
Por encima del valor máximo del rango	Excelente

**Anexo 4. Valores de Potencia aeróbica en W y en  $\text{ml}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  de acuerdo al sexo y la capacidad individual.**

<b>Hombres</b>			<b>Mujeres</b>		
W/kg	$\text{ml}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$	<b>Calificación</b>	W/kg	$\text{ml}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$	<b>Calificación</b>
$\leq 2$	$\leq 24$	Pobre	$\leq 1.7$	$\leq 20$	Pobre
2.5-4	30-48	Rango normal según edad	2.2-3.5	26-42	Rango normal según edad
$>4-5$	49-60	Bueno-Muy bueno  Nivel Competitivo No élite	3.7-4.5	44-54	Bueno-Muy bueno  Nivel Competitivo No élite
5.5-7	61-84	Excelente- Nivel competitivo Élite	5.0-6.2	60-74	Excelente- Nivel competitivo Élite

**Anexo 5. Zonas de esfuerzo en remo.**

<b>Zonas de esfuerzo en remo</b>				
<b>Categorías</b>	<b>%</b>	<b>Frecuencia cardíaca</b>	<b>Boga</b>	<b>Lactato (mmol/l)</b>
Utilización II	60-75	130-150	18-20	1-2,0
Utilización I	75-85	150-170	20-26	2-2,5
Umbral	85-90	170-180	24-29	3-4,0
Potencia Aeróbica	80-85	175-185	32-34	4-6,0
Transporte	90-95	180-190	26-32	8-10,0
Anaeróbica	95	190 o +	$>34$	12-14,0

**Anexo 6. Clasificación de la actividad física en términos de la intensidad del ejercicio (hombres).**

Nivel	Gasto energético			
	Kcal/min	l/min	ml/kg/min	Mets
Ligero	2,0-4,9	0,40-0,99	6,1-15,2	1,6-3,9
Moderado	5,0-7,4	1,00-1,49	15,3-22,9	4,0-5,9
Fuerte	7,5-9,9	1,50-1,99	23,0-30,6	6,0-7,9
Muy Fuerte	10,0-12,4	2,00-2,49	30,7-38,3	8,0-9,9
Excesivamente Fuerte	12,5-+	250-+	38,4-+	10,0-+

**Anexo 7. Clasificación de la actividad física en términos de la intensidad del ejercicio (mujeres).**

Nivel	Gasto Energético			
	Kcal/min	l/min	ml/kg/min	Mets
Ligero	1,5 - 3,4	0,30 - 0,69	5,4 - 12,5	1,2 - 2,7
Moderado	3,5 - 5,4	0,70 - 1,09	12,6 - 19,8	2,8 - 4,3
Fuerte	5,5 - 7,4	1,10 - 1,49	19,9 - 27,1	4,4 - 5,9
Muy Fuerte	7,5 - 9,4	1,50 - 1,89	27,2 - 34,4	6,0 - 7,5
Excesivamente Fuerte	9,5 - +	1,90 - +	34,5 - +	7,6 - +

**Anexo 8. Resultados del nivel de la actividad física en términos de la intensidad del ejercicio (mujeres).**

Nivel	Categorías			
	11-12 años	13-14 años	15-16 años	Juvenil
Ligero	0	0	0	0
Moderado	0	0	0	0
Fuerte	0	0	0	0
Muy Fuerte	0	0	0	0
Excesivamente Fuerte	3	6	1	2

**Anexo 9. Resultados del nivel de la actividad física en términos de la intensidad del ejercicio (hombres).**

Nivel	Categorías			
	11-12 años	13-14 años	15-16 años	Juvenil
Ligero	0	0	0	0
Moderado	0	0	0	0
Fuerte	0	0	0	0
Muy Fuerte	0	0	0	0
Excesivamente Fuerte	4	15	5	2