

*Ministerio de Salud Pública
Instituto Superior de Ciencias Médicas
Facultad "Enrique Cabrera"*

Instituto de Medicina del Deporte

***“Metodología para evaluar en el Laboratorio el
rendimiento funcional aerobio - anaerobio de
deportistas de combate”***

Dra. María Elena González Revuelta

*Tesis presentada en opción al grado científico de
Doctora en Ciencias Médicas.*

**CIUDAD DE LA HABANA
2006**

AGRADECIMIENTOS

Mi mayor agradecimiento a los deportistas, médicos y entrenadores de las selecciones nacionales de boxeo, taekwondo masculino y lucha grecorromana de Cuba, así como a los judokas y entrenador cubano del equipo nacional de Guatemala, quienes consintieron en formar parte del estudio, y me colaboraron durante las pruebas.

A mi esposo, por haberme criticado tanto el proyecto, desde que comencé a dar los primeros pasos en él, pero que me alentó a mejorarlo y continuarlo, así como a la Dra. Maria del Carmen Pria, quien me orientó en las cuestiones necesarias para poder realizar un adecuado procesamiento estadístico de los resultados.

A mis compañeras Evelina y Graciela, quienes me ayudaron en mi Tesis de Maestría, lo que considero un antecedente importante de este trabajo; a la Profesora Mercedes González, y a la Dra. Caridad Luna, quienes me estimularon a continuar hasta el final.

No puedo dejar de agradecerle a las Dra. Sofía León y Magalys Fuentes por los importantes señalamientos metodológicos que me hicieron.

A las compañeras del Laboratorio Clínico del IMD, especialmente a Yanetsy por la colaboración brindada durante la ejecución del proyecto.

A mi hija y a mi hermana por la ayuda ofrecida en los asuntos familiares que requerían de mi atención.

En fin, a todos los que de una forma u otra me brindaron apoyo para que pudiera llegar hasta el final, sinceramente, muchas gracias.

DEDICATORIA



A la memoria del Profesor

Manuel Amador García

Por incentivarme a trabajar en el campo de la Fisiología del Ejercicio

Y

A Madelyn, Yoyi y Gabriel

Para que se propongan siempre la meta más alta, no importa la edad si existe la obligación moral y el deseo de lograrlo.

SINTESIS

Esta investigación se origina ante la necesidad de introducir métodos indirectos para realizar el diagnóstico funcional del rendimiento aerobio anaerobio de los deportistas de combate, como parte del control médico en el Deporte de Alto rendimiento, y como una alternativa necesaria de implementar ante la escasez de recursos tecnológicos de laboratorio. El objetivo general fue el de proponer una metodología para evaluar de forma indirecta en condiciones de laboratorio el rendimiento funcional aerobio anaerobio de deportistas de combate. Se aplicó la metodología diseñada, a deportistas de combate de Equipos Nacionales de Cuba y Guatemala, al inicio y final de la preparación física general, de diferentes macrociclos de entrenamiento, durante el período 2000-2005, demostrándose la confiabilidad, validez, y capacidad discriminativa de la metodología propuesta para la evaluación funcional de éstos deportistas, así como la mayor relevancia de un nuevo indicador diseñado (Índice de eficiencia aerobia), para evaluar la eficiencia cardiovascular de los deportistas que compiten por categorías de peso.

Se confeccionaron escalas para evaluar el rendimiento aerobio, recomendándose la utilización de la metodología propuesta, para evaluar a deportistas de combate, en el Instituto de Medicina del Deporte, en los Centros Provinciales de Medicina del Deporte, ó en otros contextos en los que así se requiera.

	Pag
<i>INTRODUCCION</i>	11
• <i>Antecedentes</i>	11
• <i>Planteamiento del problema</i>	14
• <i>Hipótesis</i>	15
• <i>Objetivos Generales</i>	15
• <i>Objetivos Específicos y Tareas</i>	15
• <i>Fundamentación Metodológica</i>	16
• <i>Métodos, técnicas e instrumentos y procedimientos utilizados</i>	18
• <i>Aportes principales de la Tesis</i>	20
<i>CAPITULO I. FUNDAMENTACIÓN TEORICA</i>	23
<i>I.1 Bases Metodológicas de la Valoración Funcional</i>	23
<i>I.2 Características generales de los deportes de combate</i>	31
<i>I.3 Fundamentación metodológica del diseño de los protocolos para pruebas de esfuerzo en deportes de combate</i>	34
<i>I.4 Diagnóstico funcional del rendimiento aerobio-anaerobio y su</i>	37

INDICE



CAPITULO III. ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS	55
<i>III.1 Diseño de protocolos de pruebas de esfuerzos en Veloergómetro para los deportes de Boxeo, Taekwondo, Lucha Greco-romana y Judo</i>	55
<i>III.2 Verificación de la correspondencia entre el esquema de cargas aplicado en escalones del “protocolo básico” y las posibilidades reales de ejecución de los sujetos</i>	62
<i>III.3 Modificaciones cardiovasculares y metabólicas durante el esfuerzo submáximo como consecuencia de las adaptaciones funcionales al entrenamiento en la etapa de preparación física general.</i>	67
<i>III.4 Comportamiento de variables e indicadores funcionales en el esfuerzo máximo y su relevancia para el diagnóstico del rendimiento funcional aerobio anaerobio en deportistas de combate</i>	79
<i>III.5 confección de Normas evaluativas para el VO₂/Kg y el Índice de Eficiencia Aerobia.</i>	97
CONCLUSIONES GENERALES	101
RECOMENDACIONES	103

CONTROL SEMÁNTICO



En esta sección se presentan los términos incluidos en la tesis que se han empleado de una manera específica o cuyo significado no es de amplio conocimiento, por otros especialistas. Incluye también las siglas utilizadas.

Macrociclo.- *Período preparatorio que antecede a una competencia fundamental. Generalmente se divide en varias etapas con objetivos metodológicos diferentes relacionados con la preparación de los deportistas.*

Preparación Física General.- *Etapas inicial del macrociclo dirigida metodológicamente al desarrollo de la capacidad y potencia aerobia de los deportistas. Constituye la base para el desarrollo de la resistencia general.*

IPFG.- *Inicio de la etapa de Preparación Física General*

FPFG.- *Final de la etapa de Preparación Física General.*

Capacidad y Potencia aerobia. *Son atributos de los sistemas energéticos de producción de energía. La **Capacidad aerobia** indica la duración que puede tener un ejercicio moderadamente intenso, depende de la disponibilidad de nutrientes de reserva para la producción de energía en condiciones predominantemente aerobias y determina la resistencia aerobia de los deportistas, es decir la capacidad para resistir ejercicios de media y larga duración. La **Potencia aerobia** es la cantidad de energía producida en la unidad de tiempo por el sistema oxidativo de producción de energía. Indica la intensidad con la que puede realizarse un ejercicio moderadamente prolongado en el tiempo.*

Rendimiento funcional aerobio anaerobio.- *Término muy utilizado en los laboratorios de pruebas de esfuerzo. Expresa la interrelación que se produce entre los metabolismos aerobio y anaerobios de producción de energía, para sustentar un*

ejercicio de moderado a intenso y que se realiza durante un tiempo moderadamente prolongado (superior a tres minutos y hasta varias horas). Depende en gran medida del nivel de aptitud física y por tanto de las adaptaciones morfofuncionales logradas por el deportista durante el entrenamiento de la resistencia general de base. Se diagnostica mediante la determinación de variables e indicadores de desempeño físico, cardiorrespiratorios y metabólicos durante un esfuerzo que se incrementa en el tiempo.

UMAN. *Umbral del metabolismo anaerobio. Es el indicador de la resistencia aerobia de los sujetos. Conceptualmente se define como la intensidad de la carga a la que comienza a aparecer un aumento marcado de la acumulación de lactato en sangre con cambios asociados de la ventilación pulmonar. Indica el límite máximo del sistema aerobio de transferencia energética para continuar produciendo energía en condiciones predominantemente aerobia. Indica por tanto el inicio del predominio de la producción de ATP, a través de la glucólisis anaerobia.*

VO2. *Consumo de oxígeno. Se define como la cantidad de oxígeno que el organismo es capaz de absorber del aire, transportar y consumir por unidad de tiempo, dependiendo su valor del estado de los sistemas pulmonar, cardiovascular, sanguíneo y muscular. Se expresa de forma absoluta (ml /min.) ó en relación al peso corporal (ml /min. / Kg).*

MVO2: *Máximo Consumo de Oxígeno. Durante un test incremental el VO2 aumenta linealmente con la intensidad del trabajo. El incremento se produce hasta una intensidad de ejercicio a partir de la cual el valor del VO2 no continúa aumentando a pesar de poderse prolongar el ejercicio durante algún tiempo más. En las mediciones*

directas, en las que se realiza el registro gráfico de la variable, se asocia a la aparición de una meseta en el gráfico de VO₂. Cuando no existe esta posibilidad se asume como MVO₂, el que se corresponde con el momento de exhaustación del sujeto, y se le denomina VO₂ Pico.

MVO₂/Fc: Pulso de oxígeno. Indica la cantidad de oxígeno consumido por cada sístole del corazón. Es el indicador tradicionalmente utilizado para determinar la eficiencia cardiovascular de los sujetos. Se expresa en ml /latido.

Índice de Eficiencia aerobia: (Pulso de oxígeno/Kg.). Se calcula a partir del pulso de oxígeno absoluto y el peso corporal de los sujetos. Expresa la fracción del Pulso de oxígeno que hay por cada Kg. de peso corporal del sujeto. Permite comparar la eficiencia cardiovascular entre sujetos de diferentes pesos corporales. **Este indicador es un aporte de la presente investigación.** Se expresa en ml / lat /Kg.

Protocolo básico: Hemos denominado así en este trabajo a la parte submáxima de un protocolo de cargas crecientes y en la que la forma de implementación de las cargas intenta remedar algunas características del esfuerzo desplegado durante los “combates tipos”.

“Combate tipo”: Es el que se desarrolla durante una competencia según las normas establecidas para el deporte en cuestión.

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN



ANTECEDENTES

Los resultados tan destacados, obtenidos en los últimos años en el ámbito deportivo , dependen de la interacción de diversos factores tales como, genéticos, fisiológicos, psicológicos y biomecánicos entre los mas importantes ¹ pero en una gran medida son el reflejo de una constante elevación de las exigencias en la preparación de los deportistas, generándose con ello la necesidad de la integración de los conocimientos que aportan las diversas especialidades, y de esta forma conducir la preparación física, técnico táctica y psicológica sobre una base científicamente fundamentada, donde el control sistemático del desarrollo de las capacidades y cualidades motrices constituye la forma idónea para ejercer la influencia requerida, y así lograr que la preparación de los deportistas, se realice en correspondencia con los objetivos trazados. ^{2,3}

Resultan por lo tanto indispensables en este sentido las investigaciones que permitan, no solo la caracterización morfofuncional de los deportistas, sino también, elevar la calidad del diagnóstico funcional del rendimiento y con ello contribuir a incrementar las posibilidades de éxito.

Un lugar importante dentro del conjunto de acciones que resultan necesarias emprender para lograr cada vez mejores resultados deportivos lo ocupa la calidad con que se realice el control médico del entrenamiento deportivo.

Una planificación y realización adecuada de las pruebas de laboratorio y de terreno así como el análisis periódico de los resultados que en ellas se obtengan podrán brindar elementos de gran valor para efectuar un diagnóstico funcional óptimo del rendimiento de cada deportista, así como establecer las recomendaciones

pertinentes al plan de entrenamiento según las etapas del macrociclo en que se encuentren.

Por estas razones a finales del año 1999, y a solicitud de la Dirección de Alto Rendimiento del INDER, se constituyó y aprobó en el Instituto de Medicina del Deporte, un Proyecto Ramal que se denominó "Control Médico del Entrenamiento en condiciones de Laboratorio y Terreno". El mismo surgió ante la necesidad de perfeccionar la batería de recursos empleados para medir y evaluar el rendimiento funcional de los deportistas como parte del control médico del entrenamiento deportivo.

Parte del proyecto dirigió sus objetivos al perfeccionamiento de las pruebas funcionales de laboratorio, entre los cuales se encuentra el Laboratorio de Pruebas de Esfuerzo del Instituto de Medicina el Deporte, donde se evalúa el rendimiento funcional aerobio anaerobio de los deportistas.

El desarrollo que también han venido demostrando los deportistas de combate, tanto a nivel nacional como internacional, ha determinado en nuestro medio, la necesidad de continuar profundizando en las bases científico metodológicas del entrenamiento y con ello poder mantener ubicados a los deportistas cubanos en una posición elite a nivel internacional.

Sin embargo como ha sido planteado por la Dra. Almenares en su Tesis de Maestría de Control Médico del Entrenamiento Deportivo, las investigaciones realizadas en nuestro país acerca de los problemas fisiológicos y biomédicos de los deportes de combate, no se ha desarrollado a la par de los resultados obtenidos, por lo que se

puede asegurar que todavía no se cubren los requerimientos científicos fundamentales, como base de la orientación acertada del entrenamiento.⁴ Por estas razones el colectivo de investigadores que formaban parte del proyecto acordó unánimemente comenzar estudiando a este grupo de deportes.

Aunque el laboratorio no es el medio en que se desenvuelve el deportista y por lo tanto, no resultan motivantes las pruebas que en él se realizan, sin lugar a dudas constituyen un elemento de mucho valor, que no puede obviarse si se quiere realizar una adecuada conducción de la preparación deportiva, ya que en el laboratorio se pueden controlar determinadas condiciones ambientales que podrían modificar los resultados, además de que se pueden determinar diversas variables fisiológicas y metabólicas, que permiten evaluar de forma objetiva el rendimiento del deportista^{1,5} y que no pueden ser monitoreadas durante los combates, lo que da la posibilidad de poder aplicar posteriormente los resultados e incorporarlos como medidas y acciones en la orientación del entrenamiento. Por otro lado, no es menos cierto que dichas pruebas, resultan un complemento importante para la evaluación de terreno pues se logra una mejor caracterización morfofuncional de los deportistas y con ello, un mejor control médico del entrenamiento deportivo⁶

Por lo antes expuesto, es obvio que la evaluación llevada a cabo en el laboratorio si bien no puede considerarse como una herramienta mágica para pronosticar futuros campeones, si debe ser considerada como una ayuda para el entrenamiento¹ pues comparando los resultados obtenidos en determinadas variables e indicadores de forma evolutiva, se obtienen las bases para evaluar la efectividad de un programa de entrenamiento.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la literatura aparecen registrados diversos trabajos que evalúan el nivel de preparación de los deportistas de combate a través de pruebas de laboratorio.⁷⁻¹⁹ Sin embargo, la mayoría de los estudios realizados, tienen limitaciones (en lo que respecta a la simulación en estas condiciones), a la hora de establecer protocolos de trabajo que aún dentro del ambiente impuesto por las condiciones del laboratorio, sean capaces de desencadenar respuestas fisiológicas que se correspondan con las características específicas de la ejecución deportiva de las diferentes especialidades de combate pertenecientes a este grupo de deportes, y las que a su vez son determinadas por las características propias del combate en dependencia de las categorías de pesos corporales, por las diferentes duraciones de los “combates tipo”, por la cronología de las acciones dentro de éste, por el cambio de intensidad relativa que va sufriendo el combate a medida que avanza el tiempo, así como por el nivel de la preparación del deportista, según la etapa de entrenamiento en que se encuentre.

Realmente la complejidad de este tipo de estudio posiblemente sea la principal causa de la escasez de reportes relacionados con las pruebas funcionales de laboratorio en este grupo de deportes en los últimos años.

Unido a lo antes expuesto, no podemos dejar de plantear que la escasez de recursos tecnológicos que actualmente tenemos, debido a la situación económica que enfrenta nuestro país, ha determinado la necesidad de realizar las pruebas de esfuerzo, empleando un veloergómetro como único recurso tecnológico disponible en el laboratorio y de introducir métodos indirectos a partir de los cuales, se puedan

determinar aquellas variables e indicadores que resulten de mayor relevancia y pertinencia para determinar el rendimiento funcional aerobio anaerobio de los deportistas ,como una alternativa factible de poder realizar.

Teniendo en cuenta estas limitaciones que deben ser enfrentadas nos planteamos la siguiente interrogante:

¿Cómo evaluar el rendimiento funcional aerobio anaerobio de los deportistas de combate en condiciones de laboratorio?

HIPÒTESIS:

El nivel de rendimiento funcional aerobio anaerobio alcanzado durante el entrenamiento en deportistas de combate, podrá ser determinado con una adecuada precisión, si se utiliza una metodología indirecta, con un protocolo de trabajo que presente una estructura de esfuerzo similar al “combate tipo.”

OBJETIVOS:

Objetivo General:

Proponer una metodología para evaluar de forma indirecta en condiciones de laboratorio, el rendimiento funcional aerobio anaerobio de deportistas de combate.

Objetivos Específicos:

- 1. Diseñar protocolos de prueba de esfuerzo en veloergómetro para deportistas de combate, de las especialidades de Boxeo, Taekwondo, Lucha grecorromana y Judo con una estructura de esfuerzo en el “protocolo básico” similar a los “combates tipo” y con un nivel de carga impuesto factible de ser ejecutado por los deportistas.***

Tarea 1: *Diseño de protocolos de pruebas de esfuerzo en veloergómetro para los deportes de Boxeo, Taekwondo, Lucha Greco-romana y Judo.*

Tarea 2: *Verificación de la correspondencia entre el esquema de cargas aplicado en escalones del “protocolo básico” y las posibilidades reales de ejecución de los deportistas.*

2. Demostrar la utilidad de la metodología propuesta para determinar el rendimiento funcional aerobio anaerobio de los deportistas de combate.

Tarea 3: *Modificaciones cardiovasculares y metabólicas en el esfuerzo submáximo como consecuencia de las adaptaciones funcionales provocadas por el entrenamiento, durante la etapa de preparación física general.*

Tarea 4: *Comportamiento de variables e indicadores funcionales en el esfuerzo máximo y su relevancia para el diagnóstico del rendimiento funcional aerobio anaerobio en deportistas de combate.*

3. Establecer normas por rangos para evaluar según categorías de peso, el rendimiento aerobio y la eficiencia cardiovascular de los deportistas de combate durante la etapa de preparación física general del macrociclo.

Tarea 5: *Confección de Normas evaluativas para el VO₂/Kg y el Índice de Eficiencia Aerobia.*

FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA

Desde el punto de vista metodológico este trabajo se fundamenta en la necesidad de establecer una metodología confiable, que utilizando los recursos existentes permita la caracterización de la respuesta del organismo durante el esfuerzo, ya que el monitoreo sistemático de ésta, así como de las adaptaciones fisiológicas provocadas

por el entrenamiento, brindan la forma idónea de ejercer influencia sobre el deportista con una base científica, y así lograr que su preparación física se efectúe de acuerdo a los objetivos metodológicos trazados por el entrenador.

Para alcanzar este propósito resultó necesario diseñar protocolos de pruebas de esfuerzo en veloergómetro que “asemejaran” la actividad real que realizaba el deportista en el terreno, teniendo en cuenta para ello la estructura del combate, seleccionar aquellas variables e indicadores fisiológicos que en mayor medida reflejaran el nivel de preparación de los deportistas, tanto durante el esfuerzo submáximo como máximo, así como introducir un nuevo indicador (el que se ha denominado Índice de Eficiencia Aerobia) para determinar la eficiencia aerobia o cardiovascular de estos deportistas, y con ello lograr que el diagnóstico funcional resultase lo mas certero posible, aunque salvando las diferencias esenciales que existen entre el combate tipo y una prueba de laboratorio con un ergómetro, que por lo demás no es específico para estos deportes.

Finalmente, teniendo en cuenta el desarrollo morfuncional alcanzado por los deportistas de combate en nuestro país durante los últimos años, no resultaba pertinente ni fiable continuar evaluándolos, mediante normas que fueron diseñadas sobre la base de resultados obtenidos con el uso de una metodología que bajo las condiciones actuales resulta imposible desarrollar, y que además ya cuentan con bastante tiempo de establecidas. Por esta razón se hizo también necesario elaborar normas comparativas, acordes a la metodología propuesta para la evaluación cuanti y cualitativa del rendimiento aerobio de los deportistas.

Esta investigación se inscribe por lo tanto dentro de las investigaciones de innovación tecnológica debido a que aplica instrumentos específicamente diseñados para evaluar el rendimiento funcional de los deportistas de combate en condiciones de escasos recursos tecnológicos de laboratorio. Constituye una alternativa factible para ser desarrollada tanto en nuestro país, como en otros contextos en los que aun existiendo los recursos se requiera hacer un uso racional de éstos por lo costosos que ellos resultan.

MÉTODOS, TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS.

MÉTODOS:

Nivel teórico: *Revisiones bibliográficas y documentales.*

Nivel empírico: *Entrevistas a médicos especialistas en Medicina del Deporte, (para reunir elementos del control medico en deportes de combate), entrevistas con los deportistas (para explicarles el desarrollo de las pruebas de esfuerzo y solicitarles el consentimiento informado de forma escrita, para su participación); solicitud de criterio de expertos (para determinar validez de apariencia y de contenido de la metodología); así como solicitud de criterio de usuarios para valorar el impacto de la metodología en el Control médico del Entrenamiento. Igualmente se llevó a cabo la observación estricta de todo el desarrollo de las pruebas para tomar en cuenta cualquier elemento que se presentase y que pudiera influir en el criterio diagnóstico que se emitiría.*

TÉCNICAS:

Ergométrica, (para el desarrollo de las pruebas de esfuerzo); de pulsometría,

(para la determinación de la frecuencia del pulso); de laboratorio clínico (para la determinación de las concentraciones de lactato en sangre) y de computación para la creación de la base de datos.

INSTRUMENTOS:

Criterios de expertos y usuarios

Planilla de recolección de datos durante las pruebas ergométricas (incluye observaciones durante la prueba, resultados y recomendaciones al entrenador)

Planilla para solicitud del consentimiento informado a los deportistas.

PROCEDIMIENTOS GENERALES:

Consultas personales a expertos y análisis de los criterios emitidos por éstos

Elaboración de los protocolos de carga

Elaboración de los instrumentos para recolección de datos

Estandarización de los pasos para realización de la pruebas y control estricto de su cumplimiento durante las pruebas ergométricas

Reuniones de instrucción con el personal paramédico que colaboraría en la pruebas

Reuniones de coordinación con los médicos de los equipos deportivos

Reunión con los deportistas para explicarles las características de las pruebas, sus riesgos y beneficios y solicitar el consentimiento informado de su participación

Establecimiento de normas para la preparación de las deportistas para las pruebas así como del trabajo en el laboratorio para el control de variables ajenas

Aplicación de las pruebas a los deportistas según el cronograma establecido para ello

Confección de las normas evaluativas

Análisis con médicos y/o entrenadores de los resultados individuales obtenidos por cada uno de los deportistas así como la emisión de criterios evaluativos y recomendaciones a seguir en cada caso.

Procedimientos estadísticos matemáticos:

Cálculo de esfuerzos relativos según categorías de peso en escalones de carga

Análisis de las pendientes de carga por escalones de los protocolos, según las especialidades de combate

Cálculo del índice carga peso en el último escalón del test básico

Normalización del pulso de oxígeno en relación al peso corporal

Cálculo de las diferencias de frecuencia cardíaca y concentraciones de lactato en escalones de carga entre el inicio y final de la preparación física general

Técnicas estadísticas para comprobar la confiabilidad y la validez así como determinación de percentiles para confección de normas evaluativas.

APORTES PRINCIPALES DE LA TESIS

Desde el punto de vista investigativo: *Brinda solución parcial a un Proyecto Ramal de investigación en el IMD.*

Desde el punto de vista práctico asistencial: *Enriquece los métodos diagnósticos del rendimiento funcional a través de pruebas de laboratorio en los deportes de combate, contribuyendo a incrementar la calidad del control médico del entrenamiento deportivo.*

Desde el punto de vista del aporte científico: *Resulta novedosa e innovadora ya que no se reporta en la literatura especializada ningún trabajo con características similares, en cuanto al diseño de los protocolos, al número de deportes incluidos, y a*

la fiabilidad y precisión de los resultados obtenidos. Además se crea un nuevo indicador funcional para evaluar la eficiencia aerobia ó cardiovascular de los deportistas que compiten por categorías de peso y se confeccionaron nuevas normas a partir de los resultados obtenidos, para evaluar con un criterio actual el rendimiento aerobio y la eficiencia cardiovascular de los deportistas de combate, según categorías de peso.

Desde el punto de vista económico: *Constituye una alternativa factible de llevarse a cabo, cuando no existen ergómetros específicos para la especialidad deportiva, y cuando no se dispone de la tecnología necesaria para poder realizar una determinación directa del rendimiento aerobio, por ser sumamente costosa, por tanto la relación costo beneficio es muy baja.*

Desde el punto de vista pedagógico : *Constituye un aporte al perfeccionamiento de los contenidos en la Asignatura Fisiología del Ejercicio , incluida en el plan de estudio de la Especialidad de Medicina del Deporte y en la Maestría de Control Médico del Entrenamiento Deportivo.*

Desde el punto de vista social: *Contribuye con el proceso de preparación deportiva de los deportistas cubanos de combate.*

CAPÍTULO 9
FUNDAMENTACIÓN
TEÓRICA

CAPÍTULO I FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Bases Metodológicas de la Valoración Funcional

El rendimiento físico depende de la interacción de factores genéticos, 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 denominado entrenamiento.²⁰ El entrenamiento es en definitiva un proceso permanente de adaptación a las cargas de trabajo con el objetivo final de mejorar las capacidades funcionales que determinan el rendimiento.²¹

De forma general podemos definir la valoración funcional como la evaluación objetiva de las capacidades funcionales de un sujeto, para realizar una tarea deportiva ó motriz. Dicho proceso requiere el registro y la medición (cuantificación) de una ó más variables e indicadores fisiológicos, mediante la realización por parte del sujeto de una o varias tareas motrices determinadas, las que en su conjunto se denominan pruebas funcionales²² y constituyen un elemento importante y crucial en el sistema de valoración funcional.

La valoración funcional, en su concepción mas moderna, considera que solo se puede evaluar la adaptación funcional del organismo a la actividad física si el gesto atlético se reproduce de forma específica, (lo que debe tenerse en cuenta a nivel de las pruebas de Laboratorio) ó si el registro se obtiene directamente en el campo deportivo (pruebas de terreno). Ya sea hecha la valoración funcional a nivel del

laboratorio o en el terreno (aunque en la realidad las dos valoraciones deben complementarse), deben estar enmarcadas estrictamente en el sistema de entrenamiento, lo que garantiza su efectividad.

Una prueba de Laboratorio es una medición realizada en un ambiente controlado, que utiliza equipos y protocolos que simulan con mayor o menor validez, fiabilidad y especificidad los gestos propios de la actividad física. De forma general estas pruebas consisten en la realización protocolizada de tareas motrices que implican la expresión de una o varias capacidades funcionales determinadas y permiten el registro y la cuantificación de uno o varios parámetros considerados indicadores válidos de dichas capacidades. Las mismas constituyen una herramienta fundamental de la valoración funcional aplicada a la actividad física y al deporte.²⁰

Por tanto para una adecuada valoración funcional en condiciones de laboratorio, se debe disponer de un adecuado instrumento de evaluación y si se carece del mismo, éste debe ser diseñado de forma específica para el fenómeno que se desea medir. El diseño y construcción de un instrumento de medición es un complejo proceso que exige del investigador responsable, un riguroso diseño y conducción para obtener un test que responda a las exigencias de la situación que generó su creación.

Por otra parte todo sistema efectivo de valoración funcional debe exhibir un conjunto de características cualitativas básicas, para poder ser aplicado de forma consecuente en los sujetos en los que se requiere realizar una evaluación funcional óptima, tales como:^{1, 23}

Relevancia de las variables evaluadas *para la actividad física, el deporte y la modalidad practicada. Representa el grado de adecuación o pertinencia de la prueba*

y de los indicadores seleccionados en relación al objetivo trazado.¹

Fiabilidad: es el grado de repetitividad ó reproducibilidad de una medición, es decir, es el grado en que las mediciones repetidas arrojan resultados similares. Una misma prueba aplicada a un mismo grupo de sujetos debe dar en igualdad de condiciones resultados coincidentes.²⁴ Igualmente al hablar de confiabilidad de una prueba hay que tener en cuenta su consistencia, (estabilidad objetiva ó constancia de una medición), lo que no es más que la posibilidad de reproducir los resultados al repetirla en un tiempo determinado en igualdad de condiciones. También resulta importante la concordancia, la que caracteriza la independencia de los resultados de su aplicación, de las cualidades personales de los individuos que realizan y evalúan la prueba.²⁴

Validez: es el grado en que una prueba mide aquel factor ó capacidad funcional que pretende medir. No es más que el nivel de información que la prueba da sobre la capacidad ó cualidad, es decir, los resultados que aporta el instrumento de medición deben reflejar el comportamiento real de la situación que se pretende estudiar.

En ocasiones los resultados obtenidos se hallan distorsionados por deficiencias en la construcción del instrumento, ya sea porque éste no explora el fenómeno en todas sus dimensiones, ó porque las diferentes partes que lo constituyen no han sido diseñadas correctamente, y por tanto no contribuye a la discriminación de los resultados, entre otros factores. Luego, es una necesidad que el instrumento sea probado con respecto a la validez de sus resultados antes de proceder a su aplicación en gran escala.

*Al abordar la validez deben distinguirse los siguientes componentes:*²³

- ***Validez de apariencia.***

La validez de apariencia es la que, con frecuencia, primero se explora al evaluar el test. Consiste en determinar si las diferentes partes que componen el instrumento han sido correctamente diseñadas. Para su determinación debe someterse el test diseñado a la consideración de varios expertos, de cuyas recomendaciones dependerán las modificaciones a realizar sobre el instrumento.

- ***Validez de contenido.***

La validación de este componente consiste en evaluar si el conjunto de indicadores que conforman la forma preliminar del test recorren todo el dominio de características de la situación que se pretende estudiar. Igualmente la consulta a expertos resulta esencial

- ***Validez de criterio***

Esta modalidad de evaluación de la validez consiste en comparar los resultados obtenidos con la aplicación de la forma preliminar del test con los que proporcione un criterio de referencia diferente del instrumento construido.

- ***Validez de constructo.***

Se relaciona con el significado que puede atribuírsele a la interpretación de los resultados proporcionados por el test. Al evaluar la validez de constructo se determina si realmente el resultado puede interpretarse en el sentido que teóricamente se supone.

El estudio de este tipo de validez está sustentado en el análisis de datos que son obtenidos empíricamente mediante la aplicación del test a una muestra de sujetos.

Finalmente debemos señalar que la validez depende en gran medida de la fiabilidad.

Una prueba nunca será válida si no es fiable.

Precisión ó capacidad discriminativa: *Se refiere a la capacidad de discriminar entre dos valores próximos Suele depender de las características del instrumento de medición y debe establecerse como parte del protocolo de la prueba. Luego, para que exista precisión lo que se pretende es que los resultados obtenidos de la aplicación del test en sujetos ó poblaciones diferentes, sean también diferentes, y exista fundamentación lógica para esa conducta. Si el test no discrimina, no detecta estas diferencias y por lo tanto, no es útil.*

Exactitud: *Se refiere al grado ó magnitud del error de la medida en relación al valor real. La no existencia de errores sistemáticos ó aleatorios, dará un alto grado de exactitud. Los errores sistemáticos son corregibles en mayor medida mediante la calibración correcta de los instrumentos y mediante la repetición de las pruebas .Los errores aleatorios son difícilmente identificables y controlables en una prueba única.*

Especificidad máxima posible *de las pruebas y protocolos utilizados: se refiere a la capacidad de ajustarse lo mas posible, a las características específicas de una modalidad deportiva en cuestión, en cuanto a cinemática, dinámica de la especialidad, las variables temporales, las vías energéticas empleadas ,los aparatos ó materiales empleados en la competición etc.*

En la actualidad la Ergometría, rama clínica de la Fisiología que se ocupa de la medición de las adaptaciones funcionales durante el esfuerzo, cuenta con

ergómetros complejos que aseguran la especificidad de la valoración ²⁵ tales como remoergómetro y piscina ergométrica, entre otros.

Recientemente han sido reportados en la literatura el diseño y construcción de diversos sistemas ergométricos para el boxeo. ^{26, 27,28} Uno de ellos utiliza 9366 sensores de fuerza que identifican y miden la producción de fuerza para cada tipo de golpe debido a la sensibilidad dimensional que posee. Los resultados de su uso han indicado que este ergómetro es un instrumento válido capaz de discriminar entre boxeadores elites, intermedios y novatos mediante el rango de golpes. ²⁹

Sin embargo con frecuencia los sistemas de valoración más sencillos pero consistentes en pruebas poco sofisticadas pero repetidas y bien establecidas (objetivas, válidas y fiables) son las más eficaces.

Estandarización del protocolo y control rígido de la administración de las pruebas: se refiere al grado de definición y estabilización de los protocolos de una prueba. Una prueba bien estandarizada es aquella que al ser aplicada en diferentes circunstancias y situaciones no experimenta cambios en sus condiciones de aplicación. Una buena estandarización comporta una mayor fiabilidad de la prueba.

Utilidad, factibilidad y eficiencia. La **utilidad** se refiere a que los resultados que se obtengan aporten conocimientos importantes sobre la situación estudiada, permitan determinar conductas y planificar acciones que solucionen problemas. Si de su aplicación no se derivara un beneficio justificable no debemos recomendar su aplicación. La **factibilidad** se relaciona con la posibilidad de obtener la información requerida por el test. Puede que el test permita obtener resultados confiables y válidos pero la información que requiere sea poco factible de obtener. La **eficiencia**

compara los resultados obtenidos con los costos de la aplicación. Generalmente los costos y la validez de los resultados son proporcionales. Sin embargo se hace necesario reducir los costos al máximo sin que esto implique un deterioro inaceptable de los resultados que se obtendrán.

Otros aspectos a tener en cuenta y también de gran importancia son:

Seguridad: *la seguridad de una prueba se define a partir del nivel de riesgo potencial para la salud ó integridad del sujeto valorado en el momento de aplicar la prueba. La seguridad depende del estado de salud, y de otros factores a valorar tales como edad, condición física y nivel de entrenamiento.*

Simplicidad: *la simplicidad de una prueba depende de los condicionantes necesarios para su realización, tanto para el sujeto que realiza la prueba (sencillez de ejecución) como para el evaluador, (instalación, aparatos de registro, análisis e interpretación de datos). Suele haber una relación directa entre simplicidad y aplicabilidad de las pruebas e inversa entre simplicidad y validez aunque cuando estas características son similares, suelen escogerse las pruebas mas simples.*

Economía: *se refiere a la economía de recursos necesarios para la administración y valoración de las pruebas.*

Costo beneficio: *se refiere a la relación entre el costo de las pruebas y el beneficio potencial ó real que se deriva para el sujeto Aunque la economía suele ser el mayor determinante de dicha relación, en ocasiones el beneficio para el sujeto supera con creces su costo. Uno de estos casos son las pruebas de valoración funcional aplicadas al diagnóstico funcional de deportistas de Alto Rendimiento.*

Las pruebas de valoración funcional se realizan en base a diversos criterios:²⁰

Descriptivo: *Consiste en la descripción de los resultados de un grupo de sujetos de características mas ó menos homogéneas, mediante técnicas de estadística descriptiva a efectos de establecer un marco de referencia para cada uno de los sujetos dentro de dicho grupo.*

Evolutivo: *Consiste en la comparación de los resultados de un mismo sujeto ó de un mismo grupo a lo largo del tiempo. Permite establecer la evolución positiva, negativa ó estable de una ó varias capacidades funcionales ó condicionales. Resulta fundamental en el control del entrenamiento y del estado de forma de un deportista a lo largo de una ó varias temporadas.*

Comparativo: *Consiste en la comparación de los resultados de dos ó mas sujetos ó de dos ó mas grupos al objeto de determinar sus características diferenciales ó establecer sus posibles similitudes.*

Normativo: *Representa el criterio mas adecuado para la valoración de cualquier prueba. La elaboración de normas debería suponer uno de los objetivos prioritarios de los laboratorios y centros de investigación y de valoración funcional, ya que desafortunadamente una proporción importante de las evaluaciones realizadas en la actualidad, no cuentan con datos normativos de referencia adecuados.*

Finalmente no puede obviarse por lo importante que resulta para todo sistema de valoración funcional, la información que debe dárseles a los deportistas acerca de los procedimientos a los que serán sometidos, explicándoles los beneficios que les reportaría y los peligros a los que se exponen, de manera tal que den su libre

consentimiento para participar, lo que incrementa en una gran medida la motivación y la colaboración con el investigador.³⁰

1.2 Características generales de los deportes de combate

Los deportes de combate se caracterizan por la disputa individual entre contrarios, la que puede llevarse a cabo mediante el enfrentamiento cuerpo a cuerpo (boxeo, judo, lucha libre, lucha greco, taekwondo y karate), o por medio de un arma (esgrima),⁴ así como por presentar grandes variaciones de la intensidad del esfuerzo realizado.

Son deportes acíclicos, de esfuerzos aerobios anaerobios alternados, donde se intercalan períodos de relativo reposo, con trabajo submáximo y esfuerzo máximo y donde las fuentes energéticas a emplear estarán en dependencia de la intensidad del trabajo y la duración del combate.^{6, 31, 32}

En los combates se requiere rapidez en las acciones ofensivas y defensivas con un adecuado desarrollo de la fuerza, de ahí que la velocidad y la fuerza sean cualidades determinantes en los resultados. También resultan de gran importancia las cualidades de coordinación y flexibilidad.

*Por todo esto, las posibilidades de éxito en estos deportes depende no solo de que se reciba una preparación técnico-táctica idónea, sino también que ésta se sustente sobre un adecuado desarrollo de las capacidades físicas que son decisivas en el combate, tales como la **resistencia, fuerza, fuerza explosiva, resistencia a la fuerza**, y en menor medida **resistencia a la velocidad** las que son determinantes en la capacidad para resistir los altos volúmenes e intensidades de trabajo que requieren algunos combates, manteniendo de forma eficiente las acciones ofensivas, la adecuada reacción y movilidad.³³*

Esta diversidad de cualidades motoras básicas determina que la preparación del deportista de combate se centre en el desarrollo de las mismas, pues sobre ellas se sustentan una gran diversidad de potencialidades.²

Resulta obvio que los deportistas de combate están sometidos durante los combates a una gran presión de su sistema nervioso, elemento éste que es necesario tener en cuenta para su preparación deportiva, así como para evaluar los efectos del entrenamiento,^{34,35} por tanto, la integración de las capacidades motrices, la técnica deportiva y el funcionamiento del sistema vegetativo a un alto nivel de ejecución, son determinantes en la efectividad de las acciones.

En todos los deportes de combate, se requiere de una base aerobia adecuada, que beneficie la capacidad de resistencia de estos deportistas, dado esto fundamentalmente por la duración de los combates^{7,31,36,37} y además porque es la que garantiza un alto nivel de ejecución con elevados porcentajes de utilización de la Potencia Aerobia Máxima, lo que tiene una particular importancia debido a que los aspectos ofensivos y defensivos se han convertido en más dinámicos en los últimos años, a la vez que favorece la recuperación lo que también resulta esencial, debido a lo seguido que pueden ser los combates.^{6, 8,32} Su desarrollo garantiza también la base para la obtención y conservación de un alto nivel de ejecución de las demás capacidades. Se infiere por tanto que los deportes de Combate, requieren de una óptima función cardiovascular.

También se requiere una gran participación de las fuentes anaerobias aláctica y láctica suministradoras de energía, las que resultan esenciales para el desarrollo de la fuerza explosiva, así como para resistir un régimen de intenso trabajo.

Por todo lo antes expuesto el éxito de las competencias no solo depende de una adecuada preparación técnica, táctica y psicológica sino que se debe corresponder además con una adecuada preparación física general, especial y específica. ^{2, 34,38}

Otro aspecto importante a tener en cuenta esta relacionado con la diferente duración y distribución del tiempo en los combates de las distintas especialidades deportivas ya que es diferente en una y otra especialidad, por lo que toda esta gama de combinaciones de acciones, con diferentes duraciones así como con la existencia de pausas de variable duración entre las mismas, pueden condicionar diferencias marcadas en la magnitud de las respuestas fisiológicas durante el ejercicio. Así por ejemplo, el boxeo se desarrolla en cuatro asaltos de dos minutos de duración con un minuto de recuperación entre uno y otro; el Taekwondo, consiste en tres enfrentamientos de tres minutos cada uno con una recuperación de un minuto entre cada enfrentamiento; la lucha greco compite en base a dos enfrentamientos de tres minutos con una pausa de 30 segundos entre ellos y el judo masculino consta de cinco minutos de combate continuos, aunque en realidad durante todo ese tiempo los judokas pueden solicitar, y de hecho así lo hacen, tiempos de algunos segundos para ajustarse el kimono ó intentar recuperarse fundamentalmente.

En todos los deportes de combate de enfrentamiento cuerpo a cuerpo se compite como es conocido, por divisiones de peso las que imponen de forma general, características especiales en los combates así como requerimientos fisiológicos y metabólicos diferentes.

Como se ha comprobado en diversos trabajos realizados en deportes de combate, los pesos ligeros y medianos, desarrollan combates más explosivos y dinámicos que

los pesados , por lo que se les hace mas difícil mantener un trabajo mas prolongado que a estos últimos. ^{4, 6, 33, 39-41}

Por esta razón cuando se estudian las respuestas y adaptaciones al entrenamiento, en los deportistas de combate, mediante la realización de una prueba de esfuerzo, los aspectos cronológicos del combate y morfológicos de estos deportistas deben ser tenidos en cuenta.

1.3 Fundamentación metodológica del diseño de los protocolos para pruebas de esfuerzo en deportes de combate

Aunque en la práctica las pruebas fisiológicas realizadas a nivel del terreno presentan una importancia relevante, pues pueden resultar específicas para el deporte que practique el sujeto, lo que favorece la interpretación de los resultados, no resulta del todo acertado, intentar el diagnóstico del rendimiento, solamente teniendo en cuenta los resultados que éstas brinden. Resulta por tanto de extrema necesidad integrar para ello otros resultados biomédicos obtenidos en el laboratorio y solo así las probabilidades de lograr una valoración funcional más acertada, podría lograrse.

Aunque las pruebas de laboratorio carecen de la especificidad propia de las ejecuciones a nivel del terreno, la mayoría de las veces por la no disponibilidad de ergómetros específicos, lo que constituye un lastre para la metrología deportiva, existen probadas razones que justifican su realización en determinados momentos del macrociclo, por lo que resulta necesario perfeccionar los métodos evaluativos que tradicionalmente se utilizan a este nivel con vistas a lograr resultados de mayor confiabilidad.

Para ello se necesita que los protocolos utilizados sean capaces de desencadenar en los sujetos respuestas fisiológicas que puedan medirse de forma sencilla y confiable, pero que a la vez sean susceptibles de evidenciar los cambios que dichas variables pueden experimentar bajo los diferentes regímenes de entrenamiento.

El diseño de los protocolos de Prueba de Esfuerzo que se realizan con vistas a efectuar el diagnóstico funcional del rendimiento está sustentado por una serie de requisitos generales que establecen o norman la manera en que debe diseñarse un protocolo, en cuanto a forma de incremento de los escalones, duración de estos, patrones de incrementos de carga entre otros. ^{1, 22, 42}

En este último sentido se han generalizado algunos criterios tales como el de aplicar el método de aumentar la carga de trabajo de forma progresiva, a lo largo de cada minuto a ritmos equivalentes entre 25 y 50 watts en el cicloergómetro, así como también el criterio de aplicar de forma general una carga inicial capaz de producir entre el 25 y 40 % de la potencia aerobia máxima y progresar entre el 10 y 15 % de esta potencia en cada etapa. ⁴²⁻⁴⁶ Por otro lado, los esquemas de carga a punto de partida del conocimiento previo de la potencia aerobia máxima del deportista requieren para su aplicación, una prueba máxima de caracterización de los sujetos lo que determina la necesidad de someter al atleta mas de una vez a la prueba, algo que en ocasiones resulta bastante difícil sobre todo por las interrupciones que ocasiona al proceso de entrenamiento. ⁴⁷⁻⁵⁰

Sin embargo la mayoría de estos esquemas a nuestro juicio tienen el inconveniente de ser aplicados genéricamente, sin tener en cuenta importantes características tales como el peso corporal de los sujetos, los cambios de intensidad relativa que se van

produciendo en los combates, la duración de éstos, la cronología en la que generalmente se suscitan las acciones durante los “combates tipos “ todo lo que, sin lugar a dudas resulta de mucha importancia para lograr una mayor especificidad del protocolo.

De los trabajos revisados hasta el momento pudimos constatar que en solo uno de ellos, realizado por Martos y Jákó en 1998, ⁵¹ en el que utilizó como sujetos de estudio a los integrantes del equipo de boxeo de Hungría que participaron en los Juegos Olímpicos de Barcelona, se intentó desarrollar un test "específico" de laboratorio en una estera rodante, para la especialidad de boxeo, que presentaba una estructura de tres, cuatro y cinco escalones, con un minuto de pausa entre escalones, simulando un combate de igual número de asaltos, y con el objetivo de encontrar un parámetro fisiológico que correlacionara bien con la efectividad deportiva específica.

Ante tal diversidad de criterios, y tomando como antecedente el trabajo de Martos y Jako, decidimos asumir nuestros propios criterios para la confección de los protocolos para las pruebas de esfuerzo en el veloergómetro, los que serán expuestos en el capítulo correspondiente a análisis de los resultados y su discusión, debiéndose no obstante señalar que se tuvo en todo momento sumo cuidado de que se cumplieran las bases metodológicas generales establecidas para la valoración funcional en condiciones de laboratorio y que fueron plasmadas en el acápite I.1 del Capítulo 1, en cuanto a que los protocolos demostraran objetividad o estabilidad en las mediciones , y por tanto que fueran fiables, que permitieran discriminar sujetos con diferente nivel de adaptaciones provocas por el entrenamiento, es decir que

fueran precisos y que fueran válidos, permitiendo medir , aquello para lo que fueron diseñados, (es decir, el rendimiento funcional de los deportistas). No menos importante fue el cuidado que se tuvo para lograr la máxima especificidad posible de acuerdo a las características de los deportes para los que se diseñaron, tales como la dinámica de los combates, así como la secuencia temporal de las acciones.

1.4 Diagnóstico funcional del rendimiento aerobio-anaerobio y su importancia en el control médico del entrenamiento deportivo.

Muy diversos son los objetivos que persigue la valoración funcional del rendimiento deportivo²² resultando extremadamente difícil, aislar uno u otro de ellos para resaltar su importancia, por cuanto todos están estrechamente relacionados. Sin embargo, no es menos cierto que es precisamente como parte del Control Médico del Entrenamiento Deportivo, donde el diagnóstico funcional del rendimiento ocupa una posición crucial.

El diagnóstico funcional del rendimiento de los deportistas representa una tarea compleja ya que en el mismo influyen una gran cantidad de factores diferentes entre los que las adaptaciones fisiológicas provocadas por el entrenamiento solo son uno más.

El ejercicio físico puede considerarse como el conjunto de fenómenos mecánicos resultantes del funcionamiento del aparato locomotor, no obstante para que éste se realice adecuadamente y con eficiencia se requiere la participación de todos los sistemas orgánicos, de una forma integrada.^{52,53}

Resultan esenciales en este sentido el funcionamiento de los sistemas cardiovascular y respiratorio los que a su vez, al igual que el resto de los sistemas orgánicos funcionan bajo una estricta regulación llevada a cabo por los Sistemas nervioso y endocrino, los que a cada momento, tanto durante la realización de un ejercicio físico de forma aguda, como cuando la actividad física se realiza de forma sistemática, planificada y bien dosificada, provocan cambios en las respuestas orgánicas que garantizan la homeostasis ante una situación de estrés para el organismo como lo es la realización de un ejercicio físico. ⁵⁴

No menos importantes resultan los sistemas energéticos encargados de suministrar la energía requerida para la sustentación del ejercicio físico en dependencia de su intensidad y de su duración. ⁵⁵

Por esta razón, la determinación periódica de algunos indicadores fisiológicos cardiovasculares, respiratorios así como metabólicos resultan esenciales, por la información que pueden brindar al médico y a entrenadores, como parte del control médico del entrenamiento, siendo muy utilizados entre ellos, los cambios que sufren la frecuencia cardíaca, así como las concentraciones sanguíneas de lactato para la evaluación funcional del rendimiento de los deportistas, durante ejercicios de intensidad creciente, debido a la relación de dichas variables con las cargas de trabajo y con el consumo máximo de oxígeno ^{9, 21,22,41,56-59}

El análisis que se puede efectuar de los cambios que sufren estas variables e indicadores como resultado de las adaptaciones fisiológicas provocadas por el entrenamiento constituyen un elemento de gran valor para la evaluación de los

planes de entrenamiento así como para el establecimiento de pronósticos deportivos.^{58,60-62}

Si bien es cierto que la información relacionada con los procesos adaptativos es muy necesaria a la hora de evaluar el impacto que están provocando las cargas de entrenamiento, así como para la dosificación de éstas, la determinación de indicadores fisiológicos durante el esfuerzo máximo también resulta de interés principalmente en el deporte de Alto Rendimiento, por cuanto permiten evaluar la magnitud de la respuesta fisiológica del sujeto de forma aguda durante un ejercicio intenso, cuando todos los sistemas orgánicos son desplazados muchas veces hasta el máximo de sus posibilidades funcionales garantizando en estas condiciones la homeostasis, información que puede también ser utilizada para el Control Médico del Entrenamiento ya sea con fines preventivos (evitando así que las cargas que se apliquen excedan el nivel de tolerancia fisiológica del deportista y previniendo de esta forma el sobreentrenamiento), ó también en ocasiones con fines pronósticos.

Con anterioridad nos referimos a la diversidad de criterios que se reportan en la literatura a la hora de confeccionar protocolos para pruebas de esfuerzo, así como a la necesidad de asumir criterios propios para llevar a cabo este trabajo, aspecto al que nos referiremos en la sección III.1 del Capítulo de análisis de los resultados y su discusión.. Sin embargo vale la pena destacar en esta sección, que los protocolos diseñados en este trabajo, muestran la particularidad de permitir evaluar, en un solo test la respuesta adaptativa al entrenamiento (mediante un test submaximal, básico, para cada especialidad deportiva), y una vez finalizado éste, si se sigue incrementando el esfuerzo de forma continua, hasta provocar el agotamiento, se podrá

medir la respuesta aguda durante el esfuerzo máximo, al que se arribará en un tiempo relativamente corto, que dependerá en última instancia de las posibilidades individuales del rendimiento funcional máximo de los sujetos, lo que podrá ser medido y evaluado, mediante la utilización de indicadores funcionales diseñados para tal fin.

Diversas son las variables e indicadores funcionales que pueden ser medidos en el esfuerzo máximo, y que brindan al Control Médico del Entrenamiento, información tanto desde el punto de vista del desempeño físico, como desde el punto de vista cardiovascular y respiratorio. Pueden distinguirse entre ellos el índice carga peso, como indicador del desempeño físico mostrado durante la prueba, la frecuencia cardíaca máxima, como un indicador de la intensidad del trabajo realizado, así como el porcentaje de la misma alcanzada durante la prueba, como indicador del esfuerzo desplegado.

También resultan importantes en el esfuerzo máximo, el máximo Consumo de Oxígeno, (absoluto y relativo al peso corporal) como indicadores de la potencia aerobia máxima, y el Pulso de Oxígeno, como indicador de la eficiencia cardiovascular de los deportistas.

En cuanto a la potencia aeróbica máxima cuyo mejor indicador es el VO₂M, como ha sido señalado por diferentes autores, refleja la capacidad del organismo para absorber y transportar oxígeno así como la capacidad del músculo para utilizarlo.⁶³ Sus valores dependen en una gran medida de factores genéticos (70%), aunque también el entrenamiento puede modificarla alrededor de un 20% sobre todo en sujetos jóvenes que no han llegado a la etapa culminante de su rendimiento deportivo^{42, 64,65} e incluso dependiendo de sus niveles previos de entrenamiento y por tanto de las adaptaciones

sufridas en el sistema cardiopulmonar así como en los componentes de transporte (número de glóbulos rojos y concentración hemoglobínica.)⁶⁶ y otros factores periféricos del sistema aerobio.⁶⁷⁻⁷²

Los valores de VO₂M dependen también en gran medida del peso corporal de los sujetos y sobre todo de la masa corporal activa y los porcentajes de grasa que éstos presenten⁴² del nivel de altitud,⁷³⁻⁷⁹ del modo de ejercicio, así como de su intensidad⁶⁷ y de la cantidad de masa muscular implicados en éstos, entre los factores mas importantes. Los valores que se determinan durante las pruebas de esfuerzo también pueden depender del tipo de ergómetro utilizado^{42,43, 62, 64} así como de la duración de los test de esfuerzo aplicado para el diagnóstico.⁸⁰

Puede ser determinado de forma directa, para lo cual se requiere de un analizador de gases, equipo que resulta costoso por lo que no es un recurso disponible en muchos laboratorios de ejercicio, ò también puede ser calculado a partir de ecuaciones de predicción, que pueden incluir diversas variables tales como el peso, la frecuencia cardíaca máxima, la edad y sexo de los sujetos ó la carga vencida durante la prueba entre las variables mas utilizadas.

En cuanto al Pulso de Oxígeno, éste ha sido definido como la cantidad de oxígeno que se consume durante un ciclo cardíaco completo.⁸¹ Este término, fue desarrollado por Astrand en 1948 y ha sido tradicionalmente considerado como indicador de la eficiencia cardiovascular, tanto en pacientes con afecciones cardiorrespiratorias^{82,83} como en sujetos sanos,⁸⁴ y especialmente en deportistas.^{4, 33, 39, 40,85}

La deducción matemática del pulso de oxígeno se hace a partir de la ecuación de Fick para el gasto cardíaco, según la fórmula:⁸¹

$Q \text{ (ml /min.)} = VO_2 \text{ (ml /min.)} / \text{Dif (a-v } O_2 \text{ (ml / 100ml))}$, pero como

$Q \text{ (ml /min.)} = VS \text{ (ml)} \times FC \text{ (lpm)}$, entonces

$VS \text{ (ml)} \times FC \text{ (lpm)} = VO_2 \text{ (ml /min.)} / \text{Dif (a-v } O_2 \text{ (ml / 100ml))}$, por tanto

$VO_2/FC = \text{Pulso de Oxígeno} = VS(\text{ml}) \times \text{Dif (a-v } O_2 \text{ (ml / 100ml))}$

Esta ecuación indica la importancia que puede tener este parámetro en relación a la función sistólica del corazón. Los valores del Pulso de Oxígeno se han relacionado con las dimensiones cardíacas. Además se ha comprobado que su valor aumenta con la edad, al igual que con el entrenamiento, debido al aumento de tamaño de las cavidades y a la disminución de la frecuencia cardíaca.

En cuanto a la evolución de este parámetro con el esfuerzo, su dependencia del volumen sistólico condiciona su evolución. Durante la realización de una Ergometría, el Pulso de Oxígeno aumenta rápidamente entre el 50 al 60% del consumo de oxígeno máximo, aumentando mas lentamente a partir de esta intensidad hasta que el Pulso de Oxígeno máximo se alcanza prácticamente al mismo tiempo que se alcanza el Máximo Consumo de Oxígeno, de donde se infiere que al hacerse constante el volumen sistólico, el Pulso de Oxígeno aumenta a partir del incremento de la diferencia arteriovenosa de oxígeno. La frecuencia cardíaca muy elevada, limita el pulso de oxígeno. En los deportistas en general, y específicamente en los deportistas de resistencia, los mayores volúmenes sistólicos así como frecuencias cardíacas mas bajas, condicionan pulsos de oxígeno elevados, de donde se

desprende su importancia como indicador de la eficiencia cardiovascular de los deportistas.

Resulta importante dejar establecido, que no es el valor aislado de una u otra variable ó indicador fisiológico, suficiente para poder realizar un buen diagnóstico del rendimiento funcional, sino que resulta muy necesario para ello realizar una valoración integral de todos ellos, lo que sin lugar a dudas permitirá un diagnóstico mas certero y de mayor calidad acerca de las características funcionales de los deportistas.

CAPITULO 99
DISEÑO METODOLÓGICO DE
LA INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

Se realizó un estudio prospectivo, de corte transversal y de aplicación durante el periodo comprendido entre los años 2000 al 2005, con el universo de los deportistas masculinos de combate que formaban parte de los Equipos Nacionales de Cuba, de Boxeo, Taekwondo y Lucha Greco-romana así como los judokas masculinos del Equipo Nacional de Guatemala, con edades cronológicas promedio de 22 años (boxeadores y taekwondokas), 25 años para los luchadores, y de 19 años para los judokas.

*Los deportistas se agruparon por categorías de peso de acuerdo a como aparece reflejado en el **Tabla 1** y las que resultaron bastante homogéneas en cuanto al rango de pesos abarcado en cada una de ellas.*

En los casos de Lucha Greco-romana y Judo, aunque no estaba establecida la categoría superpesados en estos deportes, se decidió segregar de la categoría de pesados, a los sujetos de más de 110 Kg., constituyéndose con ellos una categoría independiente y dándoseles un tratamiento similar al de los superpesados, tanto para la aplicación de las cargas como para la interpretación de los resultados, debido a que el peso promedio de estos sujetos superaba con creces el peso promedio de los restantes sujetos de su categoría.

Todos los deportistas de cada una de las especialidades de combate fueron sometidos a dos pruebas de esfuerzo, una al Inicio y otra al Final de la Preparación

Física General de diferentes Macrociclos de entrenamiento, etapa que en todos los deportes tuvo una duración entre seis y ocho semanas. Los boxeadores fueron estudiados en el macrociclo 2000-2001 con vistas a la preparación para el Campeonato Mundial de Boxeo y los Juegos de Buena Voluntad ; los taekwondokas en el macrociclo 2002-2003 dedicado a la preparación de los Juegos Panamericanos de Santo Domingo; la lucha greco en el macrociclo 2003-2004 correspondiente a la preparación de las Olimpiadas de Atenas, y los judokas guatemaltecos, se estudiaron en el macrociclo 2004-2005 en el que se estaban preparando para participar en los Juegos Centroamericanos de diciembre 2005, pero que finalmente fueron celebrados en marzo del 2006.

Antes de iniciar cada prueba de esfuerzo, a todos los deportistas se les realizó un electrocardiograma de reposo de 12 derivaciones, con un equipo Cardiocid de fabricación cubana, así como una prueba ortostática de reposo consistente en acostar al individuo en decúbito supino durante 15 minutos; pasado éste tiempo se determinó la frecuencia cardíaca y seguidamente se determinaron las presiones sistólica y diastólica. Después se ordenó al individuo ponerse de pie apoyando la espalda en la pared con los pies separados de la misma hasta formar un ángulo de aproximadamente 70 ó 75 grados y 5 cm. de separación entre ambos pies y en esta posición se determinaron de nuevo la frecuencia cardíaca y la presión arterial al primero, tercero y quinto minuto. Tanto el electrocardiograma como la prueba ortostática se realizaron como criterios de exclusión de la prueba de esfuerzo a aquellos deportistas que presentaran alteraciones funcionales de reposo .En nuestro estudio ninguno de los deportistas fue excluido.

Para las pruebas de esfuerzo se utilizó un veloergómetro mecánico marca Monark de fabricación finlandesa. Las mismas consistieron en un test de carga incremental con una estructura de esfuerzo en las cargas submáximas similar a la estructura de los “combates tipos”, en cuanto al número de escalones y pausas, así como la duración de éstos. Una vez finalizado el último escalón del protocolo básico las cargas se fueron incrementando de forma progresiva y homogénea hasta provocar el agotamiento. La frecuencia de pedaleo se fijó en 60 rpm.⁸⁶

Las pruebas fueron precedidas de un calentamiento de tres minutos con una carga correspondiente al 50% de la carga inicial, con la finalidad no solo de provocar los beneficios fisiológicos provocados por éste,^{87, 88,89} sino también para familiarizar a los sujetos con el ergómetro que se utilizaría en la prueba.

*Las estructuras de esfuerzo de los protocolos, así como la dosificación de cargas por escalones según las categorías de peso, se han representado en los **Esquemas 1, 2, 3 y 4 correspondientes al Boxeo, Taekwondo, Lucha grecorromana y Judo**, que aparecen en los Anexos de esta Tesis. La frecuencia de pedaleo se mantuvo en 60 rpm.*

Las pruebas fueron realizadas, en horas de la mañana teniéndose en cuenta todas las normativas y criterios metodológicos establecidos para la realización de este tipo de prueba.^{20,56}

Durante la prueba se determinaron diversas variables e indicadores fisiológicos para evaluar el rendimiento, los que fueron agrupados de la siguiente forma:

Variables e indicadores de desempeño

- *Número total de escalones vencidos*

- *Duración de la prueba (min y seg)*
- *Potencia máxima alcanzada (watts)*
- *Índice Carga / peso en el último escalón del test específico y en el esfuerzo máximo (watts/ Kg.)*

Se tomó como potencia máxima alcanzada, la máxima carga que el sujeto pudo vencer durante el 60% o más de la duración establecida para el escalón de carga que estuviera venciendo. En el caso de no poderse completar este tiempo, se asumió como potencia máxima la correspondiente al último escalón vencido.

Variables e indicadores del esfuerzo realizado: Pulsometría

- *Frecuencia cardiaca de reposo: (FcR) se determinó con los sujetos sentados y después de reposar durante 15 minutos en esta posición.*
- *Frecuencia cardiaca de carga al final de cada escalón (FcC)*
- *Frecuencia cardiaca al final de las pausas (FcP)*
- *Frecuencia cardiaca final (Fc F) (frecuencia cardiaca registrada en el máximo esfuerzo)*

La frecuencia cardiaca se registró durante toda la prueba con un pulsómetro marca POLAR, de fabricación norteamericana, anotándose el valor de frecuencia cardiaca que indicaba el pulsómetro en el segundo 59 del último minuto de cada escalón, en el último segundo de cada pausa establecida en los test, y en el momento exacto de finalizar la prueba.

Los valores de Frecuencia cardiaca (Fc.) fueron expresadas en lat. / min.

Además se determinaron los siguientes indicadores:

- *Diferencia de Fc. (en reposo y en escalones de carga), entre el inicio y final de la preparación general, según la fórmula (Fc. x IPFG – Fc. x FPPG), donde*

(x = Fc. en reposo y en escalones de carga)

- *% de Frecuencia cardiaca final en relación a la frecuencia cardiaca máxima predicha (% FcM-P).*

La frecuencia cardiaca máxima predicha se estimó a partir del cálculo de $220 - \text{edad}^{90}$

- *% de Recuperación de la Fc. en las pausas según la fórmula:*

% de Rec. de la Fc en pausas = $[FcCx - FcPx / FcCx - FcR] \times 100$ donde

FcCx = Fc alcanzada en el escalón correspondiente

FcPx = Fc en la pausa posterior al escalón.

Fc R = Fc reposo.

Variables e indicadores metabólicos:

- *Concentración de lactato en el reposo*
- *Concentración de lactato en la pausa:*
- *Concentración de lactato al 3er. y 5to. min. de la recuperación.*

Las concentraciones de lactato fueron expresadas en mmol /l

También se determinaron los siguientes indicadores

- *Diferencia de Lactato en reposo y pausas entre el inicio y final de la preparación general según la formula: Lact x IPFG – Lact x FPPG*

Donde x = Lactato reposo y en cada una de las pausas del test submáximo

- *El Umbral del metabolismo anaerobio (UMAN) se determinó de forma gráfica, en cada categoría de peso y deporte, y de acuerdo al criterio del umbral de lactato fijo a nivel de 4 mmol/l. ^{91,92}*

La toma de sangre para la determinación de lactato, se realizó a nivel del pulpejo del tercer dedo de la mano izquierda, en el reposo, en los 15 segundos finales de cada pausa entre escalones y de los minutos tres y cinco de la recuperación. En el caso de los deportistas de Lucha grecorromana se tomó además muestra de sangre para la determinación de lactato a los 30 segundos después de finalizado el segundo escalón del test básico, con la finalidad de poder tener un número mayor de muestras y así poder evaluar mejor la cinética del lactato durante la prueba de esfuerzo. En los judokas Guatemaltecos, no fue posible tomar muestras de sangre para determinación de lactato, por no haber disponibilidad de este recurso, en los momentos de la realización de este trabajo.

La determinación de la concentración de lactato en sangre se realizó en el laboratorio clínico del IMD, mediante un método colorimétrico con longitud de onda ultravioleta y mediante un espectrofotómetro marca Biopharmacia de fabricación inglesa.

Indicadores fisiológicos aerobios y de eficiencia cardiovascular.

- *Consumo máximo de oxígeno (MVO₂) según la fórmula de Wasserman y Whipp ^{22,93}*

MVO₂ = 5.8 x peso (Kg.) + 151 + (10.5 x Nm) donde:

Nm = potencia máxima alcanzada

10.5 = factor de corrección para atletas de alto rendimiento.

El MVO₂ se expresó en L/min.

- *Consumo máximo de oxígeno relativo al peso corporal (MVO₂ / Kg.), se expresó en ml / Kg. / min.*
- *Pulso de oxígeno (MVO₂/ FcM), se expresó en ml / latidos.*
- *Índice de Eficiencia aerobia (Pulso de Oxígeno / Kg.) , se expresó en ml /latido /Kg. de peso corporal*

Todos los datos fueron |recogidos en una planilla diseñada para tal efecto, en la cual se consignan también las observaciones generales que se realizan durante la prueba, los resultados de los indicadores y la evaluación alcanzada así como las recomendaciones al entrenador. (Ver anexos).

El procesamiento estadístico de los resultados se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS-PC versión 11,5 y una microcomputadora personal modelo Pentium IV.

Se determinaron por categorías de peso, especialidades deportivas, y en los dos momentos del macrociclo abarcados en el estudio, las estadísticas descriptivas de las variables e indicadores fisiológicos y metabólicos estudiados.

Se expresó en valores porcentuales la capacidad de desempeño de los sujetos para vencer los escalones del test submáximo, así como otros escalones adicionales del test máximo.

Para la determinación del grado confiabilidad de los protocolos submaximales diseñados, se aplicó una técnica de determinación de la consistencia interna ²³ tanto al inicio como al final de la preparación general. Se utilizó para ello un modelo alpha de Chronbach, basado en la correlación inter elementos promedio, tomándose como

variable la frecuencia cardiaca de cada sujeto, en escalones de carga, agrupados éstos según deportes, como dato indirecto para inferir acerca del nivel de homogeneidad de carga física logrado entre los escalones del test.

Para determinar el nivel de precisión de los protocolos diseñados y por tanto su capacidad de discriminación entre sujetos, se utilizaron las diferencias de frecuencia cardiaca y de las concentraciones de lactato en escalones de carga y pausas respectivamente, entre el inicio y final de la preparación general, así como una prueba de los rangos con signo de Wilcoxon con la finalidad de buscar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre el inicio y final de la preparación general de variables e indicadores en el esfuerzo máximo, según deportes y categorías de peso. Para determinar la validez de apariencia y contenido de los protocolos diseñados se procedió a solicitar el criterio de tres expertos, siguiendo los criterios de Moriyama,²³ los cuales aparecen en los Anexos de esta Tesis.

Además para demostrar la validez de constructo de los test diseñados se realizó una correlación de Pearson entre algunos parámetros tenidos en cuenta para la construcción de los protocolos, e indicadores de desempeño y de la potencia aerobia en el esfuerzo máximo. Igualmente se correlacionaron las categorías de peso, con los indicadores de eficiencia cardiovascular para demostrar la mayor relevancia del índice de eficiencia aerobio, para evaluar la eficiencia cardiovascular de los sujetos que compiten por categorías de peso.

En todas las pruebas estadísticas se fijó un nivel de confiabilidad de $p \leq 0,05$, excepto en las correlaciones realizadas donde se estableció un nivel de significación de $p \leq 0,01$

Se confeccionaron normas según categorías de peso para el Consumo Máximo de oxígeno relativo (como indicador de la Potencia aerobia relativa al peso corporal) y para el Índice de Eficiencia Aerobia como indicador de la eficiencia cardiovascular, para evaluar a los deportistas cubanos de combate incluidos en este estudio.

Dichas Normas fueron confeccionadas de acuerdo a los valores de los percentiles 97, 70, 50, 30 y 3 propuestos por Zatsiorsky, para la evaluación de deportistas.²⁴ A estos valores se asociaron los criterios evaluativos de MB, B, R, M, y MM respectivamente. Los valores asociados a cada criterio evaluativo en las diferentes categorías de peso y que han sido reflejados en las tablas, corresponden al límite máximo del valor de cada percentil.

Con el fin de corroborar la utilidad de las escalas confeccionadas todos los deportistas cubanos fueron evaluados con las mismas, determinándose finalmente para cada indicador el porcentaje de sujetos que en cada categoría de peso alcanzaron un nivel determinado de evaluación.

Todos los resultados han sido reflejados en Tablas y Figuras.

Aspectos Bioéticos de la investigación:

Todos los sujetos que formaron parte del estudio fueron previamente informados acerca de las características de las pruebas que se les realizarían obteniéndose su consentimiento libre de forma escrita, y patentizando su autorización para la realización de la prueba tal y como establecen las normas éticas internacionales de la CIOMS/OMS para la investigación biomédica con seres humanos.⁹⁴ (Ver anexos)

CAPÍTULO 999
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE
LOS RESULTADOS

CAPÍTULO III ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN

Con la finalidad de facilitar la comprensión de los resultados, el presente capítulo ha sido estructurado en diferentes secciones, las que abarcan cada una de ellas los resultados de las tareas de investigación llevadas a cabo con la finalidad de satisfacer los objetivos específicos que se trazaron.

OBJETIVO ESPECÍFICO 1: *“Diseñar protocolos de prueba de esfuerzo en veloergómetro para deportistas de combate, de las especialidades de Boxeo, Taekwondo, Lucha grecorromana y Judo, con una estructura de esfuerzo en el “protocolo básico” similar a los “combates tipo” y con un nivel de carga impuesto factible de ser ejecutado por los deportistas.*

Tarea III.1: *Diseño de protocolos de pruebas de esfuerzo en veloergómetro para los deportes de Boxeo, Taekwondo, Lucha Grecorromana y Judo.*

Ante la diversidad de criterios existentes en la literatura en lo concerniente al diseño de protocolos para pruebas de esfuerzo, y considerar que muchos de estos criterios no satisfacían con exactitud, los requerimientos que buscábamos para poderlos aplicar en los deportistas de Alto Rendimiento de los deportes de combates, decidimos asumir criterios personales, para llevar a cabo esta tarea.

El primero de los criterios asumidos, fue el de aplicar un esquema de cargas en dependencia de las categorías de peso y además que fuera factible de ser ejecutado por los sujetos.

Este criterio se asumió con la finalidad de que las cargas físicas aplicadas constituyeran un esfuerzo físico relativo al peso lo mas homogéneo posible entre las diferentes categorías y así tratar de minimizar la variabilidad de las respuestas que pudieran haberse producido, si se hubieran aplicado cargas físicas absolutas e iguales a sujetos con pesos corporales y por tanto con masas musculares diferentes, lo que hubiera dificultado la comparación de las respuestas funcionales entre los deportistas.

El segundo criterio asumido tomó como base algunos antecedentes referidos en trabajos previos realizados en deportes de combate en el Instituto de Medicina del Deporte y en los que se reflejó como una característica universal de los “combates tipos” la disminución de la intensidad relativa de los combates a medida que progresaba éste, como consecuencia del cansancio producido por las acciones^{4, 6, 33, 39,40} De acuerdo con esto, los protocolos se idearon como protocolos de cargas incrementales pero decrecientes en escalones sucesivos de carga, como elemento que sirviera para remedar la característica referida. Igualmente se tuvo en cuenta que los incrementos de cargas por escalones resultaran lo mas homogéneos posibles en las diferentes categorías de peso y deportes.

Como tercer criterio se predeterminó que la primera parte del test ,consistiera en un test submaximal, cuya ejecución fuera obligada ó básica para todos los deportistas y

en el cual, el índice carga peso del último escalón del test básico, estuviera lo mas cercano posible a un rango entre 3.0 a 3.5 watts/ Kg., valor que consideramos adecuado como límite de exigencia para un test submáximo en sujetos entrenados, y teniendo en cuenta para ello el criterio de otros autores como Giessen quien ha establecido el valor de 4 Watts / Kg. como un valor satisfactorio para individuos entrenados sometidos a un test para medir la capacidad de resistencia con duración entre 6 y 8 minutos.⁶⁰

El cuarto criterio que asumimos fue el de aplicar las cargas submaximales, teniendo en cuenta una secuencia temporal en el número y duración de escalones de carga y pausas, que fuera similar a la secuencia de acciones (asaltos y pausas) que se producen durante los “ combates tipo “ de las diferentes disciplinas incluidas en el estudio, y así a la par de provocar una respuesta fisiológica, similar cronológicamente a la que se produce durante el combate, que sirviera también como elemento motivacional para los deportistas en el momento de realizar la prueba diagnóstica en las condiciones de laboratorio. De acuerdo con este criterio los protocolos quedaron conformados de la siguiente forma:

Boxeo: cuatro escalones de dos minutos de duración cada uno, con un minuto de pausa entre escalones.

Taekwondo: Tres escalones de tres minutos de duración cada uno, con un minuto de pausa entre escalones

Lucha Greco-romana: dos escalones de tres minutos de duración cada uno, con treinta segundos de pausas entre escalones.

Judo: cinco escalones de un minuto de duración cada uno, con dos pausas de

15 segundos, la primera entre el segundo y tercer escalón y la segunda entre el cuarto y quinto escalón, pues aun cuando en el judo masculino se combate cinco minutos continuos, es muy frecuente que esta continuidad sea interrumpida por la solicitud de tiempos por parte de los deportistas para ajustes del Kimono, así como para recuperarse, por lo que en nuestro trabajo, esta característica también fue tomada en cuenta.

El quinto criterio asumido fue que el tiempo de duración de la prueba submáxima no sobrepasara los 12 minutos, tal y como es recomendado en este tipo de pruebas ^{1,22} para evitar que el cansancio de las piernas acelere la fatiga e impida llegar al esfuerzo máximo.

El sexto y último criterio consistió en incrementar la carga en 50 ò 25 watts cada minuto, a partir de la carga del último escalón submaximal de manera de llegar al agotamiento máximo de forma progresiva pero lo más rápido y homogéneamente posible en dependencia del incremento de carga establecido en el último escalón del protocolo básico.

Estos criterios constituyeron la base metodológica sobre la que se diseñaron los protocolos descritos.

Las estructuras de esfuerzo según especialidades de combate y la dosificación de cargas según las categorías de peso, aparecen en los Esquemas del 1 al 4, incluidos en los anexos de esta Tesis.

En las **Figuras 1 y 2** se muestra el comportamiento de los incrementos de carga en las diferentes categorías de peso y deportes tanto para cada escalón del test submáximo como para el primer minuto adicional del test máximo.

Como puede observarse se logró una adecuada proporcionalidad de los incrementos de carga por escalones en cada categoría de peso.

Por ser el boxeo, la primera de las especialidades deportivas estudiadas como parte del Proyecto de investigación, no se consideró adecuado someter a los sujetos superpesados a un esquema de cargas superior al de los pesados ya que considerábamos, que un incremento adicional de la carga para esta categoría podría repercutir adversamente en los sujetos acelerando el aumento de la producción de lactato, así como la fatiga muscular local, elementos éstos que podrían acortar la duración de la prueba impidiendo que se llegara al esfuerzo máximo.⁹⁵⁻¹⁰⁸

Sin embargo después de observar el desempeño de los boxeadores superpesados durante las pruebas, llegamos al convencimiento de que ellos podrían haber vencido sin dificultad una carga inicial de 150 watts con un incremento de 50 watts en los restantes escalones de carga en relación con la carga impuesta a los pesados, y sin que esto implicara una sobrecarga adicional muy grande para su desempeño.

*De la experiencia obtenida en el Boxeo, se tomo la decisión de que en los casos de la Lucha Greco-romana y el Judo aunque oficialmente no existía la categoría de superpesados, pero por el hecho de tener sujetos dentro de la categoría de pesados, con pesos muy por encima del valor promedio del resto de los integrantes del grupo, (124 Kg. vs. 93,8 Kg. promedio), en la Lucha Greco, y (117Kg vs. 92.7Kg promedio), en el Judo)(**Tabla 1**), separarlos como una subcategoría aparte del resto de los sujetos pesados y fue así que se conformó en estas especialidades la categoría de mas de 110 Kg., aplicando en ellos un esquema de cargas tal y como aparece en los*

Esquemas 4 y 5, y tratando con esto que el test submaximal terminara con un Índice carga peso, lo mas cercano posible al valor que nos habíamos propuesto.

*No obstante haber tenido esta consideración, debido a los altos valores de peso corporal promedio de los luchadores en todas las categorías, especialmente en medianos, pesados y pesados de mas de 110 Kg, así como por ser el protocolo con el menor número de escalones y por tanto alcanzar un menor valor de carga para el último escalón del protocolo básico , el Índice carga peso al final del Test básico, fue el mas bajo de todos los deportes, como puede apreciarse en la **Figura 3**, en la que se refleja el valor de este índice al final del test submáximo según categorías de peso y deportes. El alto peso corporal de los boxeadores superpesados también influyó notablemente en el valor del Índice carga/ peso al final del test submaximal realizado, alcanzando conjuntamente con la lucha greco los valores mas bajos del Índice carga peso al finalizar esta primera parte de la prueba de esfuerzo.*

*También por presentar el protocolo de lucha greco solo dos escalones, conjuntamente con el de taekwondo (tres escalones), la pendiente de ascenso de carga por escalones en estas dos especialidades deportivas resultó algo mas empinada que en el boxeo y el judo, debido igualmente a que, en el intento de lograr un valor adecuado del índice carga peso, al final del test submáximo, el incremento de la carga entre los dos primeros escalones de los test de lucha y taekwondo fue 25 watts superior al incremento impuesto entre iguales escalones en el boxeo y el judo. Aun así, como puede observarse en la **Figura 3** el índice carga peso para el último escalón del protocolo específico de lucha, continuó quedando por debajo de lo establecido en todas las categorías de peso, lo que no obstante consideramos que*

no fue un impedimento para poder llevar a cabo el diagnóstico del rendimiento en estos deportistas, como podrá ser comprobado a través de los resultados que mas adelante comentaremos. El efecto del bajo valor del índice carga /peso logrado en este deporte podría en alguna medida ser mejorado en las próximas aplicaciones de esta metodología, aumentando la frecuencia de pedaleo durante la prueba, lo que producirá un mayor esfuerzo biológico en estos sujetos .⁸⁶

En cuanto al protocolo de Judo, el que resultó ser el de mayor número de escalones (cinco escalones) consideramos que fue esto un elemento que provocó que en la categoría de ligeros el valor del índice carga peso quedara ligeramente por encima del límite superior del criterio previamente establecido, por cuanto un quinto escalón de carga representó para ellos una mayor exigencia de la carga en relación a los pesos promedios de los sujetos incluidos en esta categoría. Contrariamente la existencia de un quinto escalón, fue un elemento que favoreció en los pesados de mas de 110 Kg., el acercamiento del valor de este índice al final del test submáximo al valor mínimo exigido previamente para el mismo, pues como puede apreciarse en la **Figura 3** fueron los judokas en los que mejor se comportó el índice carga /peso en comparación con el resto de los deportistas de las categorías mas pesadas.

De forma general también se observa en la **Figura 3** que los sujetos de categoría ligeros, fueron los que estuvieron sometidos a un rigor ligeramente mayor de la carga impuesta, durante el protocolo de las pruebas., a diferencia de las categorías mas pesadas.

Respecto a la duración de las pruebas submàximas, en todas las especialidades se cumplió el criterio prefijado, de que las mismas no sobrepasaran los 12 minutos de duración.

En cuanto a la parte final de los protocolos, se trató de que todos llevaran al esfuerzo máximo de una forma progresiva y manteniendo proporcionalidad, con el incremento de carga experimentado en el último escalón del test submàximo. La rapidez con que cada sujeto llegó al agotamiento dependió, de las características individuales de cada uno de ellos en relación a su nivel de aptitud física.

Conclusión parcial:

- *Se cumplieron en su mayoría los criterios preestablecidos para el diseño de los protocolos básicos, siendo el valor del índice carga peso en el último escalón del test submaximal, el criterio mas difícil de satisfacer debido a los diferentes valores de peso promedio presentados por los deportistas en cada una de las categorías, así como al número diferente de escalones concebidos para los protocolos en correspondencia con las diferentes especialidades de combate.*

Tarea III.2: Verificación de la correspondencia entre el esquema de cargas aplicado en escalones del “protocolo básico” y las posibilidades reales de ejecución de los deportistas.

Una vez diseñados los protocolos de carga de acuerdo a los criterios expuestos en la sección anterior, se procedió a comprobar la correspondencia entre el esquema de cargas aplicado y las posibilidades reales de ejecución de los sujetos, por cuanto el

cumplimiento de esta tarea constituía un requisito indispensable para poder continuar avanzando en el desarrollo del trabajo, y así demostrar la utilidad de la metodología propuesta para evaluar el rendimiento funcional de los deportistas.

*En la **Figura 4** se ha presentado de forma resumida la cantidad de deportistas expresada en porcentajes del total, según especialidades deportivas, que pudieron cumplir el protocolo básico para la especialidad así como un número diverso de escalones adicionales de carga, durante las pruebas realizadas en ambos momentos del estudio, mientras que las **Tablas 2, 3, 4 y 5** muestran los resultados que de forma independiente fueron encontrados en Boxeo, Taekwondo, Lucha Greco y Judo respectivamente, en relación al desempeño mostrado por los deportistas según categorías de peso y momentos del estudio.*

*Como se observa, en la **Figura 4**, los deportistas de las diferentes especialidades, pudieron cumplir el 100% de los escalones básicos de los test correspondientes a sus especialidades deportivas tanto al IPFG como al FPG, lo que habla a favor de una adecuada correspondencia entre el esquema de cargas aplicado y la posibilidades reales de ejecución de los sujetos durante la prueba de esfuerzo submáxima. Se exceptúa del 100% de cumplimiento del test básico, al Judo, donde un sujeto de Categoría Pesado de más de 110 Kg. no pudo concluir el test básico al IPFG mientras que ninguno de los dos sujetos de esta categoría pudieron concluirlo al FPG, lo que atribuimos más que al valor del índice carga peso impuesto en el último escalón del protocolo básico, el cual resultó solo de 2.7 watts / Kg., a una muy baja preparación física de estos deportistas, lo cual fue ratificado por el entrenador cubano que atendía al judo masculino guatemalteco.*

También se observa como los boxeadores y taekwondokas fueron los que al inicio de la PFG , mostraron el menor porcentaje de deportistas venciendo escalones adicionales , lo que hacemos dependiente a una mayor duración de los test básicos de Boxeo y Taekwondo, (a diferencia de duraciones menores de los test aplicados en Lucha y Judo), lo que disminuyó en Boxeadores y Taekwondokas, las posibilidades de ejecutar un número mayor de escalones adicionales durante la prueba máxima posiblemente debido al lógico cansancio de las piernas durante la prueba.

Por otro lado, la menor duración de los test básicos en el Judo y la Lucha Greco, unido en esta última disciplina, a un índice carga peso mucho mas bajo en todas las categorías de peso en el último escalón de dicho test, también fueron factores que incidieron provocando mejores resultados en estas dos disciplinas.

*También en la **Figura 4** se observa que al final de la preparación física general, aunque en valores porcentuales fueron los luchadores de forma general, (**Tabla 4**) seguidos de los boxeadores (las categorías ligeros y medianos,)(**Tabla 2**) los que mejor desempeño mostraron, sin embargo si tenemos en cuenta, no el valor absoluto sino el incremento relativo con respecto al inicio de la preparación física general, en realidad fueron los boxeadores los que mas mejoraron ya que a pesar de que el régimen de cargas impuesto para ellos en relación a los pesos corporales promedio de las diversas categorías, fue superior al de la Lucha, mostraron un incremento relativo del desempeño bastante mas alto que el observado en los luchadores, lo que habla a favor de una mejor preparación física de estos boxeadores al final de la etapa de entrenamiento.*

*En cuanto al Taekwondo y al Judo, puede notarse que al final de la preparación física general los resultados encontrados en relación al desempeño mostraron un empeoramiento con respecto al momento inicial. En el caso del Judo a expensas de las categorías medianas y pesados de más de 110 Kg., (**Tabla 5**) y en el caso del Taekwondo dependiente fundamentalmente de la categoría medianos (**Tabla 3**) lo que atribuimos a causas diferentes en las dos especialidades.*

En el caso del Taekwondo, se pudo constatar falta de motivación de algunos deportistas para realizar su segunda prueba, actitud similar a la demostrada también durante el entrenamiento por algunos de estos deportistas hacia el final de la etapa, y referida incluso verbalmente por algunos de ellos, lo que estuvo relacionado a la decisión tomada por instancias superiores de la no participación en una competencia que estaba prevista y esto sin lugar a dudas afectó a muchos de ellos emocionalmente.

Sin embargo, la situación con el Judo guatemalteco fue diferente, ya que estos deportistas no se dedican solo al deporte, como ocurre con los deportistas cubanos, sino que muchos de ellos tienen que trabajar, durante gran parte del día, pudiendo solamente concurrir al entrenamiento en sesiones nocturnas, y en algunas ocasiones se ven obligados a faltar al mismo debido a que presentan problemas personales, derivados del medio en el que viven.

*Como puede también apreciarse en las **Tablas 2, 3, 4, y 5** en términos generales, las categorías ligeros en todas las especialidades, a pesar de haber estado sometidos a un régimen de carga ligeramente mas intenso, para su peso promedio en relación al*

resto de las categorías durante los escalones iniciales de las pruebas, seguida de los medianos,(en el boxeo y la lucha) fueron las que mas mejoraron en su desempeño en cuanto al número de escalones vencidos al PFG , lo que pudo deberse a dos factores, tales como a un adecuado proceso de aprendizaje logrado por un condicionamiento previo al pedaleo ¹⁰⁹ así como al efecto endógeno provocado por el régimen de entrenamiento en esta etapa ^{9,31,60,110,111} Las categorías medianos en el Taekwondo y el Judo empeoraron discretamente sus resultados, y las posibles causas para justificarlo ya han sido planteadas en párrafos anteriores.

Los sujetos pesados del Taekwondo también mejoraron el desempeño, aunque mas discretamente. Se exceptúan los boxeadores pesados y superpesados que empeoraron discretamente y los judokas de más de 110 Kg. que fueron los que mas empeoraron su desempeño, lo que consideramos se debió, a una preparación física general no óptima para la etapa, aspecto que pudimos confirmar posteriormente después de haber analizado los resultados de la valoración funcional realizada y que comentaremos mas adelante.

Se encontraron diferencias en el desempeño entre las cuatro especialidades deportivas al inicio de la PFG que se han relacionado con características propias de los diseños de los protocolos respectivos, mientras que posiblemente el diferente grado de preparación física alcanzada por los deportistas como consecuencia del entrenamiento fue lo que determinó el desempeño al final de la etapa estudiada.

Conclusiones parciales:

- El alto porcentaje de ejecución del protocolo básico en cada especialidad deportiva, en los dos momentos del estudio en que fueron aplicados, apunta

a que la dosificación de cargas por escalones fue adecuada , y estuvo en correspondencia con las posibilidades de ejecución de los deportistas.

- *La aplicación de los protocolos en cada una de las especialidades deportivas, permitió discriminar entre sujetos con diferente nivel de preparación física, durante la etapa estudiada del macrociclo de entrenamiento.*

OBJETIVO ESPECÍFICO 2: Demostrar la utilidad de la metodología propuesta para determinar el rendimiento funcional aerobio anaerobio de los deportistas de combate.

Tarea III. 3: Modificaciones cardiovasculares y metabólicas en el esfuerzo submáximo como consecuencia de las adaptaciones funcionales provocadas por el entrenamiento en la etapa de preparación física general.

Una vez verificada la correspondencia entre el esquema de cargas aplicado y las posibilidades de ejecución de los sujetos, así como la utilidad de los test diseñados para reflejar los cambios en el desempeño físico, el siguiente paso consistió en analizar las modificaciones sufridas por la frecuencia cardiaca y las concentraciones de lactato durante las cargas submáximas, así como de los porcentajes de recuperación de la frecuencia cardiaca en las pausas entre escalones, al inicio y final de la preparación física general y de esta forma comprobar la utilidad de la metodología diseñada para evidenciar las adaptaciones fisiológicas y metabólicas provocadas por el entrenamiento en esta etapa del macrociclo.

En la **Figura 5** se muestra el comportamiento de la frecuencia cardiaca y la lactacidemia en boxeadores en los dos momentos estudiados y en todas las categorías de peso, durante la prueba submáxima diseñada para esta especialidad. De forma general en todas las categorías de peso la frecuencia cardiaca y las concentraciones de lactato en sangre tendieron a ser mas bajas para iguales niveles de carga, apreciándose también un desplazamiento a la derecha del umbral del metabolismo anaerobio (fijado en un valor de 4 mmol/l)^{60,112} en el **FPFG** en relación al inicio de la etapa, como una consecuencia favorable de las adaptaciones provocadas por el entrenamiento^{9, 60, 66,113-117}

Fueron los boxeadores pesados seguidos de los superpesados los que mostraron el peor comportamiento de la frecuencia cardiaca y de las concentraciones de lactato en escalones de carga y pausas respectivamente, lo que concuerda con los peores resultados mostrados en el desempeño por estos mismos sujetos y comentados en el acápite anterior.

La **Figura 6** muestra las diferencias de frecuencia cardiaca (latidos/min.) encontradas en cada escalón del test básico, entre el IPFG y el FPFG, en los boxeadores según categorías de peso. Se comprueba una mejoría en todas las categorías de peso en relación a la frecuencia cardiaca al final de la etapa, aunque menos marcada en el caso de los sujetos pesados. Se observa también que fueron los boxeadores de categoría ligeros (a pesar de ser los que estuvieron sometidos a un régimen de carga ligeramente mas alto en relación a su peso corporal) y los medianos, los que mejores resultados mostraron en su rendimiento funcional, ya que

fueron los que arrojaron los valores mas bajos de frecuencia cardiaca en cada escalón del test durante la prueba realizada en el FPG, y por tanto las mayores diferencia en cuanto a esta variable en relación al IPFG. ¹¹⁴⁻¹¹⁵

En cuanto a los valores de lactato, la **Figura 7** muestra las diferencias en cada pausa del test entre las concentraciones de lactato al inicio y final de la etapa estudiada. Aunque todas las categorías de peso mostraron concentraciones de lactato inferiores en el FPG fueron los boxeadores pesados los que presentaron las mas altas concentraciones de lactato al final de la etapa, de ahí que las diferencias de concentraciones de lactato con relación al IPFG, sean las mas pequeñas. Este resultado se corresponde con los resultados arrojados por la frecuencia cardiaca, y permiten afirmar que fueron estos sujetos los que también mostraron las peores adaptaciones metabólicas a las cargas de entrenamiento, ^{55, 57, 60, 91,92} posiblemente por un peor aprovechamiento del tiempo dedicado al mismo.

En la **Figura 8** se observa el comportamiento de la recuperación de la frecuencia cardiaca en las tres pausas realizadas durante la prueba de esfuerzo en los boxeadores de las distintas categorías de peso y momentos estudiados de la etapa de preparación física general.

De forma general se aprecia que en todas las categorías se incrementaron los porcentajes de recuperación de la frecuencia cardiaca en las tres pausas al FPG y en relación al IPFG. Se aprecia también en los pesados, seguidos de los superpesados los valores porcentuales más bajos de recuperación.

Los resultados obtenidos en relación a los porcentajes de recuperación de la frecuencia cardiaca en las pausas se corresponde plenamente con los resultados

encontrados para la frecuencia cardiaca y el lactato durante los escalones de carga evidenciándose también que el mejor comportamiento en cuanto a la recuperación de la frecuencia cardiaca lo mostraron los ligeros y medianos, al comparar los resultados del IPFG con el FPF, mientras que fueron los pesados y superpesados los que menos se recuperaron, como expresión de un peor rendimiento funcional al final de la etapa ^{9,60,110}

*La **Figura 9**, refleja el comportamiento de la frecuencia cardiaca y la lactacidemia durante la prueba incremental realizada en los Taekwondokas, al IPFG y al FPF. En todas las categorías se observan tendencias similares a las encontradas en los boxeadores, en cuanto a cifras de frecuencia cardiaca y valores de lactato más bajos en cada escalón de carga y pausa respectivamente al FPF así como un desplazamiento del UMAN a la derecha como expresión de una buena asimilación de las cargas de entrenamiento, y por tanto discreta mejoría del metabolismo aerobio* ^{9, 60, 66,113-118}

*En relación al comportamiento de la frecuencia cardiaca en los escalones de carga, si comparamos los resultados obtenidos en el final de la etapa, con respecto a su inicio, en las tres categorías (**Figura 10**) puede observarse que fueron también los sujetos pesados los que mostraron las diferencias mas pequeñas de frecuencia cardiaca, como expresión de una adaptación cardiovascular mas pobre al entrenamiento. Se observa en estos sujetos, un aumento más marcado de la frecuencia cardiaca durante el tercer escalón, lo que denota*

posiblemente un trabajo en condiciones más anaerobias para poder vencer un nivel más alto de la carga.

Los sujetos de categoría medianos, seguidos de los ligeros, fueron los que demostraron el mejor rendimiento funcional desde el punto de vista cardiovascular.

Llama la atención que esta mejoría tan notable desde el punto de vista cardiovascular mostrada por los taekwondokas medianos en cada uno de los escalones de carga, al final de la preparación general, no se corresponde completamente con el desempeño físico mostrado por ellos durante la prueba realizada al FPPG, en la que algunos sujetos incluso empeoraron sus resultados en relación al inicio de la etapa, lo que reafirma el planteamiento hecho con anterioridad acerca de que fue la falta de motivación de algunos taekwondokas de esta categoría lo que limitó el desempeño y no su aptitud cardiovascular.

*En cuanto a las modificaciones sufridas por las concentraciones de lactato, (**Figura 11**), los resultados encontrados, se corresponden con lo descrito anteriormente para la frecuencia cardiaca, ya que los ligeros, a pesar de haberse esforzado un poco mas al final de la etapa, fueron los que arrojaron las concentraciones sanguíneas de lactato mas bajas, como expresión, de una mejor adaptación metabólica a las cargas de entrenamiento durante la etapa. Contrariamente, en los sujetos pesados se encontraron concentraciones ligeramente más altas, lo que consideramos refleja la mayor intensidad de trabajo realizado por*

algunos sujetos de esta categoría, (**Tabla 3**) aunque lo logaran, como ya expresamos anteriormente, en condiciones más anaerobias durante la segunda prueba ^{55,100-102}

En la **Figura 12** se aprecia el comportamiento de la recuperación de la frecuencia cardíaca en las dos pausas realizadas durante la prueba de esfuerzo, en los taekwondokas. En todas las categorías se observa un incremento de los porcentajes de recuperación de la frecuencia cardíaca en las dos pausas, siendo más notoria la mejoría en el caso de los ligeros y menos marcada en el caso de los pesados.

Los resultados obtenidos para la recuperación de la frecuencia cardíaca en las pausas se corresponden con los resultados obtenidos para la frecuencia cardíaca y las concentraciones de lactato, todo lo cual nos reafirma que fueron los sujetos de la categoría ligeros los que presentaron una mayor eficiencia funcional como consecuencia del entrenamiento físico en los dos momentos estudiados, no así los sujetos de categoría pesados donde se encontraron los peores resultados.

En la **Figura 13** se muestra el comportamiento de la frecuencia cardíaca y la lactacidemia durante el test básico incremental realizado al inicio y final de la etapa de preparación general en luchadores de todas las categorías de peso.

Se observan resultados similares a los obtenidos en boxeadores y taekwondokas, en cuanto a frecuencias cardíacas ligeramente más bajas y concentraciones de lactato también inferiores con discretos desplazamientos a la derecha del umbral, durante el test incremental realizado al final de la preparación física general.

La **Figura 14** muestra el comportamiento de las diferencias de frecuencia cardiaca entre el inicio y final de la preparación general, durante los escalones de carga del test, y en todas las categorías de peso. Se observa que fueron los luchadores de categoría ligeros, los que mejores resultados funcionales presentaron desde el punto de vista cardiovascular en el final de la preparación física general, aunque también los medianos y pesados mostraron un comportamiento muy similar. No se comportaron de forma similar los sujetos pesados de más de 110 Kg. de peso, quienes mostraron las menores diferencias de latidos por minuto entre los dos momentos de la etapa, así como un incremento de la misma a nivel del tercer escalón, demostrando así un peor rendimiento cardiovascular al final de la etapa, y consecuentemente una posible mayor dependencia de la energía anaerobia para vencer el último escalón del protocolo, a pesar de que debido al gran peso corporal promedio de estos sujetos, la intensidad relativa de carga para ellos fue la más baja de todos los protocolos diseñados.

En cuanto al comportamiento del lactato en el final de la preparación física general, (**Figura 15**), todas las categorías presentaron concentraciones más bajas, pero siendo los sujetos Ligeros y Medianos, los que mayores diferencias de concentraciones de lactato mostraron en cada escalón de carga con respecto al inicio de la etapa, lo que indica el predominio de un metabolismo más aerobio en estos sujetos. Nuevamente los sujetos pesados de más de 110 Kg. de peso, seguidos de los pesados, presentaron las menores diferencias, como expresión, (dentro de la mejoría experimentada), de un metabolismo más anaerobio que las restantes categorías.

Finalmente en la **Figura 16** se presenta el comportamiento comparativo durante la etapa estudiada de entrenamiento, del porcentaje de recuperación de la frecuencia cardíaca en la pausa establecida en el test, en todas las categorías de peso. Los resultados tienen una adecuada correspondencia con todo lo anteriormente planteado en relación al rendimiento funcional de los luchadores de las diferentes categorías de peso ; es decir, se observa que fueron los sujetos Ligeros, los que mayores porcentajes de recuperación presentaron en los dos momentos estudiados de la etapa, mientras que los sujetos pesados de más de 110 Kg., aunque mostraron porcentajes altos de recuperación al inicio de la preparación general, lo que hacemos dependiente al menor nivel de carga relativa de acuerdo a su peso que tuvieron que vencer durante la prueba básica, sin embargo, al final de la etapa, fueron quienes menos mejoraron su capacidad de recuperación, lo que indica un menor impacto endógeno del entrenamiento sobre el sistema cardiovascular.

En relación con los luchadores medianos y pesados, aunque mostraron un comportamiento muy parejo al FPFG sin embargo los medianos mostraron una capacidad de recuperación relativamente mayor en relación al inicio de la etapa que los Pesados.

La **Figura 17** muestra el comportamiento de la frecuencia cardíaca en los judokas, durante la prueba de esfuerzo submaximal, tanto al inicio como al final de la preparación física general. Se observa, que en general no se produjeron adaptaciones cardiovasculares manifiestas, a diferencia de lo que pudimos apreciar en mayor ó menor medida en los deportistas cubanos, de las diferentes especialidades de combate y similares categorías de peso, incluso , en el caso de

los judokas pesados, así como en los pesados de más de 110 Kg. y también discretamente en los medianos, lejos de mejorar, empeoraron en cuanto a la eficiencia cardiovascular demostrada en la última prueba, con respecto al inicio de la preparación general, todo lo que hacemos dependiente a las irregularidades que presentaron durante el proceso de entrenamiento y a las que ya nos hemos referido con anterioridad.

En la **Figura 18** se muestra el comportamiento de las diferencias de frecuencia cardíaca entre el inicio y final de la preparación general, durante los escalones de carga del test, y en todas las categorías de peso en los judokas. Se observa que fueron precisamente los judokas de categoría pesados los que más aumentaron la frecuencia cardíaca, seguidos de los pesados de más de 110 Kg. y de los medianos, en relación al inicio de la etapa, lo que denota una disminución de la eficiencia cardiovascular de estos sujetos al final de la etapa.

La categoría ligeros presentó cierto grado de variabilidad del ritmo cardíaco, alrededor de las cifras obtenidas durante la primera medición, con desviaciones tanto en sentido positivo como negativo de esta variable, lo que no permite emitir ningún criterio certero acerca de la existencia de una adaptación cardiovascular que resulte del todo favorable para evaluar la aptitud cardiovascular de estos deportistas durante la etapa general de la preparación, aunque en realidad fueron los que mejor se comportaron. Igualmente hacemos dependiente este comportamiento a un proceso de entrenamiento que en muchos casos no tuvo una sistematicidad adecuada, debido a que la prioridad para estos deportistas lo constituye el trabajo, y por tal razón provocando con una gran frecuencia

afectaciones necesarias en la planificación metodológica del mismo , lo que impidió en una gran medida un cumplimiento adecuado de los principios biológicos del entrenamiento, a pesar de los esfuerzos realizados por el entrenador cubano que tuvo a su cargo la preparación de estos deportistas.¹¹⁸

*En la **Figura 19** se representa el comportamiento comparativo durante la etapa de entrenamiento, del porcentaje de recuperación de la frecuencia cardiaca en las pausas establecidas en el test de los judokas. Como se aprecia, los porcentajes de recuperación de la frecuencia cardiaca durante las pausas, son los mas bajos de todo el grupo de deportistas estudiados, lo que hacemos dependiente de dos factores que podrían estar condicionando los resultados; por un lado, a la brevedad de la pausa realizada, que solo fue de 15 segundos en comparación con las realizadas en los restantes protocolos, pero por otro lado también es manifiesto que el bajo nivel de aptitud cardiovascular de estos judokas indudablemente influyó en los resultados obtenidos.*

*En la **Tabla 6** se ofrecen los resultados obtenidos para los coeficientes de correlación intragrupo de las mediciones de frecuencia cardiaca realizadas en cada escalón de carga y durante cada una de las pruebas efectuadas por deporte, con un nivel de confiabilidad de un 95%.*

Aunque en realidad no existe un valor concreto del coeficiente que permita considerar una prueba mas ó menos confiable, los valores mas cercanos a la unidad hablan a favor de una mayor confiabilidad de los resultados, considerándose los coeficientes > 0,90 muy buenos , entre 0,80 - 0,90 buenos, entre 0,70 – 0,80 aceptables y por debajo de 0,70 inaceptables.²³ Sin embargo como ha sido referido

por Zatsiorski en su libro de Metrología Deportiva²⁴ el análisis final debe depender de las conclusiones a que puedan arribarse sobre la base de la aplicación de las pruebas a los sujetos.

Teniendo en cuenta este criterio, consideramos, que de acuerdo a los resultados obtenidos, de la aplicación de los protocolos en los dos momentos estudiados de la preparación de los deportistas, así como a los valores obtenidos para los coeficientes de correlación ínterelementos alcanzados como medida de la consistencia interna de los protocolos diseñados según deportes, podemos afirmar que la confiabilidad de los protocolos es adecuada. Este nivel de confiabilidad alcanzado nos informa indirectamente de cuan homogéneos resultaron los incrementos de carga por escalones provocando modificaciones de la frecuencia cardíaca que dependieron fundamentalmente de la norma de reacción individual de cada sujeto, en dependencia del nivel de adaptaciones funcionales alcanzadas. Esto nos permitió discriminar entre los diferentes comportamientos que tuvo la frecuencia cardíaca en las distintas categorías de peso, tal y como analizamos con anterioridad.

Si tenemos en cuenta que las pruebas fueron realizadas en condiciones de laboratorio, con todas las variables ambientales controladas así como con un protocolo completamente estandarizado, realizado por el mismo investigador, se comprende fácilmente que el error aleatorio se redujera.

Como puede observarse, los valores más bajos del coeficiente se obtuvieron en la Lucha Greco-romana.

De acuerdo con Capote y Zatsiorsky^{23,24} la longitud del test es uno de los factores que más afectan el nivel de confiabilidad y como sabemos, fue precisamente el

protocolo de los luchadores de grecorromana el que menor número de escalones presentó y consecuentemente un menor número de observaciones de la frecuencia cardiaca fueron analizadas.

En general, los valores del coeficiente de correlación se mantuvieron dentro de un rango bastante cercano en las dos pruebas realizadas a pesar de que la variable objeto de estudio, es una variable que tiende a cambiar con el tiempo debido al entrenamiento, y dicha evolución puede diferir como hemos visto, marcadamente de un sujeto a otro. No obstante en general, los cambios producidos durante la etapa, han sido en una gran medida los esperados, lo que habla a favor de la estabilidad de las pruebas realizadas para el diagnóstico del rendimiento funcional de los deportistas.

Podemos terminar planteando que el ritmo al que el metabolismo aerobio anaerobio puede suministrar energía durante la realización de un ejercicio incremental, depende de dos factores: de la capacidad de los tejidos para utilizar el oxígeno en la combustión de los sustratos y de las capacidades combinadas de los diferentes elementos que participan en el sistema de transporte de oxígeno, donde las funciones de los sistemas cardiovascular y respiratorio resultan esenciales. Ambos procesos son susceptibles de sufrir adaptaciones como consecuencia del entrenamiento, las que a su vez, pueden ser evidenciadas en mayor ó menor medida en dependencia de diversos factores, tales como régimen de entrenamiento, duración del mismo, niveles previos de adaptación fisiológica y metabólica de los sujetos en dependencia de su edad deportiva , entre otros. Por lo tanto, de acuerdo con lo anterior podemos concluir que:

Conclusión parcial:

Las modificaciones sufridas por la frecuencia cardíaca, las concentraciones de lactato, así como los porcentajes de recuperación de la frecuencia cardíaca durante las cargas submáximas, en las diferentes categorías de peso y en cada una de las especialidades de combate estudiadas, fueron suficientes para apoyar el hecho de que la aplicación de la metodología diseñada, resultó útil para ponerlas en evidencia, y por tanto para caracterizar a sujetos con diferente nivel de preparación física, alcanzado durante la etapa estudiada del macrociclo, lo que resulta un elemento probatorio de su confiabilidad y capacidad discriminativa.

Tarea III.4: Comportamiento de variables e indicadores funcionales en el esfuerzo máximo y su relevancia para el diagnóstico del rendimiento funcional aerobio anaerobio en deportistas de combate.

Como fue expuesto en la formulación del problema fundamental que dio lugar a la realización de éste trabajo, no solo resultaba indispensable buscar una metodología confiable que permitiera adecuar el diagnóstico funcional del rendimiento a las limitaciones tecnológicas existentes, sino también, resultaba necesario comprobar el comportamiento y de ésta forma la relevancia de las variables e indicadores mas utilizados durante el esfuerzo máximo, empleando la metodología diseñada y así perfeccionar aun más los métodos indirectos de diagnóstico en condiciones de laboratorio.

Con el desarrollo de esta tarea pretendemos analizar el comportamiento de las variables e indicadores funcionales mas utilizados en el esfuerzo máximo,

destacando la relevancia de aquellos que mayor información brinden para evaluar, con la metodología empleada el rendimiento aerobio anaerobio y la eficiencia cardiovascular de los deportistas de combate

*La **Figura 20** muestra el comportamiento de la frecuencia cardiaca máxima alcanzada según especialidades deportivas y categorías de peso.*

Se observa que en todas las especialidades y categorías de peso, las frecuencias cardiacas máximas alcanzadas estuvieron en un rango comprendido entre 170 – 198 lat / min., siendo el boxeo el deporte que mostró los valores más bajos, en todas las categorías de peso y en las dos pruebas realizadas en el macrociclo.

Las cifras ligeramente bajas de frecuencia cardiaca observadas al final de la prueba de esfuerzo, principalmente en el boxeo, están condicionadas de acuerdo a nuestro criterio por diversos factores, como son, en primer lugar la realización de trabajos interválicos de 2 ó 3 minutos de duración con pausas de 15 y 30 segundos y hasta de un minuto entre escalones como es el caso del boxeo, lo que implica un esfuerzo menos sostenido con una mayor posibilidad de recuperación cardiovascular entre las pausas⁴, en deportistas, por lo demás de Alto Rendimiento. Por otro lado, el tipo de ergómetro utilizado es también un factor a considerar, ya que es conocido que la bicicleta ergométrica, aunque tiene ventajas en relación a una estera rodante, en cuanto a que facilita el registro de las variables fisiológicas, tiene el inconveniente de requerir durante el esfuerzo una masa muscular activa mas pequeña^{42,43} lo que acelera la fatiga muscular local de los músculos del cuadriceps,⁶⁴ y precipita el fin del ejercicio, aún cuando desde el punto de vista cardiovascular, éste sistema no haya llegado al límite de sus posibilidades funcionales. La posición asumida en la bicicleta

y la forma de pedaleo utilizada por los sujetos ¹¹⁹⁻¹²³ podrían ser también elementos contribuyentes a obtener frecuencias cardíacas muy variables al final de la prueba.

Por todas estas razones nos inclinamos a pensar que en este estudio, la frecuencia cardíaca máxima alcanzada en la mayoría de los deportistas, más que ser la frecuencia cardíaca máxima real resultó ser la frecuencia cardíaca final alcanzada durante el esfuerzo, lo que no permite a su vez descartar la posibilidad de que para algunos de ellos haya coincidido efectivamente con la máxima predicha ò incluso llegara a sobrepasarla en otros casos.

Igualmente, vale la pena comentar que aunque generalmente se ha planteado que la frecuencia cardíaca máxima no es susceptible de modificarse con el entrenamiento, trabajos relativamente recientes apuntan a que puede ocurrir como consecuencia del entrenamiento, una ligera disminución de ésta. ¹²⁴⁻¹²⁸ Si tenemos en cuenta que todos los deportistas declararon una edad deportiva entre los 8 y 14 años (cubanos) y de 5 años promedio en judokas guatemaltecos, es fácil entender que en la mayoría de los casos estudiados se observe una tendencia similar al FPPG, con excepción de lo observado en los sujetos pesados de judo, quienes mostraron una tendencia opuesta.

La tendencia a incrementarse la frecuencia cardíaca máxima al final de la etapa de en los judokas pesados, lo relacionamos, en primer lugar con una mala aptitud cardiovascular alcanzada durante la etapa por estos deportistas, tal y como fue puesto en evidencia en la Tarea III.3 del presente capítulo, ya que éstos sujetos desarrollaron el test submáximo con frecuencias cardíacas mas altas en iguales escalones de carga al FPPG, a lo que se suma una discreta tendencia a mejorar su

desempeño en este momento del estudio, pero lo que evidentemente lograron con una menor eficiencia cardiovascular y posiblemente con una mayor contribución de energía anaerobia.

A pesar de que las frecuencias cardíacas máximas alcanzadas resultaron a nuestro juicio ligeramente bajas en términos absolutos en muchos deportistas, sin embargo, en todas las pruebas realizadas su valor porcentual en relación a la frecuencia cardíaca máxima predicha según la edad, estuvo muy próximo o superó el valor del 90% (**Figura 21**), valor puede considerarse aceptable en estos deportistas y por lo tanto se asume como cumplido uno de los criterios establecidos para poder considerar como máximo el esfuerzo realizado,^{20,22,56} y útiles por lo tanto los resultados para determinar el rendimiento funcional de los sujetos.

Las **Figuras 22 y 23** muestran los valores promedios de las concentraciones de lactato en sangre al 3er. y 5to. minutos de la recuperación, en cada uno de los deportes estudiados, al inicio y final de la preparación general respectivamente.

En la **Figura 22** se observa como al IPFG todos los deportistas, arrojaron cifras de lactato por encima de los 8 mmol/l a los 3 minutos de la recuperación excepto los boxeadores pesados y superpesados y los luchadores pesados de mas de 110 Kg. de peso corporal (7,5 y 7.8 mmol/l respectivamente) pero alcanzándose también en estos sujetos los valores de 8 mmol/l a los 5 minutos de la recuperación, lo que es otro criterio a tener en cuenta para considerar que la prueba de esfuerzo realizada representó un esfuerzo máximo para todos los deportistas estudiados.^{20,22,56}

Aunque la dosificación de las cargas para los deportistas resultó bastante proporcional, entre las diferentes categorías de peso, y especialidades deportivas, no obstante en los boxeadores, y luchadores pesados de mas de 110 Kg. se encontraron las concentraciones mas bajas de lactato durante la recuperación, en IPFG, lo que a nuestro juicio está provocado por factores diferentes en ambos deportes.

En el caso de la lucha grecorromana, las bajas concentraciones de lactato están condicionada por una intensidad de carga relativa al peso promedio de la categoría muy baja, tal y como ya analizamos en la Tarea III.1 de este trabajo.

*En el caso del boxeo, consideramos que este resultado está determinado por la existencia en estos deportistas de un metabolismo de base mas aerobio, como consecuencia de las características propias del combate, así como del entrenamiento que habitualmente realizan, lo que es de suponer, pues los protocolos de boxeo y judo fueron los que presentaron un mayor rigor del índice carga/peso durante todo el test submàximo, (**Figura 3**) por lo que en realidad podrían haberse esperado, concentraciones de lactato mas altas de no haber existido adaptaciones metabólicas previas en los boxeadores. No se puede descartar tampoco, que la existencia de una pendiente mas atenuada de incremento de la carga en los escalones del protocolo básico de boxeo pudiera también en alguna medida influir en este resultado.*

*También se aprecia en la **Figura 22** que al IPFG, mientras que en todos los luchadores (excepto los de mas de 110 Kg.) las concentraciones de lactato tendieron a ser ligeramente menores en el 5to minuto, en las restantes disciplinas y categorías se observan valores ó muy similares de lactato al 3er y 5to.minutos (boxeadores*

ligeros), ó valores que tienden a ser ligeramente mayores hacia el 5to. minuto, (resto de los boxeadores y en los taekwondokas), es decir se observa heterogeneidad en la cinética del lactato durante la recuperación, en el momento inicial de la preparación general.

En relación con esto, debemos señalar, que la interdependencia de los tres procesos de liberación de energía da como resultado el aumento de la participación del metabolismo anaeróbico a medida que aumenta la intensidad del ejercicio, lo que acaba estimulando el ritmo de la glucogenolisis, la que supera la capacidad del metabolismo aeróbico para hacer frente a la producción de ácido pirúvico, y las cantidades en aumento se transforman en ácido láctico, y como consecuencia de esto los iones disociados de hidrógeno y lactato acaban difundiendo del músculo al fluido extracelular y al plasma.^{57,91,129-135}

Sin embargo, la concentración de lactato en sangre no es una simple correlación de la cantidad de lactato producida, ya que el lactato puede también ser utilizado como un combustible para las reacciones aeróbicas en el tejido productor ó en otros músculos y órganos, puede ser utilizado como un precursor en el hígado para la formación de glucosa, ó puede almacenarse como glucógeno ó grasa.¹³¹

Por consiguiente la concentración sanguínea de lactato refleja el desequilibrio entre la cantidad que se está produciendo y la que se está removiendo de éstos, lo que también puede en una gran medida ser modificado por el entrenamiento.^{91,92,113}

Luego, la tendencia observada en una gran cantidad de deportistas a aumentar ligeramente las concentraciones de lactato hacia el 5to. minuto de la recuperación,

nos hace inferir un predominio del metabolismo energético de tipo anaerobio, para poder vencer las cargas que van aumentando hasta provocar el agotamiento durante la prueba de esfuerzo realizada al inicio de la etapa. El comportamiento diferente mostrado por los luchadores (excepto los de más de 110 Kg.) reafirma una vez más lo que se ha venido planteando, de que la intensidad relativa de la carga en relación a los pesos promedios de los sujetos en esta especialidad, resultó discretamente baja, por lo que el metabolismo oxidativo fue más utilizado para la producción de energía en estos sujetos.

*Los valores más bajos de lactato obtenidos al FPPG (**Figura 23**), así como la tendencia apreciada en la mayoría de los sujetos en todas las categorías y especialidades a que disminuyeran los valores al quinto minuto de la recuperación (con excepción de los boxeadores pesados, luchadores de mas de 110 Kg. y mas discretamente en taekwondokas pesados,) denota un trabajo en condiciones mas aeróbicas como era de esperar al final de la etapa, lo que puede ser atribuido a las adaptaciones metabólicas producidas por el entrenamiento, durante la etapa de preparación general.¹³⁴*

*En la **Figura 24**, se muestra el comportamiento del índice máximo carga / peso de las diferentes categorías y especialidades de combate al finalizar la prueba de esfuerzo en los dos momentos estudiados de la preparación general del macrociclo.*

Se observa que fueron los sujetos de categorías ligeros y medianos en general, a diferencia de los sujetos de categorías mas pesadas, los que alcanzaron los valores mas altos de éste indicador, tanto al inicio como al final de la etapa, lo que habla a favor de un mejor desempeño de éstos sujetos durante la prueba máxima, a pesar de

haber estado sometidos a un régimen de cargas ligeramente mas alto que el resto de las categorías durante la parte submáxima del protocolo.

También se aprecia como en boxeadores Ligeros y Medianos, así como en todos los luchadores, y judokas Ligeros, se encontraron tendencias a que el valor del índice mejorara al FPPG., lo que habla a favor de un mejor desempeño de estos sujetos al final de la etapa. Sin embargo los boxeadores pesados y superpesados, así como los taekwondokas, permanecieron sin modificaciones ostensibles en los dos momentos estudiados, mientras que los judokas de las restantes categorías mostraron tendencia a disminuir este valor al final de la preparación general, lo que apunta a un peor rendimiento funcional de estos últimos sujetos durante la etapa estudiada.

El test de los rangos con signos de Wilcoxon realizado para comparar el índice carga peso entre el inicio y final de la preparación general, dentro de una misma categoría y deporte, solamente arrojó diferencias estadísticamente significativas para un nivel de $p \leq 0,05$ en los boxeadores y luchadores ligeros y medianos.

*En la **Figura 25** aparecen los resultados del MVO₂ por categorías de peso, en el inicio y final de la preparación general, en los cuatro deportes estudiados, observándose como el valor de este indicador fue aumentando en la medida que aumentaba el peso de la categoría, como expresión de un mayor peso corporal, y masa muscular presente en los deportistas de las categorías de peso mas elevadas; además se puede observar que fueron los judokas de todas las categorías, los que presentaron valores ligeramente mas altos al inicio de la etapa, lo que hacemos en una gran medida dependiente a una condición natural que tienen los deportistas guatemaltecos y que es la de vivir y entrenar a una altura de 1200 metros sobre el*

nivel del mar, lo que indudablemente constituye un factor que influye sobre el sistema de transporte de oxígeno constituido por la hemoglobina de los glóbulos rojos, debido al efecto estimulador que tiene la menor presión de oxígeno ambiental, sobre la eritropoyesis.^{66,74-79} Esta condición sin lugar a dudas influyó positivamente sobre la capacidad de desempeño de los sujetos, quienes demostraron (excepto los pesados de mas de 110 Kg) ser capaces de vencer en los dos momentos estudiados, un test que fue el mas exigente de todos en cuanto al número de escalones de carga preestablecidos, así como en el caso de los ligeros y medianos a vencer un nivel de carga adicional considerable, lo que sin lugar a dudas los favoreció en el cálculo indirecto del MVO2²²

En la misma **Figura 25** también se puede observar como los valores obtenidos en la mayoría de las categorías ó fueron similares en los dos momentos estudiados, ò tendieron a ser ligeramente mayores al FPPG. Solo en los judokas guatemaltecos de la categoría pesados de más de 110 Kg., este valor fue menor en el FPPG, lo que estuvo directamente relacionado con el notable empeoramiento de la condición física de estos deportistas durante la etapa lo que provocó malos resultados en la segunda prueba, ya que en promedio la carga máxima vencida al FPPG, fue muy inferior a la carga máxima promedio que lograron vencer al inicio de la preparación general. (Valores promedio de 250 watts vs. 309 watts) lo que sin lugar a dudas fue determinante en los resultados obtenidos. En cuanto al ligero incremento del MVO2 observado en los judokas pesados al FPPG, consideramos que pudo deberse más que a la carga máxima vencida al final de la etapa, a un incremento relativamente

considerable del peso corporal, por cuanto en estos deportistas se apreció también una disminución del índice carga peso al FPF. Igualmente la prueba realizada para buscar diferencias estadísticamente significativas entre el inicio y final de la etapa en cada categoría y deporte solo resultó ser significativa para $p < 0,05$ en boxeadores ligeros y medianos y luchadores medianos y pesados.

No obstante, como ha señalado la Dra. Almenares,⁴ cuando se trata de atletas de alta calificación, los que se encuentran muy cerca de las máximas posibilidades que su dotación genética permite, los cambios que se pueden producir en determinadas variables e indicadores resultan a veces de muy pequeña magnitud, observándose por tanto, de forma reiterada en investigaciones realizadas con atletas de elite, que no siempre un fenómeno manifiesto desde el punto de vista biológico alcanza proporciones tales que puedan ser evidenciadas con la aplicación de los test estadísticos utilizados, por lo que el análisis exploratorio de los datos de acuerdo al criterio de los expertos alcanza en estas condiciones una importancia crucial.

Por tanto teniendo en cuenta este criterio, el cual también compartimos, el hecho de no poder comprobar estadísticamente las diferencias en todas las comparaciones realizadas, no le resta valor en nuestro análisis a las tendencias en general observadas.

En la **Figura 26** se muestran los valores del VO_2 / Kg para los distintos deportes y categorías de peso en los dos momentos estudiados. Los resultados obtenidos para este indicador reflejan en una mejor medida el estado funcional de los sujetos estudiados ya que se trata de deportes donde se compite por categoría de peso por lo que al ser eliminada la influencia del mismo se evidenció claramente el rendimiento

promedio de cada categoría, siendo precisamente los sujetos ligeros, seguido de los medianos, los que arrojaron los mas altos valores como expresión de una mejor potencia aerobia en los dos momentos estudiados. ⁶⁵ Se observa también que aunque los judokas ligeros y medianos alcanzaron los mayores valores de VO₂/Kg, en los dos momentos estudiados, no ocurrió igual en los judokas pesados , los que alcanzaron al inicio de la etapa un valor similar al alcanzado por sujetos de otras categorías y especialidades, lo que en cierta medida podría ser una expresión de la interacción de los múltiples factores que intervienen en los valores del máximo consumo de oxígeno ⁶⁶⁻⁷² y que también pueden influir en la capacidad de desempeño de los sujetos, atenuando el efecto benéfico que representaría, vivir sobre el nivel del mar.

La mayoría de las especialidades y categorías de peso, en el caso de los deportistas cubanos, tendieron a mantener los valores muy similares ó a mejorar discretamente los valores de consumo de oxígeno relativo al peso al final de la preparación general. Sin embargo todos los judokas presentaron una tendencia a valores más bajos. Llama la atención que los judokas pesados aunque lograron superar las cifras del consumo de oxígeno de forma absoluta al final de la preparación general, sin embargo al parecer presentaron un incremento del peso corporal que fue superior al efecto que podría haber representado para el calculo del MVO₂ el vencer una carga mayor al final de la etapa, por lo que al eliminar la influencia del peso , se evidenció un menor valor para el indicador en su forma relativa al FPPG., como expresión de un peor rendimiento funcional al final de la etapa.

A pesar de las tendencias observadas, del aumento de los valores de VO₂ /Kg al FPG, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (p<0.05) para este indicador excepto en boxeadores y luchadores ligeros y medianos y en judokas medianos. No obstante como acabamos de expresar siendo todos los deportistas de Alto Rendimiento, es lógico esperar que los cambios sean pequeños ó tal vez que no se observen en muchos de los deportistas. Por otro lado no se puede obviar el hecho de que el consumo máximo de oxígeno, es un indicador funcional que tiene un techo fisiológico, mas allá del cual no pueden continuar incrementándose los valores ni con el entrenamiento mas riguroso, pues este indicador funcional depende casi en un 70% de la genética, y solo un 30% del entrenamiento, por lo que al ser todos los sujetos incluidos en este estudio, deportistas que han alcanzado ya un adecuado desarrollo de sus capacidades, motrices y funcionales los cambios pueden resultar mas difíciles de apreciar.

Resulta difícil comparar los resultados obtenidos por nosotros, con los de otros autores tanto nacionales como internacionales, en primer lugar porque no hemos encontrado en la literatura internacional estudios similares al nuestro que nos permita establecer la comparación. Solo tenemos como referencia, los valores reportados por Martos⁵¹ (54,2 ml/Kg/min) para boxeadores con peso corporal promedio de 64,6 Kg, y las normas antiguas del Laboratorio de Pruebas de Esfuerzo del Instituto de Medicina del Deporte y que fijan valores entre 55- 60 ml/Kg/min, para deportistas de combate masculinos de 70kgs de peso, pero en ambos casos el Consumo de Oxígeno fue determinado utilizando una estera rodante, y una metodología directa, y sin establecer diferencias entre las categorías de peso; También se han reportado

valores entre 60 y 65 ml/Kg/min por otros autores extranjeros,^{22,136} pero igualmente determinados con metodologías y ergómetros diferentes a los utilizados en este trabajo, y sin realizar distinciones entre las categorías de peso.

Las cifras promedios ligeramente mas bajas de VO₂M/Kg. observadas en algunas categorías de peso en los casos estudiados por nosotros lo hacemos dependiente fundamentalmente al ergómetro utilizado en este estudio, que como ya referimos anteriormente, a la par de provocar frecuencias cardiacas mas bajas , suele utilizar una masa muscular activa mas pequeña por lo que la potencia aeróbica máxima (a partir de la cual se realiza el cálculo del MVO₂/Kg.) no suele ser tan alta cuando se evalúa con la bicicleta, salvo cuando se utiliza en ciclistas muy entrenados ⁴².

El llegar a los niveles de agotamiento va a depender por lo tanto, en una gran medida de la voluntad del sujeto y también del estado de forma de la musculatura que realiza directamente el ejercicio.⁶⁴

Otro de los principales indicadores que tradicionalmente se ha estudiado en el esfuerzo máximo, para a partir de él inferir acerca de la eficiencia cardiovascular de los deportistas, es el Pulso de Oxígeno. Sin embargo, apoyándonos en observaciones realizadas en relación al comportamiento de este indicador, como estimador de la eficiencia cardiovascular, por parte de otros compañeros que nos antecieron en el trabajo con deportes de combate ⁴ y quienes expresaban contradicciones a la hora de interpretar los resultados obtenidos a partir de éste y sobre todo cuando intentaban relacionar sus resultados con los obtenidos en otras pruebas , como por ejemplo las pruebas de terreno; así como nuestra experiencia personal al comenzar a trabajar en este proyecto de investigación con los

boxeadores, decidimos también comprobar el comportamiento de este indicador y contrastar su pertinencia para evaluar la eficiencia cardiovascular de los deportistas que compiten por categorías de peso, frente al Índice de Eficiencia Aerobia.

*En la **Figura 27** se observa el comportamiento del Pulso de Oxígeno en las diferentes categorías de peso, especialidades y momentos estudiados. Se observa que los deportistas de las categorías más pesadas fueron los que presentaron los valores más altos para este indicador, mientras que los ligeros obtuvieron los valores más bajos y los medianos alcanzaron valores intermedios entre las otras dos categorías.*

Estos resultados podrían sugerir criterios erróneos acerca de la aptitud cardiovascular de los deportistas estudiados, ya que los deportistas de categoría pesados serían supuestamente, los que mejor aptitud cardiovascular presentan a diferencia de los ligeros, que arrojaron el peor comportamiento en este sentido. Luego, la relevancia de este indicador falla, a la hora de utilizarlo para inferir acerca de la aptitud cardiovascular de los deportistas estudiados, ya que como hemos podido comprobar a partir de los resultados anteriormente analizados, fueron precisamente los deportistas de categorías pesados y también en alguna medida superpesados los que peor se han comportado en relación a la eficiencia cardiovascular demostrada durante la etapa estudiada.

*En la **Figura 28** se observa el comportamiento de este mismo indicador, pero calculado de forma relativa al peso corporal. Se observa como en estas condiciones los resultados del Pulso de Oxígeno que se obtienen son contrarios a los obtenidos anteriormente, mostrando precisamente los sujetos de categorías más pesadas los*

valores mas bajos, a diferencia de los ligeros , que fueron los que presentaron los valores mas altos de este indicador, seguidos de los de categoría medianos.

También se observa tendencia a que mejoraran los valores hacia el FPPG en todos los deportistas de categoría ligeros y medianos. En los casos restantes, prácticamente no se apreciaron cambios durante la etapa, mientras que en todos los judokas las tendencias del indicador fueron las de disminuir el valor del indicador hacia el FPPG.

Estos resultados muestran una mejor correspondencia con la aptitud cardiovascular demostrada por los deportistas de las diferentes especialidades y categorías de peso durante las pruebas de esfuerzo realizadas, y cuyos resultados fueron analizados en las secciones anteriores de este capítulo.

Como ha podido observarse, el efecto de eliminar la influencia del peso en este indicador, fue adecuado para la interpretación de los resultados funcionales, ya que en estas condiciones, se pudo comprobar que fueron los sujetos ligeros y medianos, los que arrojaron los valores mas altos del mismo en los dos momentos estudiados, como indicativo de una mayor eficiencia cardiovascular, y sin que el efecto del peso pudiera falsear los resultados, como ocurre con el indicador en su forma absoluta.

Consideramos que si bien en muchos deportes el pulso de oxígeno es un indicador adecuado para evaluar la eficiencia cardiovascular, no resulta de igual relevancia en los deportes en los que se compite por categoría de peso y sobre todo cuando se utiliza para evaluar a las categorías de mayor peso, las que generalmente al trabajar menos intensamente, terminan con frecuencias cardíacas finales relativamente mas

bajas, por lo que el indicador puede dar una información errónea acerca de la eficiencia cardiovascular de los sujetos.¹³⁷⁻¹³⁹

Esta situación se ve agravada mas aun si se determina el consumo de oxígeno de forma indirecta y utilizando ecuaciones predictivas en las que éste es estimado a partir del peso corporal y de la carga máxima alcanzada,⁹² ya que los valores que se obtienen de consumo máximo de oxígeno van a estar muy influenciados por el peso corporal de los sujetos.

En la **Tabla 7** aparecen reflejados los resultados de las correlaciones realizadas entre diferentes elementos tenidos en cuenta para la construcción de los protocolos para las pruebas de esfuerzo y los indicadores funcionales utilizados para efectuar el diagnóstico, (con un nivel de significación de $p \leq 0,01$.), como resultado del procedimiento que se siguió para demostrar la validez de constructo de la metodología diseñada.

Como puede apreciarse el elemento "categorías de peso" evidenció una correlación fuertemente significativa y positiva , con el MVO₂, lo que demuestra la influencia del peso sobre la Potencia Aerobia Máxima, tal y como era de esperar, debido a que la ecuación utilizada para su determinación indirecta incluye también a esta variable para el cálculo,⁹² mientras que mostró una correlación fuerte y significativa, pero en sentido negativo, con el Índice Carga Peso y con la Potencia Aerobia Máxima Relativa, lo que corrobora los resultados anteriormente analizados y discutidos en este trabajo acerca de que las categorías de menor peso fueron las que demostraron un mejor desempeño así como un mejor rendimiento funcional aerobio.

Igualmente se observó una correlación negativa aunque débil entre las categorías de peso y la frecuencia cardiaca final, pero sin embargo, como era de esperar a partir de los resultados obtenidos de la correlación entre las categorías de peso y el MVO₂ se obtuvo también una correlación alta y positiva con el pulso de oxígeno absoluto. Sin embargo al correlacionar las categorías de peso con el indicador en su forma relativa, se obtuvo una correlación también aceptable pero negativa, con el Índice de Eficiencia Aerobia lo que indica que efectivamente existe una asociación inversa entre el peso y la eficiencia cardiovascular de los deportistas.

Puede observarse también que no fueron ni la duración del protocolo empleado, ni el número de escalones vencidos elementos determinantes en el rendimiento funcional de los sujetos, no así el índice carga peso al final del último escalón del test básico, elemento éste que refleja, el nivel de dosificación de las cargas impuestas en los "protocolos básicos" , y que también mostró un buen grado de asociación con el índice carga peso máximo así como con la potencia aerobia relativa, y con el Índice de Eficiencia Aerobia, coincidiendo también estos resultados, con los analizados anteriormente pues igualmente reflejan un mejor rendimiento funcional de las categorías menos pesadas de los deportistas.

Aunque en realidad conocemos que la mejor validación que puede hacerse de una metodología indirecta, se logra al comparar los resultados que se obtienen con los obtenidos de la aplicación a los mismos sujetos, de una prueba de esfuerzo utilizando la metodología directa (con análisis de los gases ventilados,) en los momentos actuales esto no resulta posible de realizar.

No obstante los resultados obtenidos de la aplicación de esta metodología, a deportistas de combate con un nivel muy diferente de rendimiento funcional, como lo son los deportistas cubanos y guatemaltecos, así como la capacidad discriminativa que la misma ha demostrado tener, es una forma mas de demostrar la validez de esta para realizar el diagnóstico del rendimiento funcional aerobio anaerobio, con independencia del contexto en el que esta metodología se aplique.

Conclusiones parciales

- Se analizó en el esfuerzo máximo, el comportamiento de indicadores del desempeño, de la Potencia Aerobia Máxima y de la eficiencia cardiovascular con el uso de la metodología propuesta, evidenciándose que, el consumo de oxígeno relativo al peso y el Índice de Eficiencia aerobia resultaron ser indicadores mas relevantes para evaluar la Potencia Aerobia y la eficiencia cardiovascular de los deportistas que compiten por categorías de peso.*
- La capacidad discriminativa demostrada por los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología propuesta en deportistas que presentaron niveles diferentes de asimilación de las cargas durante la etapa de entrenamiento, demuestra su validez para efectuar el diagnóstico del rendimiento funcional aerobio anaerobio de los deportistas de combate.*

OBJETIVO ESPECIFICO 3. Establecer normas por rangos para evaluar según categorías de peso, el rendimiento aerobio y la eficiencia cardiovascular de los deportistas de combate durante la etapa de preparación general del macrociclo.

Tarea III. 5: Confección de Normas evaluativas para el VO₂/Kg y el Índice de Eficiencia Aerobia.

No es posible concluir un estudio en el que se ha propuesto una nueva metodología para determinar el rendimiento funcional de los deportistas de combate de alto rendimiento, sin proponer paralelamente un instrumento evaluativo que permita informar a los médicos de equipos deportivos, entrenadores y hasta los propios deportistas, como han sido asimiladas las cargas físicas, y si se han cumplimentado los objetivos metodológicos propuestos para la etapa de entrenamiento.

Tal y como ya hemos planteado al inicio de este trabajo, las normas existentes en el laboratorio, de Pruebas Funcionales, del IMD, cuentan ya con bastante tiempo de establecidas, y además fueron hechas en base a resultados obtenidos con una metodología diferente a la que proponemos en este trabajo. Como es lógico suponer cada metodología para la realización de las pruebas, debe contar con su sistema propio de evaluación, el que debe revisarse periódicamente y por tanto ser moderno ó actual.

Por otro lado, como ya hemos expuesto en el capítulo de Diseño Metodológico de la Investigación, nuestro estudio incluyó al universo de deportistas cubanos de combate de los equipos Nacionales de Boxeo , Lucha grecorromana, y Taekwondo , y por tanto consideramos que nuestros sujetos de estudio constituyen una “muestra obligada”,(es decir no hay mas sujetos de los que están incluidos en el estudio ,) y por tanto la representatividad es adecuada.

No fueron incluidos para la confección de las Normas los resultados obtenidos de la evaluación funcional realizada a los judokas guatemaltecos, por existir entre ellos y los deportistas cubanos, diferencias marcadas , tanto, desde el punto de vista de la edad cronológica y deportiva, así como diferencias constitucionales, medioambientales, nutricionales, y del régimen de entrenamiento que llevan y consecuentemente de los resultados funcionales demostrados durante la etapa del entrenamiento que se evaluó, todo lo cual podría haber introducido un grave error a la hora de emitir un criterio evaluativo para los deportistas cubanos.

En las **Tablas 8 y 9**, aparecen las normas de percentiles que se confeccionaron para evaluar el VO₂M / Kg., como indicador de la potencia aerobia relativa, así como para el Índice de Eficiencia Aerobia como indicador de la eficiencia aerobia ò cardiovascular de los deportistas cubanos de combate.

Las **Figuras 29 y 30** muestran los resultados de las evaluaciones realizadas para estos indicadores, en los deportistas cubanos al final de la preparación general, observándose, una adecuada correspondencia general con los resultados que hemos venido comentando, es decir , fueron los sujetos Ligeros, así como los Medianos los que también en el esfuerzo máximo demostraron los mejores resultados en cuanto al porcentaje de sujetos evaluados de Bien (B) y Muy Bien (MB) , (a diferencia de los sujetos pesados y superpesados.)

No pretendemos que las normas que hemos confeccionados se constituyan en normas definitivas para evaluar en el futuro a todos los deportistas de combate de alto rendimiento, por cuanto las normas en realidad resultan relevantes cuando se aplican solo al universo para el cual fueron elaboradas.²⁴ Sin embargo, no es menos

cierto que las mismas por tener una buena representatividad, pueden constituir un patrón de referencia ó de comparación, al menos durante los próximos años, cuando se necesite determinar el rendimiento funcional de deportistas de combate, de preselecciones nacionales y equipos juveniles y siempre que se utilice la metodología propuesta.

Finalmente podemos concluir que el limitado requerimiento de recursos, el adecuado costo beneficio arrojado para la evaluación funcional, así como la validez , fiabilidad y nivel de precisión demostrado por la metodología propuesta determinan que la misma tenga un alto nivel de aplicabilidad, en deportistas de combate de alto rendimiento .

Conclusiones parciales:

- Se confeccionaron normas en base a los percentiles para el Consumo de oxígeno relativo al peso y para el Índice de Eficiencia Aerobia en cada categoría de peso, para evaluar el rendimiento aerobio y la eficiencia cardiovascular de los deportistas cubanos de combate.*
- Las normas confeccionadas permitieron discriminar en cada categoría de peso entre deportistas de combate con diferentes niveles de eficiencia cardiovascular y rendimiento aerobio*

CONCLUSIONES GENERALES

CONCLUSIONES GENERALES



1.- Se diseñaron protocolos de pruebas de esfuerzo en velobergómetro, para evaluar el rendimiento funcional aerobio anaerobio en deportistas de cuatro especialidades de combate, con una estructura de esfuerzo en las cargas submáximas que remeda a los "combates tipos" y cuyo nivel de dosificación de cargas impuestas durante el mismo, en relación con las categorías de peso, demostró una adecuada correspondencia con las posibilidades de ejecución de los deportistas.

2.-La confiabilidad, validez y capacidad discriminativa demostrada por la metodología propuesta al ser aplicada a deportistas de combate de diferentes especialidades, así como con diferente nivel de impacto endógeno provocado por el entrenamiento demostró la utilidad de la misma para realizar el diagnóstico del rendimiento funcional aerobio anaerobio de estos deportistas.

3.- Se confeccionaron Normas para evaluar el MVO_2/Kg y el Índice de Eficiencia Aerobia como indicadores del rendimiento funcional aerobio de deportistas cubanos de Combate durante la etapa de preparación física general del macrociclo.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES



- *Aplicar la metodología diseñada para la evaluación funcional de deportistas de combate de equipos juveniles y preselecciones nacionales, en los Centros Provinciales de Medicina del Deporte, ó en el contexto que así se requiera.*
- *Utilizar las normas de percentiles brindadas en este trabajo, como elemento de referencia para evaluar a los deportistas cubanos de combate de Alto Rendimiento que sean estudiados con igual metodología.*
- *Sustituir el indicador Pulso de Oxígeno por el Índice de Eficiencia Aerobia para evaluar la eficiencia cardiovascular de los deportistas de combate.*
- *Valorar la posibilidad de extender este estudio a aquellas especialidades de los deportes de combate que incluyan la rama femenina, realizando los ajustes que resulten necesarios a la metodología propuesta.*
- *En cuanto se dispongan de los recursos tecnológicos necesarios se deberá proceder a la validación de la metodología propuesta comparando los resultados con los que se obtengan a partir del análisis de los gases ventilados.*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



1. MacDougall JD, Howard AW. "The purpose of physiological testing." In: MacDougall JD, Howard AW, Howard JG. (eds). *Physiological testing of the high performance athletes*. 2nd Ed. Canadian Association of Sports Sciences Human Kinetics; 1991. p.1-5
2. Fernández R. "La preparación individual del boxeador". Buenos Aires: *Curso de Solidaridad Olímpica*; 1997.
3. Terrero J. "Valoración funcional del metabolismo aeróbico." *Métodos indirectos. Test de campo*". En: González IJ, Villegas GI (eds). *Valoración del Deportista. Aspectos biomédicos y funcionales*. 1ra Ed. Pamplona: FEMEDE; 1999. p. 482-52
4. Almenares PE. "Evaluación Médico Pedagógica en deportes de Combate". Tesis de Master en Control Médico del Entrenamiento Deportivo. Ciudad de la Habana: IMD; 2000.
5. Bravo BCA. "Evaluación del rendimiento físico". *Sistema LDF*. México: Ed. Kinesis; 2004
6. Ramírez C, Rodríguez A. "Control médico del entrenamiento deportivo en la Lucha." *Folleto de la Asignatura de Control Médico del Entrenamiento Deportivo*. Ciudad de la Habana: IMD; 1993.
7. Vidalin J. "Estudio del Consumo Máximo de Oxígeno en luchadores de Alto Nivel." *Cines* 1983;22 (87): 34-36
8. Rotstein A, Meckel Y. "Estimation of %VO₂ reserve from heart rate during arm exercise and running. *Eur J Appl Physiol*. 2000 Dec; 83(6):545-50.

9. Arratibel J, Keul J. "La frecuencia cardiaca como valor para el diagnóstico del esfuerzo y la orientación del entrenamiento". *Arch Med Dep* 1988; 5 (18): 147-50
10. Bellenger B, Stclair A, Gibson C, Oelofse A. "Energy expenditure of a non contact boxing training session compared with submaximal treadmill running". *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29(12):1653-6
11. Coen B, Urhausen A, Kindermann W. "Verification of the heart threshold ". *Eur J Appl Physiol* 1996 May ; 72(3): 281-82
12. Callister R, Callister RJ, Staron RS, Fleck SJ, Tesch P, Duddley GA "Physiological characteristics of elite judo athletes." *Int J Sports Med* 1991; 12(2): 196-203
13. Ebine K, Yoneda I, Hase H, Aihara K, Aihara M, Akaike M et al "Physiological characteristics of exercise and findings of laboratory test in Japanese elite judo athletes". *Med Du Sports* 1991; 65(2): 73-79.
14. Imamura H, Yhosimura Y, Nishimura S, Nakasawa A, Nishimura C, Shirota T. "Oxygen uptake, heart rate and blood lactate responses during and following karate training". *Med Sci Sports Exerc* 1999 Feb; 31(2):342-7
15. Kheder B, Bouzajen A, Bakath H. « Determination del la consomation d'Oxygene chez les hand-balleurs et judokas tunisiens. » *Med Du Sports* 1993; 57(4):18-19
16. Cottin F, Durbin F, Papelier Y." Heart rate variability during cycloergometric exercise or judo wrestling eliciting the same heart rate level." *EurJ Appl Physiol* 2004 Mar; 91(2-3):177-84
17. Otto M, Holthusen S, Bohn E, Sohnchen N, Willfang J, Geese R et al" Boxing and running lead to a rise in serum levels of S-100 B protein". *Int J Sports Med* 2000 Nov; 21(8) : 551-5

18. Almenares PE, Collazo GB, Rodríguez LE “Aptitud anaerobia en deportistas de combate del sexo femenino” *Rev.int.med.cienc.act.fís.deporte* 2005 Dic;20. Disponible en

<http://cdeporte.rediris.es/revista/revista20/artcombate17.htm>

19. Jakó P. “Physical and psychical characteristics of Hungarian boxers” *Eur Box Magazine* 1983; 5: 28-9.

20. Rodríguez GFA. “Bases metodológicas de la valoración funcional. Ergometría” En: González IJ Villegas GI, (eds.) *Valoración del Deportista. Aspectos biomédicos y funcionales*. 1ra Ed. Pamplona: FEMEDE;1999.p. 235-70

21. Rodríguez GFA. “Fisiología, valoración funcional y deporte de Alto Rendimiento”. *Apuntes Educación Física y Deportes* 1989; 15:14-17

22. Rodríguez GFA, Aragonés MT “Valoración funcional de la capacidad de rendimiento físico”. En: González GJ, (eds) *Fisiología de la Actividad Física y Deporte*. 1ra.Ed. .Madrid: Interamericana Mc Graw Hill; 1992. p.237-274.

23. Capote FA. “Elaboración de un libro sobre construcción y validación de instrumentos de medición para el residente de Bioestadística”. Tesis de Especialista de 1er.Grado en Bioestadística. Ciudad de La Habana: Escuela Nacional de Salud Pública;2002

24. Zatsiorsky VM. “Metrología deportiva”. Moscú: Ed. Planeta; 1989.

25. Dal Monte A.” *Exercise testing and ergometers*” Barcelona: Libro Olímpico de la Medicina Deportiva. CIO-FIMS; 1990.

26. Smith M, Dysom R, Hale T, Hamilton M Kelly J, Wellintong P. "The effects of restricted energy and fluid intake on simulated amateur boxing performance". *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2001 Jun; 11(2):238-47
27. Smith MS, Dyson RJ, Hale T, Janaway L "Development of a boxing dynamometer and its punch force discrimination efficacy". *J Sports Sci* 2000 Jun; 18(6): 445-50
28. Smith MS, Dyson RJ, Hale T, Harrison JH, McManus P. "The effects in humans of rapid loss of body mass on a boxing related task". *Eur J Appl Physiol* 2000 Sept ; 83(1) : 34-9
29. Smith M "Sport specific ergometry and the physiology of amateur boxing". *Doctoral Thesis. University of Southampton* In: Hemming B , Smith M, Graydon J, Dysom R. "Effects of massage on physiological restoration perceived recovery and repeated sports performance". *Br J Sport Med* 2000; 34: 109-114
30. González ME. "El Consentimiento Informado: su aplicación en la investigación biomédica con deportistas de Alto Rendimiento". *Trabajo de Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología presentado en opción a la categoría de Investigador Auxiliar. Ciudad de la Habana.: Fac. Ciencias Médicas "Enrique Cabrera"; 2004*
31. De Feo P, Di Loreto C, Lucidi P, Murdolo G, Parlanti N, De Cicco A et al. *Metabolic response to exercise. J Endocrinol Invest* 2003 Sep; 26(9):851-54
32. Menshikov V, Volkov N. "Factores bioquímicos de la capacidad de trabajo deportiva". *En. Bioquímica. Moscú: Vnesthogizdat; 1990. p. 361-68.*
33. Mojena LD, Almenares PE. "Evaluación médico pedagógica del combate de boxeo". *Tesis de Especialidad de 1er. Grado en Medicina del Deporte. Ciudad de la Habana: IMD; 1999*

34. Sagarra A, Diaz P "Entrenamiento de equipo en el boxeo e instrucción técnica". La Habana : Ed. Pueblo y Educación;1995
35. Domínguez J, Llanos J L. "Entrenamiento de equipo en el boxeo". La Habana : Ed. Pueblo y Educación; 1995
36. Untitled Document. "BOXEO Ultimate stack fitness". Boletín Trimestral 2001Sept; (5). Disponible en <http://.ultimate-stack.es/boletí5/boletín 5b.htm>
37. Menshikov V, Volkov N. Principios bioquímicos de la resistencia y de los métodos de su desarrollo". En Bioquímica. Moscú: Vneshtogizdat; 1990.p. 369-370.
38. Sagarra A. "Boxeo. El PDC en la Escuela Cubana".La Habana: Ed. Científico Técnica; 1988
39. Guillén MM. "Control médico pedagógico de una competencia nacional de judo masculino." Tesis de Master en Control Médico del Entrenamiento Deportivo. Ciudad de la Habana: IMD; 1996.
40. Triana RE. "Evaluación médico pedagógica del combate de taekwondo. Características y normativas." Tesis de Especialidad de 1er. Grado en Medicina del Deporte .Ciudad de La Habana: IMD; 1997.
41. Ghosh A, Goswani A, Ahuja A. "Heart rate and blood lactate response in Amateur Competitive boxing". Indian J Med Res 1995; 102:179-83.
42. Thoden JS. "Evaluación de la potencia aeróbica". En: Mac Dougall DJ, Howard AW, Howard JG (eds).Evaluación fisiológica del deportista .Barcelona : Ed Paidotribo;1989.p. 139-214
43. Melhim A F. "Aerobic and anaerobic power responses to the practice of taekwondo". Br J Sports Med 2001 ; 35: 231-34

44. Okura T, Tanaka K. "Assessment of maximal aerobic and anaerobic power using cycling ergometry." *Nippon Rinsho* Sept 2000 ; suppl 58: 157-61
45. Weston SB, Gobbett TJ. "Reproducibility of ventilation of thresholds in trained cyclist during ramp cycle exercise" .*J Sci Med Sports* 2001 Sept; 4 (3): 357-66
46. Neary JP, Hall K, Bhambhani YN. "Vastus Medialis muscle oxygenation trends during a simulated 20 Km cycle time trial." *Eur J Appl Physiol* 2001 Sept; 85 (5): 427-33
47. Rehrer NJ, Smets A, Reynaert H, Goes E, De Meirleir K" Effect of exercise on portal vein blood flow in man." *Med Sci Sports Exerc* 2001 Sept ; 85 (5): 427-33
48. Kang J, Chaloupka EC, Mastrangelo MA, Biren GB, Robertson RJ "Physiological comparisons among three maximal treadmill exercise protocols in trained and untrained individuals." *Eur J Appl Physiol* 2001 Apr; 84 (4) : 291-5
49. Smith CG, Jones AM. "The relationship between critical velocity, maximal lactate steady-state, velocity and lactate turn point velocity in runners". *Eur J Appl Physiol* 2001 Jul ; 85 1 (2):19-26.
50. Svedahl K, MacIntosh BR. Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. *Can J Appl Physiol* 2003; 28:299–323.
51. Martos E, Jakó P. "Exercise Physiology in Boxing". *Sportvosi Szemle* 1998; 39 (4): 197-220.
52. González ME "Introducción a la Fisiología del Ejercicio. Homeostasis y Sistemas de Regulación". En: *Fisiología del Ejercicio. Recopilación temática del programa docente de la especialidad de Medicina del Deporte. (versión electrónica)* Ciudad de La Habana: IMD; 2003 p. 6-15

53. Allen TW "Exercise physiology: People and ideas". *BrJ Sports Med* 2005; 39:182
54. Smith JE. "Effects of strenuous exercise on haemostasis." *BrJ Sports Med* 2003 ; 37:433-435
55. Gastin PB. "Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise". *Sports Med* 2001; 31(10):725-41
56. López CH J, Calvo F, Fernández VA. "Principios generales de la valoración ergométrica" En: López CH J, Fernández VA (eds.) *Fisiología del Ejercicio 2nd Ed* .Madrid: Ed Medica Panamericana; 1998.p. 247-248.
57. Knight-Maloney M, Robergs RA, Gibson A, Ghiasvand F. et al. "Threshold changes in blood lactate, beat-to-cardiovascular function, and breath-by-breath VO₂ during incremental exercise". *Journal of Exercise Physiology online*. ISSN 1097-9751 An International Electronic Journal 2002 August; 5 (3). Disponible en <http://www.asep.org/jeponline/JEPHome.php>.
58. Blain G, Meste O, Bouchard T ,Bermon S. "Assessment of ventilatory thresholds during graded and maximal exercise test using time varying analysis of respiratory sinus arrhythmia" *Br J Sports Med* 2005; 39:448-52.
59. Garrido CHR, González ML "Valoración cualitativa de la prueba de esfuerzo". *Rev Digital*. Buenos Aires 2004 Año 10 No 71 abril. Disponible en <http://www.efdeportes.com>.
60. Fritz Z. "Entrenamiento de la Resistencia .Fundamentos, Métodos y dirección del entrenamiento" .Barcelona: Ed. Martínez Roca SA; 1991
61. Pigozzi F, Spataro A, Alabiso A, Parisi A, Rizzo M, Fagnani F et al. "Role of exercise stress test in master athletes".*Br J Sports Med* 2005 ; 39 : 527-531

62. Dwyer DB. "A standard method for the determination of maximal aerobic power from breath-by-breath VO_2 data obtained during a continuous ramp test on a bicycle ergometer". *Journal of Exercise Physiology online*. ISSN 1097-9751 *An International Electronic Journal* 2004; October: 7 (5). Disponible en <http://www.asep.org/jeponline/JEPHome.php>.
63. Warren, J E. "Consumo Máximo de Oxígeno: ¿Qué es? ¿Cómo se desarrolla?" *PubliCE Standard*. 2003 Nov; Pid: 212. Disponible en <http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Home.asp>.
64. Terrero CJ, Fernández VA. "Consumo de oxígeno, bases fisiológicas y aplicaciones." En: López ChJ, Fernández VA (eds.) *Fisiología del ejercicio*. 2da. Ed. Madrid: Ed. Med Panamericana; 1998.p. 247-256
65. Swain D, Franklin B. "VO₂ Reserve and the minimal intensity for improving cardiorespiratory fitness". *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 152 – 7
66. González ME, Sánchez A "Sistema de Transporte de Oxígeno. En: *Fisiología del Ejercicio. Recopilación temática del programa docente de la especialidad de Medicina del Deporte*. (versión electrónica) Ciudad de La Habana: IMD; 2003.p. 79-148
67. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY. "Facilitación del Consumo de Oxígeno por la Acción de la Acidosis Láctica durante el Ejercicio." *PubliCE Standard*. 2003. Oct; Pid: 201. Disponible en <http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE /Home.asp>.
68. Grassi B "Skeletal muscle VO₂ on Kinetics: Set by O₂ delivery or by O₂ utilization?" *New insights into an old issue. Med Sci Sports Exerc* 2000; 32:108

69. Richardson RS. "What governs skeletal muscle VO₂Max? New evidence". *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 100
70. Richardson RS, Harms CA, Grassi B, Hepple RS. "Skeletal muscle: master or slave of the Cardiovascular System". *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 89
71. Hepple RT. "Skeletal muscle: microcirculatory adaptation to metabolic demand." *Med Sci Sports Exerc* 2000 ;32:117
72. Bassett DR, JR, Howley ET "Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance." *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32:70
73. Bailey D M, Castell L M, Newsholme E A, Davies B. "Continuous and intermittent exposure to the hypoxia of altitude: implications for glutamine metabolism and exercise performance ". *Br J Sports Med* 2000; 34: 210-12
74. Hallagan LF, Pigman EC. "Altura: Aclimatación a Alturas Intermedias". *PubliCEStandard*. 2004 Oct; Pid: 366. Disponible en <http://www.sobrentrenamiento.com/PubliCE/Home.asp>.
75. Mairbaurl H "Red blood cell function in hypoxia at altitude and exercise". *Int J Sports Med* 1994 Feb; 15 (2): 51-63.
76. Samaja, M." Blood gas transport at high altitude." *Respiration* 1997; 64(6): 422-8.
77. Heinicke K, Prommer N, Cajigal J, Viola T, Behn C, Schmidt W. "Long-term exposure to intermittent hypoxia results in increased hemoglobin mass, reduced plasma volume, and elevated erythropoietin plasma levels in man." *Eur J Appl Physiol* 2003 Feb; 88(6):535-43.

78. [Heinicke K](#), [Heinicke I](#), [Schmidt W](#), [Wolfarth B](#) A three-week traditional altitude training increases hemoglobin mass and red cell volume in elite biathlon athletes. *Int J Sports Med*. 2005 Jun; 26(5):350-5.
79. Sharp C. "Exercise at altitude." *Br. J. Sports Med* 2000 October; 34(5):404- 6
80. Astorino TA, Rietschel J C, Tam P a, Taylor K, Johnson S M, Freedman T P, et al. "Reinvestigation of optimal duration of VO₂MAX testing". *Journal of Exercise Physiology online*. ISSN 1097-9751 An International Electronic Journal 2004 Dec; 7 (6) Disponible en <http://www.asep.org/jeponline/JEPHome.php>
81. López CH J, Fernández VA. "Otros parámetros ergométricos." En su: López CH J, Fernández VA (eds.). *Fisiología del ejercicio 2da. Ed. Madrid: Ed. Médica Panamericana ; 1998.p. 271-276.*
82. Weisman JM, Zeballos RJ. "An integrated approach to the interpretation of cardio pulmonary exercise testing". *Clin Chest Med* 1994; 15:421-45.
83. Tjahja IE, Reddy HK, Janicki JS, Weber KT. "Evolving role of cardiopulmonary exercise testing in cardiovascular disease". *Clin Chest Med* 1994; 15:271-85.
84. López SR, López VMV. "El test de tolerancia al ejercicio en neumología". *Salud Militar* 2000 Julio; 22 (1):13-20
85. Padilla PJ, Ojeda CP, Fernández CY, Licea MJ. "Pulso máximo de oxígeno en atletas mexicanos de alto rendimiento." *Rev Inst Nal Enf Resp Mex* 2000;13 (2): 73-80
86. Mellerowicz H. *Ergometría*. Buenos Aires: Ed.Medica Panamericana; 1984
87. Carter H, Grice I, Dekerle J, Hammond AJ, Pringle JS." Effect of prior exercise above and below critical power on exercise to exhaustion". *Med Sci Sports Exerc* 2005 May ;37(9):775-81

88. Burnley M, Doust JH, Jones A. "Effects of prior warm-up regime on severe-intensity cycling performance". *Med Sci Sports Exerc* 2005 May; 37(5):835-45
89. Hajoglou A, Foster C, De Koning JJ, Lucia A, Kenozek TW, Porcari JP "Effect of warm-up on cycle time trial performance". *Med Sci Sports Exerc* 2005 Sep; 37(9):1608-14
90. Astrand PO, Rodahl K. "Fisiología del trabajo físico. Bases Fisiológicas del ejercicio." Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana;1985
91. Mader A, Heck H. Theory of the metabolic origin of anaerobic threshold "Int Journal Sports Med 1986; 7:45-65.
92. Karlson J, Jacobs I."Onset of blood lactate accumulation during exercise as a threshold concept. Theoretical considerations". *Int J Sports Med* 1982; 3:190-201.
93. Wasserman K. "Prediction of oxygen uptake and CO₂ output for any given workload in watts". In. Erich Jaeger (eds.) *Ergoespirometry Seminar .Predicted values for exercise testing. Alemania: Jaeger; 1981. p. 4-6.*
94. CIOMS/OMS "Normas Éticas Internacionales para la Investigación Biomédica en seres humanos." Ginebra: CIOMS/OMS 2002 Disponible en <http://www.bioética.ops.org>
95. Richardson RS "Oxygen transport: and utilization: an integration of the muscle systems." *Adv Physiol Educ* 2003 ; 27 :183-91
96. Billat VL, Boquet V, Slawinsky J, Laffite L, Demade A, Chassaing PA, et al "Effect of a prior intermittent run at VVO₂M on Oxygen Kinetics during an all out severe run in humans." *J Sports Med Phys Fitness* 2000 Sept ;40 (3):185-94

97. Klein RM, Polteiger JA, Zebas CJ. "Metabolic and biomechanical variables of two incline conditions during distance running". *Med Sci Sports Exercise* 1997 Dec; 29(12):1625-30
98. Foster C, De Koning JO, Hettinga F, Lampen J, La Clair KL, Dodge C et al. "Pattern of Energy Expenditure during Simulated Competition." *Med Sci Sports Exercise* 2003 May; 35(5):826-831
99. Serresse Q and cols (1988) "Estimation of the contribution of the various energy systems during maximal work of short duration" *Int J Sports Med* 1988 Dec ; 9(6):456-60
100. Greenhoff PL, Timmons JA. "Interaction between aerobic and anaerobic metabolism during intense muscle contraction" *Exerc Sports Sci Rev* 1998; 26:1-30
101. Hugson RL, Tschakovsky ME, Houston ME. "Regulation of oxygen consumption at the onset of exercise." *Exerc Sports Sci Rev* 2001 Jul; 29 (3): 129-33
102. Scott CB. "Energy expenditure of heavy to severe exercise and recovery". *J Theor Biol* 2000 Nov ; 207(2):293-7
103. Saunders MJ, Evans EM, Arngrimsson S, Allison JD, Cureton KJ "Endurance training reduces end-exercise O₂ and muscle use during submaximal cycling". *Med Sci Sports Exercise* 2003 Feb; 35(2):257-262
104. Carter H, Pringle JM, Boobis L, Jones AM, Doust JH "Muscle glycogen depletion alters oxygen uptake kinetics during heavy exercise". *Med Sci Sports Exerc* 2004 June; 36(6):965-972.

105. Krustrup P, Soderlund K, Mohr M, Bangsbo J "Slow-Twitch fiber glycogen depletion elevates moderate-exercise fast-twitch fiber activity and O₂ uptake." *Med Sci Sports Exercise* 2004 Jun; 36 (6):973-982.
106. Jones AMI, Poole DC: "Oxygen uptake dynamics: From muscle to mouth-An introduction to the Symposium." *Med Sci Sports Exerc* 2005 Sep; 37(9):1542-50.
107. Walsh B, Howlett RA, Stary CM, Kindig CA, Hogan MC "Determinants of oxidative phosphorylation onset kinetics in isolated myocytes." *Med Sci Sports Exerc* 2005 Sep; 37(9):1551-58.
108. Poole DC, Behnke BJ, Padilla, DJ "Dynamics of muscle microcirculatory oxygen exchange." *Med Sci Sports Exerc* 2005 Sept; 37(9):1559-66.
109. Grassi B "Delayed metabolic activation of oxidative phosphorylation in skeletal muscle at exercise onset." *Med Sci Sports Exerc* 2005 Sept ;37(9):1567-73
110. Martin JC, Diedrich D, Coyle EF. "Time course of learning to produce maximum cycling power" .*Int J Sports Med* 2000 Oct; 21(7): 485-7
111. Crawford MH "Physiology consequences of systematic training". *Cardiol Clin* 1992 ; 10(2):209-18
112. Loveless D J. "Maximal Leg-Strength Training Improves Cycling Economy in Previously Untrained Men". *Med Sci Sports Exerc* 2005 July; 37(7):1231-36
113. Beneke R, Leithäuser RM, Hütler M "Dependence of the maximal lactate steady state on the motor pattern of exercise." *Br J Sports Med* 2001; 35:192-196
114. Noakes TD "Physiological models to understand exercise fatigue and the adaptations that predict or enhance athletic performance". *Scand J Med Sci Sports* 2000 Jun; 10 (3): 123-45

115. Gall B, Parkhouse W, Goodman D. "Heart Rate Variability of Recently Concussed Athletes at Rest and Exercise." *Med Sci Sports Exerc* 2004 August; 36(8):1269-74.
116. Sandercock GR, Bromley P, Brodie DA. "Effects of Exercise on Heart Rate Variability: Inferences from Meta-Analysis." *Med Sci Sports Exerc* 2005 March; 37(3):433-439.
117. López CHJ, Pardo GJ, Carvajal PA "Efectos fisiológicos del entrenamiento" En: López CHJ, Fernández VA (eds.) *Fisiología del Ejercicio 2nd ed* .Madrid: Ed Médica Panamericana; 1998.P.307-18.
118. Ballesteros JM. "Principios generales del entrenamiento físico". En López CH, Fernández VA (eds.) *Fisiología del ejercicio 2da.ed*. Madrid: Ed Medica Panamericana ; 1998.p. 283-298
119. Mandroukas K, Angeloupoulo N, Christoulas K, Urabas IS "Cardiorespiratory and metabolic responses during straight and bent knee cycling." *J Sports Med Phys Fitness* 2000 Jun; 40(2):145-9
120. Ashe M C, Scroop G C , Frisken P I , Amery C A, Wilkins M A , Khan K M. "Body position affects performance in untrained cyclists". *Br J Sports Med* 2003; 37:441-44
121. Wilborn C, Greenwood M, Wyatt F, Bowden R, Grose D "The Effects of Exercise Intensity and Body Position on Cardiovascular Variables during Resistance exercise." *Journal of Exercise Physiology online*. ISSN 1097-9751 An International Electronic Journal 2004 August; 7 (4) Disponible en <http://www.asep.org/jeponline/JEPHome.php>.

122. MacIntosh BR, Neptune RR, Horton JF "Cadence , power, and muscle activation in cycle ergometry." *Med Sci Sports Exerc* 2000 Jul ; 32(7): 1281-7
123. Lucia A "In professional road cyclist, low pedaling cadences are less efficient". *Med Sci Sports Exercise* 2004; June 36 (6):1048-54
124. Zavorsky GS. "Evidence and possible mechanisms of altered maximum Heart rate with endurance training and tapering." *Sports Med* 2000 Jan; 29 (1)13-26
125. Norton KH, Gallagher KM, Smith SA, Query RG, Welch -O'Connor RM , Raven PB "Carotid baroreflex function during prolonged exercise" *J Appl Physiol* 1999; 87: 339-47
126. Norton KH, Boushel R, Strange S, Saltin B, Raven PB. "Resetting of the carotid arterial baroreflex during dynamic exercise in humans " *J Appl Physiol* 1999 ; 87: 332-8
127. Warburton DER., Haykowsky MJ, Quinney HAR, Blackmore D, Teo KK , Taylor D et al.. "Blood Volume Expansion and Cardiorespiratory Function: Effects of Training Modality." *Med Sci Sports Exercise* 2004 June; 36 (6):991-1000
128. [Ogoh S](#), [Fisher JP](#), [Dawson EA](#), [White MJ](#), [Secher NH](#), [Raven PB](#) "Autonomic nervous system influence on arterial baroreflex control of heart rate during exercise in humans. [J Physiol](#). 2005 Jul; 566 (Pt 2):599-611.
129. Grassi B, "Power and peak blood lactate at 5050 m with 10 and 30s' all out cycling". *Acta Physiol Scand* 2001 Jul ; 172(3):189-94
130. Triplett-McBride T. "Lactic Acid: Understanding the "Burn" During Exercise". *NCSA Performance Training Journal* 2004; 3 (4) 14-16

131. Carretelli P. "Energy sources for muscle contractions." *Int Journal Sports Med.* 1992 ;13: 106-110.
132. Mazza Juan C "Ácido Láctico y Ejercicio" (Parte I). *PubliCE Standard* 2003 Marzo, Pid: 130. Disponible en [http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE /Home.asp](http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Home.asp).
133. Barceló FM. "La acidosis láctica en los deportistas." *PubliCE Standard* 2003 Sep, Pid:189 Disponible en <http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE /Home.asp>.
134. Bergman BC, Wolfel EE, Butterfield GE, Lopaschuk G D, Casazza G A, Horning M A, Brooks G A. "Cinética del Lactato en el músculo activo y en todo el cuerpo después del entrenamiento de resistencia". *PubliCE Standard.* 2003 Jun, .Pid:119 Disponible en <http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE /Home.asp>
135. [Tomlin DL](#), [Wenger HA](#). "The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. [Sports Med.](#) 2001;31(1):1-11
136. Layus PF, Muñoz LMA, Sáez de Viteri Q, Terreros BJL. Distribución por deportes de datos ergoespirométricos. *Arch. Med del Dep* 1990; VII (28):339-43
137. González ME. "Diseño de una Prueba de Esfuerzo para la evaluación funcional del rendimiento en Boxeadores Cubanos de Alto Rendimiento" Tesis de Master en Control Médico del Entrenamiento Deportivo". Ciudad de la Habana: IMD; 2002
138. Simón AK. "Diagnóstico funcional del rendimiento en deportistas cubanos del equipo nacional masculino de Taekwondo en el macrociclo 2003". Tesis de

Master en Control Médico del Entrenamiento Deportivo. Ciudad de la Habana:

IMD; 2003

139. *Uvelino MP" Diagnóstico del rendimiento aerobio- anaerobio en condiciones de laboratorio de luchadores cubanos del equipo nacional de Lucha Greco Romana".*

Tesis de Especialista de 1er. Grado en Medicina del Deporte. Ciudad de la

Habana: IMD; 2004

*PRODUCCIÓN CIENTÍFICA
SOBRE EL TEMA DE LA
TESIS*

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE EL TEMA DE LA TESIS.

1. **González ME**, Amaro CH, Gómez R. “Comportamiento del rendimiento aeróbico anaeróbico en un grupo de jóvenes que practican natación”. *Rev Cub Inv Biomed* 1998; 17(3):198-99
2. **González ME**, Castellanos DP, Almenares PE.” Determinación indirecta del Máximo Consumo de Oxígeno”. Estudio Comparativo de tres métodos. *Rev Digital. Buenos Aires* 2002 Año 8 no 46 marzo. Disponible en <http://www.efdeportes.com>.
3. **González ME**, Almenares PE, Nicot BG, Gutiérrez, Bartolo L, Herrera J. “Diseño de una prueba de esfuerzo para evaluar el rendimiento en boxeadores cubanos de elite.” *Rev. Cub de Medicina del Deporte*. 2004; 1 (2) ISSN 1728-92X
4. **González ME**, Almenares PE, Amaro CHJR. Pulso de Oxígeno relativo al Peso Corporal como indicador de la Eficiencia Cardiovascular en boxeadores cubanos de elite. *Revista Arrancada* 2005; 8 : 39-48
5. **González ME**, Nicot BG, Almenares PE, Amaro CHJR, Gutiérrez B, Castellanos P. Determinación indirecta del rendimiento aerobio en boxeadores cubanos de elite. *Revista antioqueña de Medicina del Deporte* 2005; 7(1-2): 18-27
6. **González ME**, Nicot BG, Almenares PE, Amaro CHJR, Bartolo L. “Utilidad de un test ergométrico para determinar el rendimiento aerobio-anaerobio en

boxeadores cubanos de elite". Rev. Digital Portales Médicos 2005 Junio.

Disponible en. <http://www.portalesmedicos.com> / monografias / test

ergométrico boxeadores/ index.htm.

7. **González ME.** Motta PJ, Alvarez C. Caracterización funcional de voleibolistas juveniles Guatemaltecos. Rev Digital Portales Médicos 2005 Junio. Disponible en <http://www.portalesmedicos.com>/ monografías / voleibolistas _ guatemaltecos/ index.htm.
8. **González ME.,** Alvarez C, Motta PJ. "Caracterización funcional de futbolistas juveniles Guatemaltecos." Rev. Digital Portales Médicos 2005 Nov. Disponible en <http://www.portalesmedicos.com> / monografías /futbolistas _ guatemaltecos/ index.htm.
9. **González ME,** Almenares PE, Castellanos P, Obregón H. "Efectos del entrenamiento de altura sobre el rendimiento aeróbico de jugadoras del equipo nacional de baloncesto". Rev Cub de Med Deportiva 2006; 1 (5):en imprenta
10. Joaquín TH, **González ME**"Determinación del rendimiento aerobio en ciclistas dominicanos". Rev Cub de Med Deportiva 2006; 2 (6):en imprenta
11. **González ME,** Almenares PE, Nicot BG, Amaro CHJ, González DM. "**Pulso de Oxígeno** relativo al peso como indicador de la eficiencia cardiovascular en deportistas de combate. Rev Cub de Med Deportiva 2006 : 2(7) en imprenta

EVENTOS EN LOS QUE HA PARTICIPADO LA AUTORA CON EL TEMA DE LA TESIS

1.-"Primera Jornada Provincial de Ciencias Básicas Médicas "Girón 99

“ICBP Victoria de Girón. 1999. Simposio: “Diagnóstico funcional del rendimiento físico”

2.- XII Forum de Ciencia y Técnica. (II etapa) IMD 2000 y II Forum Ramal de Innovación Tecnológica CEAR Córdoba Cardin 2000 *“Determinación Indirecta del MVO₂ .Estudio comparativo de tres métodos” (Resultado destacado de Investigación 2000)*

3.- III Jornada Científica Pedagógica Municipal de Facultad y XV Forum de Base de Ciencia y Técnica de la Facultad de Ciencias Médicas Enrique Cabrera. *“Diseño de una Prueba de Esfuerzo para evaluar el rendimiento funcional en boxeadores cubanos de Alto Rendimiento”. (Resultado Relevante Dic 2002)*

4.- Jornada Provincial de Medicina Deportiva Provincia Granma. Nov 2003. *“Diagnóstico Funcional del Rendimiento aerobio anaerobio en Taekwondokas cubanos de elite”.*

5.-II Encuentro Nacional de Masteres 20 Mayo 2004 Instituto de Medicina del Deporte

- *“Veloergometría: una alternativa para evaluar el rendimiento en boxeadores de elite.”*
- *“Evolución pulsométrica y metabólica en boxeadores cubanos de alto rendimiento durante un macrociclo de entrenamiento”*
- *“Diagnóstico Funcional del Rendimiento en Taekwondokas cubanos de elite”*

6.- Seminario de Actualización en Fisiología del ejercicio. 24-29 de mayo Guatemala. *Diagnóstico funcional del rendimiento en deportistas.*

7.- Seminario de Medicina del Deporte. 13-14 abril 2005 “Importancia de las

Pruebas funcionales para el diagnóstico del rendimiento.”