

**UNIVERSIDAD DE GRANADA**



**TESIS DOCTORAL**

**ESTADO NUTRICIONAL Y RENDIMIENTO  
DEPORTIVO EN DEPORTISTAS  
ADOLESCENTES CUBANOS**

**Damaris Hernández Gallardo**

**2013**

Editor: Editorial de la Universidad de Granada  
Autor: Damaris Hernández Gallardo  
D.L.: GR 225-2014  
ISBN: 978-84-9028-744-6



Dr D. Luis Ruiz Rodríguez, Doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad de Granada, España., y

Dr. D. Félix Zurita Ortega, Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte por la Universidad de Granada. España

CERTIFICAN:

Que el trabajo de investigación que se expone en la memoria de tesis doctoral **“ESTADO NUTRICIONAL Y RENDIMIENTO DEPORTIVO EN DEPORTISTAS ADOLESCENTES CUBANOS”** ha sido realizado bajo nuestra dirección por la MSc. Damaris Hernández Gallardo, y la consideramos conforme para ser presentada, y aspirar al grado de doctor por la Universidad de Granada por el Tribunal que en su día se designe.

Y para que conste extendemos el presente en Granada, con fecha 23 de abril de 2013.

---

Dr D. Luis Ruiz Rodríguez

---

Dr D. Félix Zurita Ortega





**UNIVERSIDAD DE GRANADA**

Programa de Doctorado:

**Innovaciones Científicas y Didácticas de la Educación Física Escolar**

**TESIS DOCTORAL**

**ESTADO NUTRICIONAL Y RENDIMIENTO  
DEPORTIVO EN DEPORTISTAS  
ADOLESCENTES CUBANOS**

Memoria que presenta la MSc. **Damaris Hernández Gallardo**

para aspirar al grado de “Doctora por la Universidad de Granada

Esta tesis Doctoral ha sido realizada bajo la dirección del:

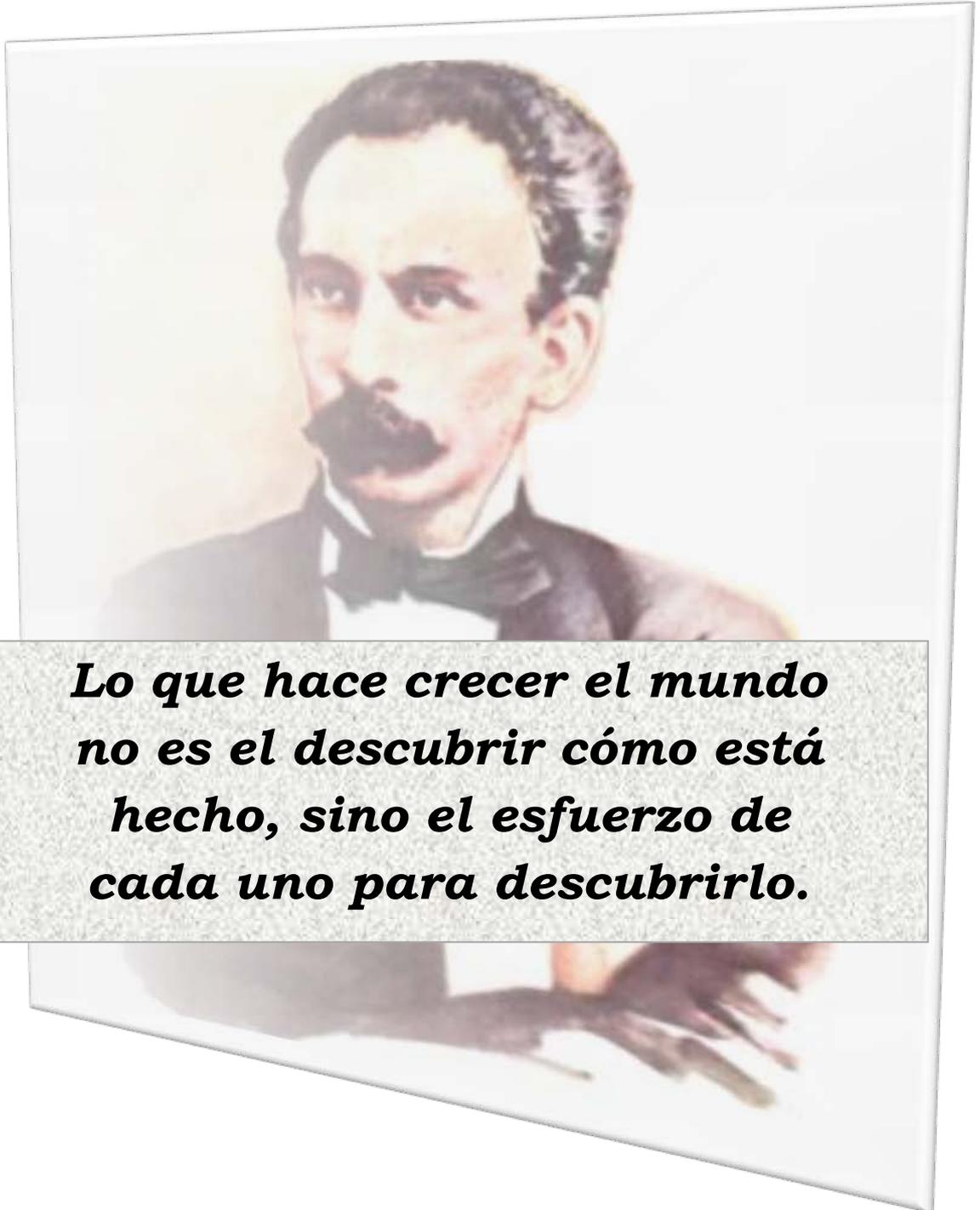
Dr D. Luis Ruiz Rodríguez

Dr. D. Félix Zurita Ortega

**2013**



**Pensamiento:**



***Lo que hace crecer el mundo  
no es el descubrir cómo está  
hecho, sino el esfuerzo de  
cada uno para descubrirlo.***

*José Martí Pérez*



## **Dedicatoria:**

**A MI HIJA** por cada minuto en que no he estado solo a su lado, por su comprensión a pesar de su corta edad e inspirarme a ser el mejor ejemplo a seguir.

**A MI ESPOSO** que con su amor y sabiduría va guiando mis pasos por la vida, impulsándome a lograr metas cada vez mayores, con paciencia infinita me hace ver mis errores y con inmensa alegría disfruta de mis logros.

**A MIS PADRES** por su confianza y apoyo sin límites, por exigir siempre más de mí.

**A MIS ABUELOS** que ya no están, pero que me dieron la felicidad mayor del mundo y desde siempre constituir su mayor orgullo.

**A MIS AMIGOS** por su confianza infinita, respeto y cariño, por tenerlos siempre en las duras y las maduras.



## **Agradecimientos:**

Quiero expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a:

Mis directores de tesis y estimados profesores, **Dr. D. Luis Ruiz Rodríguez y Dr. D. Félix Zurita Ortega**, quienes desde su lejanía física, fueron capaces de brindarme su tiempo y apoyo incondicional, quienes con sus conocimientos, exigencia y rigurosidad hicieron posible que me superara como profesional y con sus palabras de alientos fortalecieron mi ánimo y la esperanza para tan gran empeño.

**Al Doctor D. Daniel Linares Girela** coordinador de este doctorado por hacer realidad el sueño de muchos con su proyecto de superación y en particular por brindarme esta oportunidad, por atender nuestros reclamos y esclarecer nuestras dudas, por hacernos sentir útiles y luchar por lo que queremos, sin amilanarnos al primer contratiempo, sin correr ante la adversidad, por demostrarnos que el esfuerzo y el sacrificio son los pilares de la victoria.

**A mi esposo Doctor D Ricardo Arencibia Moreno** que con verbo filoso estremecía mis desánimos y exigía más de mi cada día, por su confianza y tiempo.

**.A los doctores Mario Manuel Ares Sánchez y Ramiro León Castillos** rectores de la universidad Máximo Gómez Báez por el

apoyo brindado a este programa doctoral y en especial a todos los que queremos superarnos y servir a las Ciencias, nuestro centro y la Revolución Cubana.

**..A los doctores José Carlos Hernández Companioni, María Caridad Falcón Rodríguez, Adelfa Alarcón Armenteros y Oscar Fernández García,** por su apoyo incondicional, por su confianza y por permitirme llevar a feliz término este momento.

**A** mis compañeros de trabajo que confiaron en mí y con sus palabras de aliento me impulsaron a llevar a buen término este momento.

De todos es parte esta tesis, pero los errores en que involuntariamente pueda incurrir son solo de mi plena responsabilidad.

MUCHAS GRACIAS.

---

# ÍNDICE

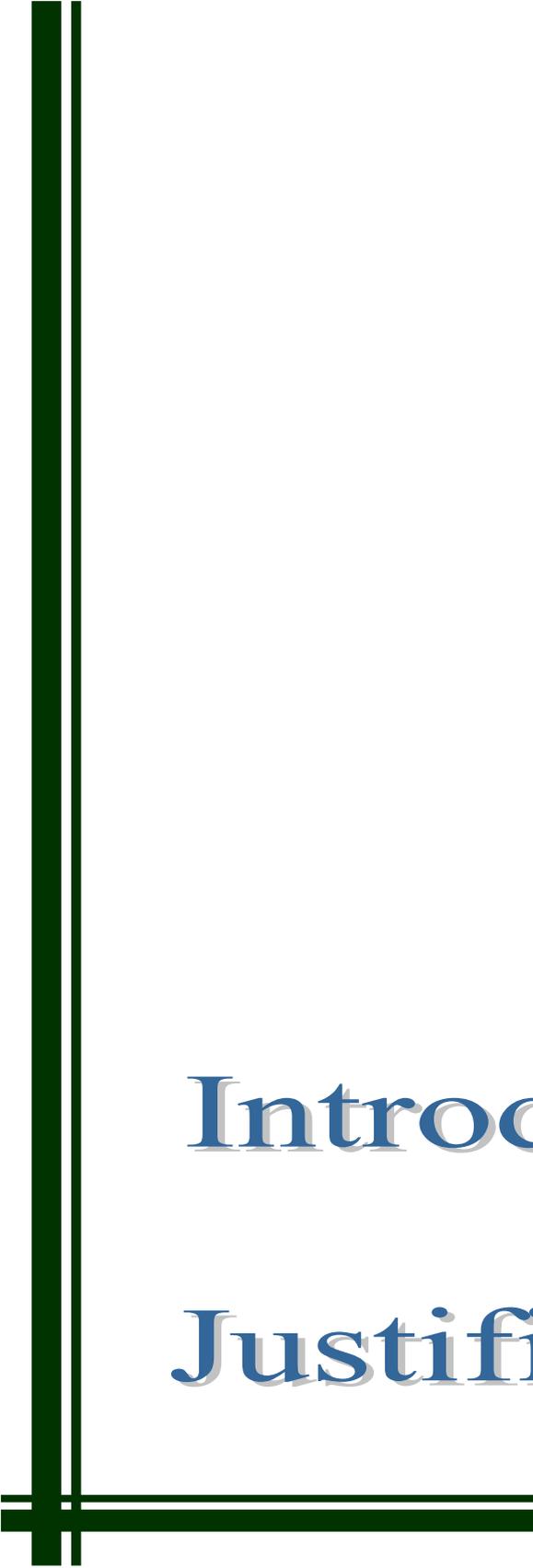
INTRODUCCION Y JUSTIFICACIÓN	17
PRIMERA PARTE. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	29
CAPÍTULO I. ADOLESCENCIA	31
1.1. ADOLESCENCIA. CONCEPTO Y DEFINICIONES.	35
1.2. CARACTERÍSTICAS ANATOMOFISIOLÓGICAS DEL ADOLESCENTE	37
1.2.1. Crecimiento y desarrollo del adolescente masculino.	37
1.2.2. Particularidades fisiológicas de los adolescentes.	39
1.2.3. Incidencia de los cambios en las necesidades nutricionales de los adolescentes	44
CAPÍTULO II. RENDIMIENTO FÍSICO DEPORTIVO	45
2.1. PARTICULARIDADES DEL RENDIMIENTO DEPORTIVO.	52
2.2. PREPARACIÓN FÍSICA	54
2.3. CONDICIONANTES DEL RENDIMIENTO FÍSICO DEPORTIVO	56
2.4. BIOENERGÉTICA	59
2.4.1. Bioenergética y rendimiento deportivo	62
2.4.2. El Adenosín Trifosfato (ATP)	63
2.4.3. Bioenergética de la actividad muscular	65
2.5. ADOLESCENCIA Y ACTIVIDAD FÍSICA.	76
2.5.1. La capacidad aeróbica en la adolescencia	77
2.5.2. La capacidad anaeróbica en la adolescencia	80

CAPÍTULO III. NUTRICIÓN Y RENDIMIENTO DEPORTIVO	83
3.1. ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN. ASPECTOS BÁSICOS	87
3.1.1. Función de los alimentos en el organismo	91
3.1.2. Leyes de la nutrición	92
3.2. ALIMENTACIÓN Y RENDIMIENTO DEPORTIVO	93
3.2.1 Gasto calórico y necesidades energéticas en deportistas	96
3.2.2. Nutrimientos y rendimiento deportivo	100
3.3. HIDRATACIÓN Y DEPORTE	135
3.4. HAMBRE OCULTA	138
3.5. PARTICULARIDADES DE LA ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN EN EL DEPORTISTA ADOLESCENTE	139
3.5.1. Estados nutricionales alterados en adolescentes	142
CAPÍTULO IV. ESTADO NUTRICIONAL.	151
4.1. ESTADO NUTRICIONAL	153
4.1.1. Métodos utilizados en la valoración del Estado Nutricional	157
4.2. ADAPTACIÓN METABÓLICA	171
SEGUNDA PARTE. PROCESO DE INVESTIGACIÓN	177
CAPÍTULO V. MATERIALES Y MÉTODOS	179
5.1. POBLACIÓN Y MUESTRA	181
5.1.1. Justificación de la selección de la población de estudio	183
5.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	186

---

5.2.1. Variables y control en la recogida de datos	188
5.3. METODOLOGÍA	191
5.3.1. Métodos del Nivel Teórico.	191
5.3.2. Métodos del Nivel Empírico	192
5.4. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS	193
5.4.1. Estado Nutricional	193
5.4.1.1. Antropometría Nutricional	194
5.4.1.2. Gasto Energético	201
5.4.1.3. Determinación de la Ingesta Energético Nutricional	205
5.4.2. Rendimiento Físico Deportivo	207
5.4.2.1. Test de Matzudo	209
5.4.2.2. Test de Cooper	211
CAPÍTULO VI. ANÁLISIS Y RESULTADOS	215
6.1. ANTROPOMETRÍA NUTRICIONAL	217
6.1.1. Talla	218
6.1.2. Peso	222
6.1.3. Índice de Peso para Talla	225
6.1.4. Índice de Masa Corporal	228
6.1.5. Composición Corporal	231
6.2. GASTO ENERGÉTICO	234
6.2.1. Gasto Energético Total, según Diario de Actividades.	235
6.2.2. Gasto Energético según fórmulas de regresión. Requerimientos Estimados de Energía	238

6.2.3. Nivel de Actividad Física	240
6.2.4. Tasa Metabólica Basal	241
6.3. INGESTA ENERGÉTICO NUTRIMENTAL	243
6.3.1. Macronutrientes	246
6.3.2. Micronutrientes	254
6.4. RELACIÓN GASTO ENERGÉTICO-INGESTA ENERGÉTICO NUTRIMENTAL	258
6.5. VALORACIÓN GENERAL DEL ESTADO NUTRICIONAL	261
6.6. RENDIMIENTO FÍSICO DEPORTIVO.	265
6.6.1. Potencia anaeróbica láctica. Test de Matzudo	265
6.6.2. Potencia aeróbica. Volumen Máximo de Oxígeno (VO <sub>2</sub> máx)	269
6.7. VALORACIÓN DE LA INCIDENCIA DEL ESTADO NUTRICIONAL SOBRE EL RENDIMIENTO DEPORTIVO	274
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	279
7.1. CONCLUSIONES	281
7.2. RECOMENDACIONES	285
BIBLIOGRAFÍA	287
ANEXOS	313



# Introducción y Justificación



En el mundo contemporáneo los problemas nutricionales y los factores epidemiológicos son considerados el eje central para el mantenimiento de la salud humana y el alargamiento del período de vida con una mejor calidad de la misma; siendo la nutrición un tema de especial preocupación para deportistas, entrenadores, médicos deportivos y educadores, debido a su incidencia en el rendimiento intelectual y deportivo.

El término “rendimiento deportivo”, según autores como Hawley & Burke (2000); Johnson & Klueber (1991) o Mazzeo (2003); se consideraría una acción motriz, cuyas reglas fija la institución deportiva, que permite al sujeto expresar sus potencialidades físicas y mentales y, por tanto, el logro de la optimización entre las capacidades físicas y el ejercicio deportivo a realizar.

Comprendería tres aspectos esenciales: la noción de rendimiento en el sentido genérico del término, la de especificidad de los ejercicios y, por último, la de planificación, obteniendo una resultante que integra lo cognitivo, afectivo, volitivo, psicológico y fisiológico (este último con expresión en los subsistemas orgánicos del individuo, sus capacidades físicas y aptitudes) y representa la condición óptima que se alcanza en el desempeño de la actividad deportiva. (Ranzola, 1989; Forteza, 2000; Capetillo, 2005).

Por otra parte, el rendimiento físico deportivo puede ser considerado como un fenómeno multifactorial en el que intervienen de manera destacada aspectos socioeconómicos, culturales, ambientales, psicológicos y, por supuesto, fisiológicos; entre los que, sin duda, junto a otros rasgos propios del atleta como la edad, sexo, peso, la

determinación genética, composición corporal y la condición física, una nutrición adecuada a las características del sujeto, a la actividad física que realiza y a las condiciones medioambientales en las que se desarrolla la práctica deportiva, constituye un factor prácticamente determinante para el logro del éxito en un deporte. (Matveiev, 1981; Grandjean, 1989; Campos & Cervera, 2003; Del Castillo, 2004).

Por ello, el tiempo de entrenamiento y preparación física del atleta pueden verse malogrados por una inadecuada conducta nutrimental; mientras que, por el contrario, una adecuada alimentación antes, durante y después de efectuar un esfuerzo físico de cierta intensidad y/o duración, además de constituir la vía para equilibrar la pérdida hídrica y electrolítica, garantiza la rápida reposición de los sustratos energéticos utilizados durante el ejercicio, potenciando los procesos anabólicos, propiciando la recuperación y disposición física hacia nuevas sesiones de entrenamiento o competición. (Delgado, 1994; Centelles & Lancés, 2004; Zanker, 2006).

Por lo tanto, a los deportistas, con mayor rigurosidad si cabe, se debe garantizar un estado nutricional general bajo los mismos principios y criterios que al resto de la población; es decir, que la alimentación sea suficiente tanto en términos de cantidad como de calidad, supliendo sus necesidades energético nutrimentales; adecuada al sexo, edad, peso y tipo de actividad que desarrolla; equilibrada en cuanto al aporte de los macronutrientes y variada en los tipos de alimentos que la componen, ya que de esta forma se garantiza un satisfactorio suministro de todas las categorías químicas nutrimentales. (Gutiérrez, Delgado & Castillo, 1997; González-Gross, Gutiérrez, Mesa, Ruiz Ruiz & Castillo, 2001; Del Castillo, 2004; Centelles & Lancés, 2004; González-Pérez & Marcos, 2008).

Sin embargo, la realidad es que entre los practicantes de deportes no siempre se mantiene el equilibrio entre gasto calórico e ingesta energética nutrimental como consecuencia de una alimentación desbalanceada y monótona, ya sea por desconocimiento de sus necesidades reales o por la limitada accesibilidad económica a productos alimentarios de mayor calidad. (Grandjean, 1989; Del Castillo, 2004). Incluso, en no pocos casos, se dedican a elevar el consumo proteico con el objetivo de incrementar la masa muscular, o a disminuir la ingesta calórica en aras de mantener un peso adecuado a sus inclinaciones personales, lo que se torna en contra de su rendimiento y en detrimento de su salud. (González-Gross et al., 2001)

Según Gómez-Vital & Zulueta (2001) *“...el estado nutricional se le puede considerar como una verdadera categoría, tanto desde el punto de vista teórico como práctico, en el contexto de la ciencia de la nutrición y la alimentación. Se considera como la resultante de un adecuado suministro y utilización en el metabolismo celular de los abastecedores y sostenedores de estas funciones biológicas, es decir, de los nutrientes contenidos en los alimentos.”*

Por lo que, considerando lo antes expresado, se puede decir que el estado nutricional es la resultante de la interacción dinámica, en el tiempo y en el espacio, de la alimentación y la utilización de la energía y nutrientes contenidos en la dieta, (González-Pérez, 2002; Vega-Romero, 2002) por el metabolismo de los diferentes tejidos y órganos del cuerpo; por lo que constituye un signo vital con expresión en la talla, peso, composición corporal, disposición y ejecución hacia la actividad física cotidiana y/o deportiva, por el aseguramiento que define en cuanto al consumo energético y establecimiento de reservas orgánicas y nutrimentales.

En el caso particular de los deportes con pelota, estos se encuentran incluidos dentro del grupo de los de tipo de resistencia de base acíclica, es decir, con cambios irregulares en las intensidades de carga física a lo largo de su ejecutoria, particularmente se manifiesta una sucesión alternada y variable de esfuerzos anaeróbicos y aeróbicos, vinculando velocidad, fuerza y resistencia.

Tal dinámica impone como condicionante subyacente un adecuado estado nutricional, dado que las acciones motrices en el desempeño deportivo, con un empleo variable de sus capacidades físicas deportivas y potencias fisiológicas, presupone el establecimiento de reservas energéticas adecuadas, donde:

☞ Los macronutrientes (glúcidos, ácidos grasos y proteínas) son utilizados como sustratos energéticos en la realización de la actividad muscular, pues dadas las características de los deportes con pelotas se transita por las cuatro zonas de potencia (máxima, submáxima, gran potencia y potencia moderada); utilizándose por esta vía desde el creatín fosfato<sup>1</sup> contenido en los músculo hasta las proteínas transitando por la degradación del glucógeno muscular y hepático así como los ácidos y grasos y triglicéridos, participando todos los mecanismos energéticos.

☞ Los micronutrientes intervienen de manera decisiva en la realización de estos deportes, debido a que estos no solo participan directamente en la contracción muscular (Ca, Mg y P), sino que posibilitan los mecanismos de transporte activo, la conservación del estado osmótico, así como cofactores de la actividad catalítica enzimática, prestándose especial atención a sus pérdidas dadas las características de los deportes con pelotas donde se elimina nitrógeno corporal debido a una

---

<sup>1</sup> Compuesto fosfórico macroérgico, se almacena en pequeñas cantidades sobre las proteínas contráctiles de las miofibrillas o en el retículo sarcoplasmático de los músculos esqueléticos, tiene un papel fundamental en la actividad física, actúa como tampón energético.

mayor ruptura de la proteína de los tejidos, y otros iones como consecuencia de los procesos de termorregulación (sudoración), lo que implica la necesidad de un adecuado suministro exógeno de los mismos para suplir los niveles de pérdida.

Así, las acciones de juego en que se involucra el deportista tiene como base el establecimiento de reservas energético - nutrimentales que las sustenten, manteniéndose en los parámetros probados que califican el estado nutricional como adecuados. De igual manera, la posterior recuperación depende de la restauración de la capacidad energética de respuesta y la de aminoácidos a los tejidos en el período de reposo por encima de los niveles de mantenimiento.

Estas situaciones son especialmente interesantes de tener en cuenta cuando nos referimos a niños y adolescentes que entrenan en las diferentes modalidades de deportes, ya que, por estar en etapas determinantes de su ontogenia, las condiciones singulares de alimentación y nutrición, además de proporcionar el suministro energético-nutricional que asegure la ejecución de la actividad física sistemática, debe garantizar su adecuado crecimiento y desarrollo.

Así, la importancia de la alimentación del adolescente que practica deporte consiste en crear, mediante una dieta adecuada, las premisas óptimas para que el atleta utilice a plenitud y ponga en práctica todas sus posibilidades físicas, establezca las reservas nutrimentales que posibiliten su desarrollo psicomotor deportivo y disposición para aumentar sus resultados a través del entrenamiento; permitiendo, además, su desarrollo a plenitud (García, 1998; Granada, Jiménez & Ramírez, 2002; Zanker, 2006) y una adecuada salud y estado nutricional.

En Cuba se presta una notable atención a la salud de la población y de modo particular a la de los atletas, quienes, como el

resto del pueblo cubano y a partir de 1989, han sufrido el embate de la situación económica con cambios muy drásticos, acaecidos producto de la desaparición de la Unión Soviética y del bloque socialista europeo, además de un recrudecimiento del bloqueo norteamericano que, entre otros factores, han provocado una depresión en la disponibilidad per cápita de alimentos (INHA, 2004) y un reajuste de la economía familiar.

Como consecuencia de estas restricciones, la alimentación de la población cubana se desequilibró, convirtiéndose en insuficiente en cuanto a energía y proteínas, deficiente en micronutrientes y monótona. (INHA, 2004).

Si consideramos entonces los problemas estructurales de la población cubana, el estado de crisis económica en el país, la disponibilidad de alimentos y el estilo de vida, se puede apreciar la vulnerabilidad de determinados grupos sociales y de modo particular los adolescentes practicantes de algún tipo de modalidad deportiva, quienes, además de los cambios propios del desarrollo, enfrentan un alto estrés fisiológico ocasionado por la carga de esfuerzos físicos propios del entrenamiento deportivo.

En Cuba, durante la última década, el Sistema de Vigilancia Nutricional (SISVAN) dependiente del Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos (INHA), ha realizado diferentes estudios que abarcan el pilotaje de la población con el objetivo de detectar estados carenciales, consumo alimentario y de la composición corporal, que permitieron el establecimiento de una norma racional para toda la población, refrendados en las Recomendaciones Nutricionales para la Población Cubana, y su adecuación cada cierto tiempo (INHA, 2004).

En el deporte las recomendaciones de ingesta son establecidas por el SISVAND (Sistema de Vigilancia Nutricional Deportiva). Sin

embargo, para el caso particular de los deportistas, los estudios nutricionales realizados se restringen fundamentalmente al alto rendimiento en los equipos nacionales y, a pesar de ello, son muy escasos los datos publicados acerca del estado nutricional en los mismos (Hermelo & García, 1993). La provincia Ciego de Ávila no es una excepción a esta tendencia, de forma que hasta el momento de redacción de la presente tesis, solo se han publicado un número limitado de los mismos.

### **Justificación y objetivos de la investigación.**

Teniendo en cuenta lo anteriormente expresado, parece lícito que nos planteemos la siguiente cuestión: ¿Cómo está incidiendo actualmente el estado nutricional sobre el rendimiento físico deportivo en deportistas adolescentes (en nuestro caso, deportes con pelotas en la categoría 14-16 años masculinos) de la provincia Ciego de Ávila?

Acorde con este problema, nuestra investigación se plantea como **objetivos:**

1. Determinar el estado nutricional de los atletas masculinos de deportes con pelota, categoría 14-16 años de la provincia Ciego de Ávila, teniendo en cuenta la valoración de sus parámetros antropométricos.
2. Valorar la adecuación entre el gasto energético diario y la ingesta energético- nutricional en los atletas masculinos de deportes con pelota categoría 14-16 años de la provincia Ciego de Ávila, teniendo en cuenta las recomendaciones nutricionales para estas modalidades deportivas y categoría.

3. Determinar el rendimiento físico deportivo de los atletas masculinos de deportes con pelota categoría 14-16 años de la provincia Ciego de Ávila, de acuerdo a los resultados de los test de rendimiento físico aplicados y su valoración según las normativas nacionales en cada una de las modalidades deportivas en la etapa de preparación general.
4. Valorar la relación existente entre el estado nutricional y el rendimiento físico deportivo de los atletas masculinos de deportes con pelota categoría 14-16 años de la provincia Ciego de Ávila en la etapa de preparación general.

De la respuesta dada a las anteriores cuestiones se espera poder contribuir con los siguientes aportes teóricos y prácticos, constituyendo a su vez aspectos novedosos de la investigación:

#### **Aporte Teórico.**

Se sintetizan e integran aspectos esenciales acerca de los componentes del estado nutricional y su relación con el rendimiento físico deportivo que han sido expuestos desde diferentes puntos de vista en la literatura especializada; realizando un enriquecimiento teórico al concretarse criterios esenciales acerca de la influencia del estado nutricional en la conservación de la salud y el rendimiento físico deportivo, así como de la capacidad adaptativa del organismo para dar respuesta a distintas situaciones fisiológicas y aseguran su desarrollo.

#### **Aporte Práctico.**

Se ofrecen datos de la estructura anatomofisiológica de deportistas adolescentes, en pleno desarrollo, facilitando la identificación de carencias nutrimentales particulares en los centros de iniciación

deportiva avileños, favoreciendo la toma de medidas para su prevención y mejora.

Se aportan datos a manera de diagnóstico, del estado nutricional, nivel de actividad física y régimen de vida en jugadores de deportes con pelota masculino categoría 14-16, sobre los cuales no existen registros cuantitativos que los caractericen en el ámbito territorial y que contribuirán a la adecuación de los planes o programas locales y territoriales establecidos; particularmente a través del MINED (Ministerio de Educación), el INDER (Instituto Nacional de Deportes y Recreación) y el MINSAP (Ministerio de Salud Pública).

Se relacionan cuantitativamente los valores de ingesta energética alimentaria y el depósito de reserva energética con el rendimiento físico deportivo de los adolescentes atletas, pronosticando su potencialidad para el desarrollo de acciones físicas bajo condición anaerobia y aeróbica.

Caracterización de la relación entre el estado nutricional y el rendimiento físico deportivo de los adolescentes de equipos de deporte con pelota categoría 14-16 de la provincia Ciego de Ávila, relacionando la ingesta de alimentos con su adecuación nutricional y establecimiento de reservas, respecto a los procesos metabólicos basales y de rendimiento físico deportivo durante la etapa de preparación general.

Crear un banco de datos sobre el estado de nutrición y el rendimiento físico deportivo de los adolescentes masculinos de equipos de deporte con pelota categoría 14-16 de la provincia en Ciego de Ávila con gran valor práctico y de referencia, dada las condiciones geográficas y económico-sociales de la provincia avileña.

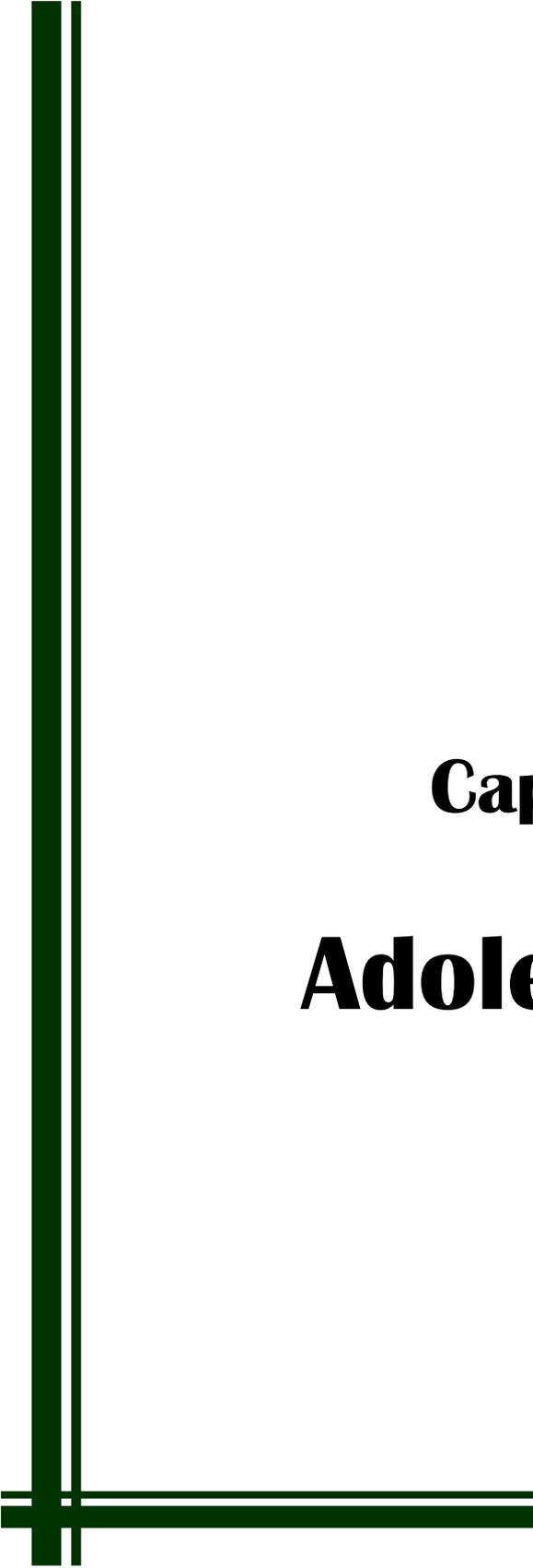




# **Primera Parte**

# Fundamentación Teórica



A decorative graphic consisting of two dark green lines forming an L-shape. One line is vertical and runs down the left side of the page, while the other is horizontal and runs across the bottom. They meet at a right angle in the bottom-left corner.

# **Capítulo I**

# **Adolescencia**



La aplicación de las Ciencias Biológicas al Deporte ha llevado al establecimiento de los factores determinantes del rendimiento deportivo y la forma de optimizar los estímulos para favorecer una mejor adaptación del organismo con el objetivo de conseguir metas superiores; especialmente cuando, aún manteniendo el deportista moderno la condición genética del hombre primitivo, se somete a tensiones físicas y psicológicas crecientes que sitúan su estructura morfofisiológica y metabólica al límite de sus posibilidades reales.

La situación descrita se convierte en un proceso acuciante de emergencia para evitar potenciales lesiones que comprometan la salud de los jugadores, especialmente cuando se trata de individuos incluidos en el esquema del alto rendimiento y aún no han arribado a un estado estable de desarrollo psicobiológico; tal es el caso de aquellos que transitan por la adolescencia, etapa crucial en el desarrollo humano. (Segura, 2001; Ossorio, 2003; Madruga & Pedrón, 2004; Centelles & Lancés, 2004).

Según González-Gross et al., (2001) *“...la adolescencia es una etapa decisiva en el desarrollo humano por los múltiples cambios fisiológicos y psicológicos que en ella ocurren los cuales, a su vez, condicionan tanto las necesidades nutricionales como los hábitos de alimentación, actividad física y comportamiento. Además, está demostrado que estos hábitos tienen repercusión en el estado de salud en la vida adulta.”*

Así, los seres humanos, genéricamente, recorren diversas etapas en sus vidas, en un proceso constante e inevitable que los conduce al envejecimiento y la muerte; siendo los únicos organismos en toda la escala evolutiva que tienen conciencia de ello. (Arencibia, 2012).

En una primera etapa, que se extiende desde el nacimiento hasta aproximadamente los nueve u once años (primera edad) se manifiesta de forma ascensional el crecimiento y desarrollo en general, con el despliegue del conjunto de sus capacidades físicas e intelectuales, características que se acentúan en la siguiente etapa, la adolescencia.

Durante la adolescencia se produce la aparición de los caracteres sexuales secundarios y la adquisición de la capacidad reproductiva. Este momento se inicia entre los 9 y los 11 años, llamado también pubertad<sup>1</sup>, y que transcurre hasta los diecinueve o veintiún años, período en que se transita a la segunda edad. (Gutiérrez-Muñiz, Berdasco, Esquivel, Jiménez & Posada, 2002)

La segunda edad biológica representa el estado de plena pujanza reproductiva y madurez sexual, constituye el instante de reafirmación social, intelectual y laboral, a manera de una meseta en la vida de la persona, para dar paso, alrededor de los 60 a 65 años, a la última etapa (tercera edad. Adulto Mayor) en la que los cambios morfofuncionales y psicosociales deterioran su calidad de vida, como preámbulo progresivo a la ancianidad y la muerte. (Arencibia, 2012)

Pero el paso de una a otra de las edades descritas, se realiza de modo más o menos convulso, en particular la adolescencia (Palacios de

---

<sup>1</sup> La palabra proviene del latín *pubertas*— que significa edad fértil. Es la etapa caracterizada por un conjunto muy amplio de transformaciones anatomofisiológicas que culminan con la madurez biológica y reproductiva. Comúnmente es el fenómeno biológico que da inicio a la adolescencia. (Ravelo, 2007)

Muñoz, 2002) como momento de transición a la adquisición de la edad reproductiva y social laboral.

### **1.1. ADOLESCENCIA. CONCEPTO Y DEFINICIONES.**

El término "adolescencia" deriva del latín "adolescere" que significa crecimiento, cambio, maduración (OMS, 1995) y refleja uno de los períodos de mayor reto en el desarrollo humano, debido a la significación de los cambios físicos y psicológicos que tienen lugar en el individuo; siendo una etapa dinámica en la que se incrementan las necesidades de nutrientes. Prueba de ello se manifiesta en el hecho de que durante esta etapa se adquiere el 50% del peso definitivo, el 25% de la talla adulta y un 20% de la masa esquelética. (Mansilla, 2000)

El diccionario Cervantes de la lengua española, define adolescencia como *"...la edad que sucede a la niñez y que transcurre desde la pubertad hasta el completo desarrollo del organismo"*.

Según Hiroshima Palacios de Muñoz (2002) *"...constituye una etapa de transición debido a que es la línea divisoria entre la seguridad de la niñez y el mundo desconocido del adulto, en cierto sentido, la adolescencia ha venido a ser una etapa del desarrollo humano con naturaleza propia, distinta de las demás, un período de transición entre la niñez y adultez"*.

Sin embargo, al igual que sucede con todas las etapas del desarrollo, los puntos extremos que delimitan este período no son exactos, ni iguales para todos los individuos; existiendo discrepancia entre los autores al delimitar la misma, considerando en ello la raza, la localización geográfica e incluso su historia nutricional. (Palacios de Muñoz, 2002; Ossorio, 2003)

Así, según Ros, Morandi, Cozzetti, Lewintal, Cornellá & Suris (2001), la OMS delimita la edad en que transcurre la adolescencia entre los 10 y los 19 a 24 años, demarcando tres períodos en la misma, tales son:

☞ *Pre-adolescencia o temprana de 10 a 14 años, correspondiente a la pubertad.*

☞ *Adolescencia media o propiamente dicha, de 14 a 18 años.*

☞ *Adolescencia tardía de 19 a 24 años”. (p.33)*

*“La edad de comienzo de la pubertad es variable y depende del sexo. En estudios realizados en el nuestro país se ha precisado que la edad mediana del comienzo en las niñas es a los 10.8 años y a los 11.8 en los varones, con una edad promedio de máxima velocidad a los 11.5 años y los 14.5 años respectivamente. Estos son, por supuesto, valores de interés para comparación, pero teniendo en cuenta diferentes elementos, como la raza, las condiciones de vida concretas de cada país o región y otros, que introducen un determinado margen de variabilidad”. (Gutiérrez-Muñiz et al., 2002).*

Pero sea cual fuere la estructura cronológica que se defina, se reconoce a la adolescencia como un período de rápidos cambios anatómicos y fisiológicos, donde se inicia la lucha del adolescente por su independencia y libertad, insistiéndose en que toda acción con significación social que lo involucre, debe pasar por la conservación de su salud, siendo considerado:

*“...la salud de los adolescentes y jóvenes reviste una importancia decisiva para la sociedad, de ella [la adolescencia] depende el porvenir. Representan un factor considerable de progreso. Es necesario poner su energía y su idealismo al servicio de todos. Las condiciones en las que viven y su modo de vida, los marcará para siempre...”. (OMS, 1995).*

## **1.2. CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS Y FISIOLÓGICAS DEL ADOLESCENTE.**

### **1.2.1. Crecimiento y desarrollo del adolescente masculino.**

La adolescencia comienza con la aparición de los caracteres sexuales secundarios y termina cuando cesa el crecimiento somático (Palacios de Muñoz, 2002). Durante esta etapa tiene lugar un rápido crecimiento del cuerpo, la osificación de los huesos, cambios hormonales, la aparición y/o desarrollo de los caracteres primarios y secundarios del sexo, al igual que las reacciones psicológicas a estos cambios.

A lo largo de este período coexisten un elevado ritmo de crecimiento y fenómenos madurativos importantes que afectan al tamaño, forma y composición del organismo, ya que el desarrollo continúa; en particular, las extremidades se hacen más largas, con tendencia a ser delgados y altos, no habiendo alcanzado su máxima corpulencia, siguiendo una pauta o patrón hereditario que refleja el desarrollo de sus progenitores. (Ros et al., 2001)

A la par, la densidad y consistencia de los huesos aumenta progresivamente; de modo más marcado en individuos que realizan actividades deportivas de forma sistemática, a diferencia de los que presentan estilos de vida más sedentarios, reduciendo de esta forma el riesgo de enfermedades por falta de mineralización en años posteriores. (Delgado, 1994; Mansilla, 2000).

*“La variación de la talla del púber y adolescente tiene características particulares, se produce mediante los llamados brotes de crecimiento...”* (OMS., 1995) y se inicia con el “estirón puberal” (aceleración brusca e intensa del crecimiento en longitud, que se acompaña de un proceso de remodelación morfológica y del crecimiento

y maduración de las gónadas y genitales, de aproximadamente 56 días de duración, alternados con períodos de enlentecimiento o detención, que expresan una curva de velocidad de crecimiento con una rama ascendente de dos años de duración y períodos estables de alrededor de tres años, y un aporte de unos 9 cm/año. (Daniels, Khoury & Morrison, 1997).

Sin embargo, referente al incremento de la estatura del adolescente cubano el Gutiérrez-Muñiz et al., (2002) señalan “...en el adolescente cubano, entre los 8 y los 19 años de edad, se alcanza un valor medio de incremento de 45 cm de altura, con un aporte aproximado de 11,9 cm por año”.

Se considera que entre los 14 a 15 años de edad, el crecimiento en los individuos del género masculino se encuentra al máximo; por tanto, logran alcanzar una estatura promedio mayor que las féminas, que para este momento ya finalizaron su estirón puberal; además, se plantea que al llegar a la última fase de la adolescencia ocurre una desaceleración gradual de dicho crecimiento, alcanzando su estatura máxima en el género masculino a los 18 años y en el femenino a los 16 años. (Mansilla, 2000).

En la composición corporal del adolescente masculino tiene lugar una modificación de las relaciones segmentarias y de la composición de los tejidos (masa esquelética, peso, distribución muscular y de grasa), manifestándose incluso variaciones de intensidad dispar entre las diferentes partes del cuerpo, luciendo desproporcionados debido al acelerado crecimiento de las extremidades con relación al tronco. (Ortiz, 2001; Gutiérrez-Muñiz et al., 2002).

Así, el crecimiento súbito del adolescente afecta prácticamente a todas las dimensiones esqueléticas y musculares; incluso los ojos crecen produciendo un incipiente proceso de derivación hacia la miopía

durante este lapso de tiempo; siendo estos cambios mayores en los varones que en las niñas y siguen su propio cronograma. (OMS, 1995)

En el caso de los varones el diámetro transversal del cuerpo se modifica, y manifiesta un aumento en el diámetro biacromial, otorgándole el característico biotipo al sexo masculino. (Santana & Espinosa, 2001)

Según Mansilla (2000) *“...la masa muscular incrementa su desarrollo con la consiguiente mejoría en la capacidad y rendimiento físicos...el desarrollo más pronunciado de la masa muscular en el varón es secundario al estímulo de los andrógenos sobre los miocitos con cambios estructurales y bioquímicos que llevan a una hipertrofia e hiperplasia del sistema muscular”*.

*“Es por esta razón, que en el varón a partir de los 13 años, el tejido magro (masa corporal magra) se hace mayor contribuyendo a una densidad corporal mayor característica de este sexo”*.

En particular, entre los 8 y los 19 años los adolescentes cubanos varones aumentan su masa magra, tanto en forma absoluta como relativa, que conjuntamente con el desarrollo del esqueleto, repercuten en un incremento del peso en cifras que alcanzan el 65,5% de su peso ideal, en dependencia del estilo de vida y rasgos etnológicos, esto origina un aumento de las apetencias y requerimientos nutricionales en relación con la edad biológica más que con la cronológica, condicionantes de un incremento de las necesidades de macro y micronutrientes, potenciando así la aparición de deficiencias nutricionales si la ingesta no es adecuada. (Gutiérrez-Muñiz et al., 2000).

### **1.2.2.- Particularidades fisiológicas de los adolescentes.**

El sistema endocrino interviene decisivamente en el crecimiento óseo y cambios fisiológicos que tienen lugar en esta etapa,

encontrándose entre los principales agentes implicados la hormona del crecimiento (STH o HGH), las hormonas tiroideas (T3 y T4), el cortisol, las gonadotrópicas y la insulina. (Guyton, 2001)

La síntesis de la testosterona en el niño/adolescente en crecimiento interviene en sus progresivos cambios somáticos, determinando cambios fisiológicos y modificaciones en los órganos internos como es el caso del incremento del tamaño del músculo cardíaco de los varones, con un aumento en el desarrollo del corazón.

Así, la frecuencia cardíaca en niños y adolescentes alcanza valores superiores a la del adulto; sin embargo, el volumen sistólico (cantidad de sangre expulsada en cada latido) es inferior, precisamente por las diferencias en tamaño existentes entre el corazón de ambos, y se traduce en un menor gasto cardíaco absoluto, debido a la menor capacidad del corazón para bombear la sangre (menor volumen sistólico), compensado parcialmente por el incremento de la frecuencia cardíaca.

Sin embargo, respecto a lo planteado, Delgado (1994) opina, “... *si se tiene en cuenta [tal] gasto cardíaco respecto al peso corporal, el índice de eficacia del corazón del niño puede ser considerado tan bueno como el del adulto*”.

En cuanto a la función pulmonar en niños y adolescentes, se destaca una frecuencia ventilatoria elevada, que no impele una gran cantidad de aire a los pulmones, por lo tanto ineficiente al no favorecer el incremento del transporte de oxígeno a nivel sanguíneo, provocando como respuesta una mayor actuación de los músculos respiratorios para suplir la demanda de los gases necesarios.

Al respecto Delgado (1994) considera “... *la frecuencia ventilatoria del infante es más acelerada y menos profunda, lo que la hace antieconómica, ya que supone un mayor trabajo de la musculatura respiratoria sin conseguirse un incremento del oxígeno recogido por la*

hemoglobina. Igualmente, la capacidad vital, el volumen espiratorio máximo en un minuto y el índice de Tiffeneau son inferiores en el niño respecto al adulto, hechos todos que muestran la menor capacidad ventilatoria del primero”.

De hecho, la función pulmonar se encuentra muy relacionada con el tamaño, alcanzando los valores máximos al final de la adolescencia.

Todas estas variaciones fisiológicas y somáticas inciden en el incremento de la fuerza y la coordinación motora, una disminución del tiempo de reacción y con ello un mayor rendimiento motor (Gutiérrez Muñiz et al., 2002; Narváez, 2003).

En si la pubertad resulta de un determinante biológico-cronológico, es decir, la glándula pituitaria o hipófisis del niño/adolescente regula el funcionamiento de las glándulas sexuales, que comienzan a segregar hormonas, todo dirigido aparentemente por la interacción de los genes, la salud del individuo, el ambiente e incluso un nivel de peso crítico.

Así, en esta etapa tiene lugar un incremento en la síntesis y secreción de las hormonas gonadotrópicas. Al respecto Ros et al., (2001) plantean “...el hecho más destacado es el incremento de la síntesis y secreción de los esteroides sexuales, bajo el control de las gonadoestimulinas FSH y LH, dando lugar a la maduración de los caracteres sexuales primarios y la aparición de los caracteres sexuales secundarios... [por ello]...ocurren aquellos cambios morfológicos y fisiológicos que posibilitan el inicio de las funciones sexuales y reproductivas”.

La primera eyaculación en el varón o semearca, define el inicio de la pubertad masculina; se corresponde con la primera regla de las mujeres (menarquía), y se extiende por un período de aproximadamente

unos 3 años, pudiendo comenzar a los 14 o 15 años y extenderse hasta los 18 ó 20 años (Mansilla, 2000).

Aún cuando el comportamiento hormonal durante la pubertad masculina es básicamente similar al de la femenina, existen diferencias relacionadas con el dimorfismo sexual de unos respecto a los otros; de hecho, la hipófisis, al ser estimulada por el hipotálamo, segrega las hormonas foliculoestimulante (FHS) y la hormona luteinizante (LH), que actúan sobre los testículos provocando la secreción por estos de la testosterona; la que, a su vez, es determinante para la maduración de los órganos genitales, potenciando la capacidad de la reproducción. En este proceso de maduración sexual también intervienen la hormona del crecimiento (STH o HGH) y la hormona estimuladora del tiroides o tirotropina (TSH). (Mansilla, 2000; Gámez, Valdés & Martín, 2002).

La FSH multiplica y hace madurar las células germinales que se encuentran en los testículos. Estas se convertirán en espermatozoides. Las glándulas anexas, como la próstata y las glándulas seminales, se encargan de que los espermatozoides sean aptos para la fecundación. (Guyton, 2001)

Por otro lado, la LH hace que los testículos secreten una hormona masculina, la testosterona, que desencadena el desarrollo de los caracteres sexuales masculinos secundarios en los hombres, y a diferencia de las mujeres, la formación de las células germinales, que posteriormente se transforman en espermatozoides, no se producen de forma cíclica sino de modo permanente a lo largo de la vida. (Guyton, 2001).

Según Mansilla (2000) *“...en el sexo masculino los andrógenos también intervienen en los cambios sexuales que favorecen: el desarrollo del pene y escroto, cambio de voz, transformación y distribución de los tejidos óseos, graso, muscular, del vello púbico, axilar y del aumento en*

*la excreción urinaria de los 17 cetosteroides. El carácter definitivo de la pubertad masculina es la instalación de la función prostática”.*

En resumen, según distintos autores (Mansilla, 2000; Ros et al., 2001; Ortiz, 2001; Gutiérrez-Muñiz et al., 2002; Palacios de Muñoz, 2002), la aparición de los caracteres sexuales secundarios masculinos ocurre del siguiente modo:

1. A los 11 años, según el promedio (9 a 13 años), el pene y los testículos tienen la misma medida que los de un niño de 4 ó 5 años; quizás puede verse un leve vello en el pubis.
2. A los 12 años (promedio entre 10 y 14), los testículos comienzan a aumentar de volumen, los vellos del pubis se hacen más visibles aunque aparezcan de una manera dispersa o clara, el pene no varía de tamaño.
3. Hacia los 13 años (promedio entre 11 y 16 años) el vello púbico se hace más denso, rizado y espeso, ocupa más superficie; el pene comienza a alargarse, los testículos continúan aumentando su volumen, que se multiplicará por 8 en 3 años aproximadamente.
4. La zona del vello forma un triángulo, es casi como la del adulto pero ocupa menor extensión. El pene se alarga, el glande aumenta de tamaño y se hace cada vez más estimulante (pueden producirse algunas erecciones involuntarias, no seguidas de eyaculaciones, desde muy temprano), la piel toma otro color y se forman algunos pliegues o bolsas que poco a poco se hacen más oscuras y gruesas.
5. Aparecen las primeras eyaculaciones, pero la pubertad no se completa hasta que no se alcancen los 17 o 18 años (media 15 y 21 años), cuando los órganos genitales en su forma alcanzan la condición del adulto.

Otros caracteres sexuales secundarios masculinos son:

1. El cambio de voz: se debe a la acción de la testosterona que provoca un alargamiento de la laringe.
2. Barba y bigote: su significado se asocia en la culminación de la pubertad y la continuación de la adolescencia media a la tardía.
3. Los vellos bajo de las axilas crecen bastante tarde, primero se extiende por el estómago hasta el ombligo, más tarde en la parte inferior de las piernas y por encima de los testículos y el pene; ya pasada la pubertad crecen vellos en el pecho, en las manos y en la espalda.

Particular significado tienen los cambios generados por el funcionamiento de las glándulas sexuales sobre el cerebro, las hormonas que son sintetizadas y secretadas accionan sobre las células nerviosas de la corteza cerebral y no permiten que se desarrolle un equilibrio entre los procesos de excitación e inhibición.

El sistema nervioso se encuentra en desarrollo y toda su acción de control y regulación puede ser perfeccionada a través de la estimulación adecuada, en particular mediante ejercicios físicos con carácter deportivo, y a pesar de que el cerebro crece muy poco, se completan las funciones de la corteza cerebral.

### **1.2.3. Incidencia de los cambios en las necesidades nutricionales de los adolescentes.**

Las variaciones en el crecimiento físico y el ritmo de maduración en el adolescente son el resultado de la interacción genotipo-ambiente, es decir, son la expresión genética del individuo acorde con el potencial ambiental para su desarrollo.

De esta forma, se explican las grandes diferencias entre individuos cuando se comparan las poblaciones de diferentes estratos de los países subdesarrollados, así como, entre las poblaciones urbanas y rurales. Es conocido que en los lugares donde las condiciones son óptimas, no se encuentran diferencias tan significativas entre la población, por lo que se dice que esta se ha homogeneizado (Gutiérrez-Muñiz et al., 2002).

La estatura, así como la edad de la menarquía o primera eyaculación, siguen una pauta de transmisión hereditaria, razón por la que los hijos siguen un ritmo de desarrollo general que reproduce en forma muy aproximada el de sus progenitores (Gutiérrez Muñiz et al., 2002). Sin embargo, sus dimensiones finales son el resultado de un código genético propio del sujeto, cuya expresión puede ser modificada según determinadas influencias de los diversos factores a que están sometidos, fundamentalmente los de la nutrición (Gutiérrez-Muñiz, et al., 2002).

Los cambios originados por el desarrollo ontogenético del individuo y producidos durante la infancia y la adolescencia generan un incremento en las necesidades energético nutrimentales, debido al elevado gasto energético que se produce para garantizar la síntesis de sustancias que sustentan:

- ☞ la duplicación celular que garantiza el crecimiento y desarrollo de los individuos. En este sentido Lozano de la Torre (2001) señalan *“Durante la adolescencia concurren una serie de factores que tienen incidencia directa en el equilibrio nutricional, uno de estos factores es la aceleración del ritmo de crecimiento y el aumento de la composición corporal (estirón puberal) ... con respecto a los cambios de la composición corporal del organismo, en los varones el incremento de la masa libre de grasa, esqueleto y músculos, es muy importante ”*.

- ☞ La síntesis y secreción hormonal que se incrementa en este período, sobre todo de la testosterona, andrógenos, foliculoestimulante, luteinizante, tal y como señala Pineda (2005): “...las necesidades nutricionales de los adolescentes dependen de las mayores cantidades de estrógenos y progesterona en las mujeres y de testosterona y andrógenos suprarrenales en los varones, que aumentan al inicio de la pubertad y que desencadenan los posteriores cambios de talla, peso y composición del organismo”.
- ☞ La aparición de los caracteres sexuales secundarios (vello púbico, incremento de tamaño de los genitales, ensanchamiento de la cadera, incremento de la grasa subcutánea (fémimas), incremento de la masa muscular (varones).
- ☞ Cambios en la composición corporal, sobre todo en el crecimiento y grosor del esqueleto, incremento de la masa magra, diferenciación en la distribución de la grasa corporal.
- ☞ Todo ello, conjuntamente con el funcionamiento orgánico, trae consigo un incremento en la necesidades de energía, tanto para la realización de la síntesis celular, como para sustentar la propia funcionabilidad orgánica, donde “... la TMB - que sustenta todos estos cambios - es el principal contribuyente del gasto energético, además, generalmente la actividad física que realizan en tareas docentes, productivas, deportivas y recreativas es de moderada a intensa”. (Pineda, 2005)

A este respecto Rossi, Garat & Spirito (2007) consideran “...el importante incremento de la masa libre de grasa, que casi se duplica durante el brote de crecimiento puberal, conlleva una elevación de las necesidades energéticas, proteicas y de algunos micronutrientes, que superan a las de cualquier otra época de la vida. Además, los

*adolescentes que practican actividad física presentan un incremento de la utilización y pérdida de macro y micronutrientes inducidos por el ejercicio”.*

En esta misma línea, Lozano de la Torre (2001) plantea que *“el rápido crecimiento de la masa libre de grasa durante el estirón puberal condiciona las necesidades de un aporte proteico elevado para la síntesis de nuevos tejidos y estructuras orgánicas”.*

Y de manera más específica, Cobas (2002) asegura que *“...en condiciones normales los adolescentes necesitan cantidades mayores de vitaminas y minerales, tales como, las vitaminas del complejo B, ácido fólico, calcio, zinc e hierro, este último sobre todo en el sexo femenino, además el crecimiento óseo aumenta las demandas de vitamina D, y el crecimiento de las células y tejidos requiere de las vitaminas A, C y E”.*

Así, podemos compartir con Gámez et al., (2002) la idea de que *“...las necesidades de nutrientes en la adolescencia se relacionan sobre todo con el potencial genético, con los patrones de crecimiento y desarrollo normales en ausencia de estrés, lesiones u otros factores propios del entorno o de la salud, y con la actividad física que aumenta las necesidades de energía y nutrientes”.*

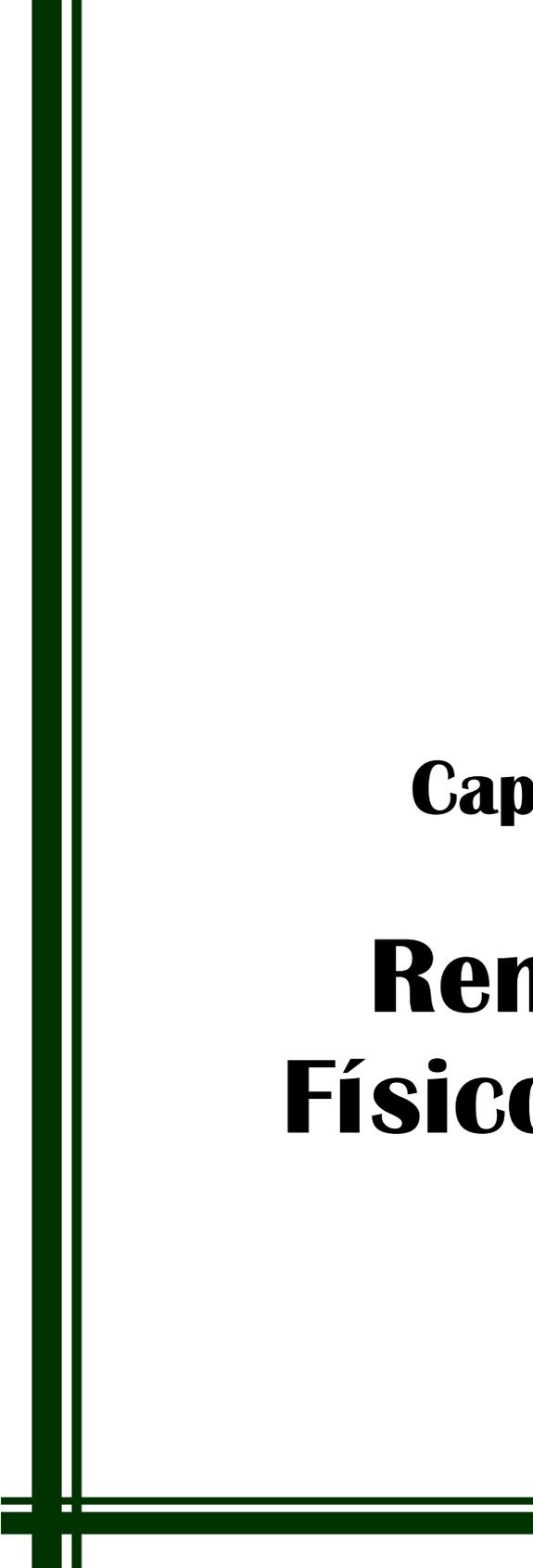
Esta exigencia de una mayor demanda energética y nutrimental durante el desarrollo ontogenético del individuo que aseguren la aceleración del ritmo de crecimiento, la maduración sexual y psicológica y la actividad física que desarrolla, requiere de un especial equilibrio entre ingesta energético nutrimental y gasto energético. (Vidaillet, 2003).

Es planteado por Casanova-Bellido & Casanova (2002) que entre los factores de riesgo nutricional en el adolescente se encuentran *“...el incremento de sus necesidades producido por sus cambios biológicos..., el poder adquisitivo, la omisión de alguna comida generalmente el*

*desayuno, las dietas erráticas y caprichosas, la dieta familiar inadecuada,..., enfermedades crónicas, embarazo, actividad deportiva, medicación crónica y abuso de drogas”.*

Por su parte, Madruga & Pedrón (2002) señalan que entre las recomendaciones prácticas en la alimentación del adolescente que “... *los objetivos nutricionales son conseguir un crecimiento adecuado, evitar los déficits de nutrientes específicos y consolidar hábitos alimentarios correctos que permitan prevenir los problemas de salud de épocas posteriores de la vida que están influidos por la dieta, como son hipocolesterolemia, hipertensión arterial, obesidad y osteoporosis”.*

Así pues, durante la adolescencia es imprescindible garantizar un balance energético y nitrogenado positivo, más en los niños y adolescentes sometidos a un estrés físico como lo constituye el entrenamiento deportivo que altera toda la fisiología del individuo, por lo que la alimentación debe satisfacer adecuadamente sus demandas energético nutrimentales.



## **Capítulo I I**

# **Rendimiento Físico Deportivo**



El ejercicio físico constituye para el organismo un importante estímulo al cambio en las condiciones de equilibrio del medio interno; es decir, una perturbación en la homeostasis que es captada por diferentes receptores y se traducen por un mecanismo de feed-back ó retroalimentación (regulación automática) en una serie de respuestas anátomo-fisiológicas que intentan compensar el desequilibrio causado.

Por otra parte, el entrenamiento físico regular o sistemático produce una serie de modificaciones que suponen diferencias morfológicas y funcionales respecto al organismo de un individuo sedentario o no entrenado, y se manifiestan tanto en condiciones de reposo como durante el propio ejercicio, frecuencia cardíaca más baja en individuos entrenados en deportes de resistencia aeróbica que en personas sedentarias.

En general, la preparación física de los deportistas transcurre en un proceso de carácter psicomotor, en el que ocupa un papel preponderante el movimiento constante y sostenido que extienda los límites de las posibilidades del organismo; es decir, su capacidad de desarrollar el nivel requerido de potencia física y de tolerar la carga de entrenamiento (Verkhoshansky, 2002); que, en otras palabras, implica tanto un proceso de adaptación dirigido al control fisiológico de la producción de energía como a la regulación de su gasto, evitando el mal uso o ineficacia de su empleo.

En sí, en el proceso de la preparación física de los deportistas (carga de entrenamiento), prevalecen los procesos catabólicos sobre los anabólicos, donde si bien se libera gran cantidad de energía, esta se utiliza a un ritmo muy elevado. De hecho, la capacidad de utilización de

los substratos energéticos empleados en este proceso es obtenida durante los mecanismos de síntesis y generación de todos los substratos gastados durante la actividad.

De acuerdo con lo expresado, tal preparación tendría su componente principal en la elevación de la potencia y capacidad de tolerancia a las cargas de entrenamiento; no obstante, si se retoma el calificativo “psicomotriz” se hace evidente que el proceso no es solo sobre los subsistemas anatómicos y fisiológicos del individuo, sino que abarca una predisposición psicológica, (Verkhoshansky, 2002); lo cual es reconocido desde la década de los 60 del siglo XX por Matveiev (1981) quien afirmaba “... *la preparación del deportista es el aprovechamiento de todo el conjunto de medios que aseguran el logro y la elevación de la predisposición para alcanzar resultados deportivos*”.

Es declarado explícitamente por Forteza (2000), que se entiende como “conjunto de medios”, al contenido de la preparación, es decir, físico, técnico, táctico, psicológico y teórico; destacando además “...*de cuyo arsenal se nutre el deportista para lograr su predisposición, esta última se refiere a la Forma Deportiva como determinante del rendimiento deportivo*”.

Criterio seguido por Mazzeo (2003) al considerar que la Forma Deportiva “...*consiste en lograr la disposición óptima del deportista para la obtención de los resultados deportivos*” (p.57), sobre la base de cambios (adaptaciones) fisiológicos y psicológicos, y como resultado de un proceso complejo de actividades guiadas por un plan de entrenamiento, que permite un estado máximo de rendimiento en el que se encuentra un deportista en un período de tiempo. (Mazzeo, 2003)

## **2.1. PARTICULARIDADES DEL RENDIMIENTO DEPORTIVO.**

Esta investigación centra su atención en el rendimiento físico deportivo, abstrayéndolo de lo técnico-táctico, teórico y psicológico,

todos condicionantes del mismo, sosteniéndose para ello en lo expresado por Zaragoza, Serrano & Generelo (2004) “...*toda habilidad motriz, para desarrollarse con éxito, necesita un soporte físico...*”.

Este hecho se evidencia de forma especial en los deportes de equipo (tipo cooperación/oposición o juegos deportivos) como los estudiados en el presente documento, en los que es común la existencia de un amplio espectro de acciones motrices complejas, con un alto nivel de desarrollo de las capacidades condicionantes de esfuerzos explosivos, así como versatilidad en intensidad y dirección del movimiento, en correspondencia con las condiciones cambiantes de la competición.

Es típica la necesidad de sobreponerse al cansancio sin disminución ostensible en las respuestas a las acciones y procedimientos técnicos y tácticos que conducen a la victoria, en lo que es determinante la preparación física de los deportistas, asumiendo los cambios adaptativos fisiológicos cuantificables y medibles como “rendimiento físico deportivo”.

Según Hawley & Burke (2000) “...*podemos definir el rendimiento deportivo como una acción motriz, cuyas reglas fija la institución deportiva, que permite al sujeto expresar sus potencialidades físicas y mentales. Por lo tanto, podemos hablar de rendimiento deportivo, cualquiera que sea el nivel de realización, desde el momento en que la acción optimiza la relación entre las capacidades físicas de una persona y el ejercicio deportivo a realizar*”.

Por lo que el rendimiento físico deportivo se concibe como la resultante del desarrollo de las cualidades motrices, capacidades y potencias fisiológicas o bioquímicas, necesarias en la actividad deportiva que se realiza, y tal desarrollo se alcanza a través de la preparación física general y la especial. La primera, asegura el desarrollo multilateral y sienta las premisas para la segunda; ésta última se forma sólo con la aplicación de procedimientos singulares en correspondencia al deporte concreto que se practica.

Donde “...la magnitud de la carga y sus características determinan los cambios bioquímicos y fisiológicos del organismo, los cuales posibilitan, con la sistematicidad, el mejoramiento de las capacidades que incidirán en el rendimiento deportivo”. (Ranzola, 1989)

Se señala el carácter indispensable de una preparación física auxiliar, estructurada a partir de la preparación física general, para crear así una base especial que resulta indispensable al ejecutar grandes volúmenes de trabajo destinados al desarrollo de las cualidades especiales motoras. (Zaragoza et al., 2004).

## **2.2 PREPARACIÓN FÍSICA**

La preparación física está orientada al fortalecimiento de los órganos y subsistemas de órganos, con el objetivo de elevar sus posibilidades funcionales, y al desarrollo de las cualidades motoras del individuo.

En este proceso el deportista adquiere un desarrollo físico multilateral que se caracteriza por una gran fuerza, rapidez, resistencia, flexibilidad, agilidad, una buena capacidad de trabajo de todos sus órganos y subsistemas y la armonía de todas sus funciones.

Bajo la influencia de la preparación física general, la salud del deportista mejora y su organismo se perfecciona; y mientras mejor es su salud y la capacidad de trabajo del organismo, mejor también asimila el atleta las cargas de entrenamiento, se adapta más fácilmente a ellas y alcanza un nivel más alto de desarrollo de las cualidades motoras.

En términos generales, y según Parris (2003), la preparación física permite:

- ☞ Alcanzar una elevada capacidad de trabajo del organismo, eficiencia y economía de los esfuerzos físicos.
- ☞ Resistir mayores cargas físicas, aceleraciones y mejorar los procesos físicos de órganos y sistemas

☞ Restablecimiento o recuperación evitando el agotamiento durante las prácticas deportivas o la ejercitación.

☞ Alcanzar un alto nivel de mejoramiento, fortalecimiento y desarrollo de las capacidades físicas, fundamentalmente resistencia, rapidez, fuerza y movilidad/ flexibilidad.

La autora antes citada al considerar la preparación física general le atribuye las siguientes tareas:

☞ Fortalecimiento de órganos, músculos y sistemas.

☞ Elevación de las posibilidades fundamentales de la capacidad de rendimiento físico, al desarrollar las habilidades motoras en relación con el deporte.

☞ Condiciona niveles funcionales altamente especializados para resistir grandes cargas durante el entrenamiento y una rápida recuperación.

Por su parte, según la misma autora, la preparación física especial está dirigida a:

☞ Perfeccionar la técnica.

☞ Conservar la rapidez y frecuencia de movimiento elevando sus niveles de ejecución.

☞ Mejorar la movilidad de las articulaciones

☞ Preservar la fuerza muscular.

☞ Educar las cualidades volitivas.

Por lo que, salvando diferencias, la preparación física general tendría una similar consecuencia en jugadores de deportes como el Fútbol, Hockey, Baloncesto, Voleibol de Sala y Playa, así como Balonmano; es decir, el acondicionamiento del deportista para empeños físicos mayores durante la preparación especial, singulares para cada uno de ellos.

### **2.3. CONDICIONANTES DEL RENDIMIENTO FÍSICO DEPORTIVO.**

La actividad física practicada de manera regular y programada en el niño y adolescente favorece el desarrollo de las cualidades físico-motoras y ayudan a alcanzar un mejor nivel de aptitud física; especialmente cuando esta tiene un carácter pedagógico complejo como el denominado entrenamiento deportivo, y se traduce en altos índices de rendimiento motor y morfofuncionales, expresados en el rendimiento físico deportivo. (De la Paz, 2000)

El rendimiento físico deportivo se encuentra condicionado por el despliegue o desarrollo de las capacidades físicas condicionales y coordinativas, las capacidades y potencias fisiológicas y un suministro nutricional aportador de energía y sustancias (macro y micronutrientes) adecuado a las necesidades del sujeto, considerando en tal adecuación la actividad física que realiza y las condiciones medioambientales en las que se desarrolla la práctica (American College of Sports Medicine, 2000), además de otros rasgos propios del deportistas como la edad, sexo, peso, altura, estado de nutrición y nivel de entrenamiento.

Ahora bien, las capacidades y potencias fisiológicas, bajo su condición determinista génica y de desarrollo ambiental (adaptación a la carga de entrenamiento-norma de reacción), guardan una íntima relación con el consumo de nutrientes como sostenedores del metabolismo, e incluso, según Menshikov & Volkov (1990), considerando solo el aspecto energizante expresa *“...la capacidad de realizar un considerable trabajo muscular se encuentra condicionada por las posibilidades bioenergéticas (anaerobias y aerobias), constituyendo el factor bioquímico que limita el desarrollo del rendimiento deportivo”*.

Por su parte, Zanker (2006) destaca *“...la excelencia en el rendimiento deportivo depende de características físicas y fisiológicas*

*hereditarias ('genes buenos') [determinismo génico], un entrenamiento físico bien estructurado para fomentar características innatas [desarrollo ambiental] y una nutrición sólida para facilitar la adaptación óptima al entrenamiento [norma de reacción]”.*

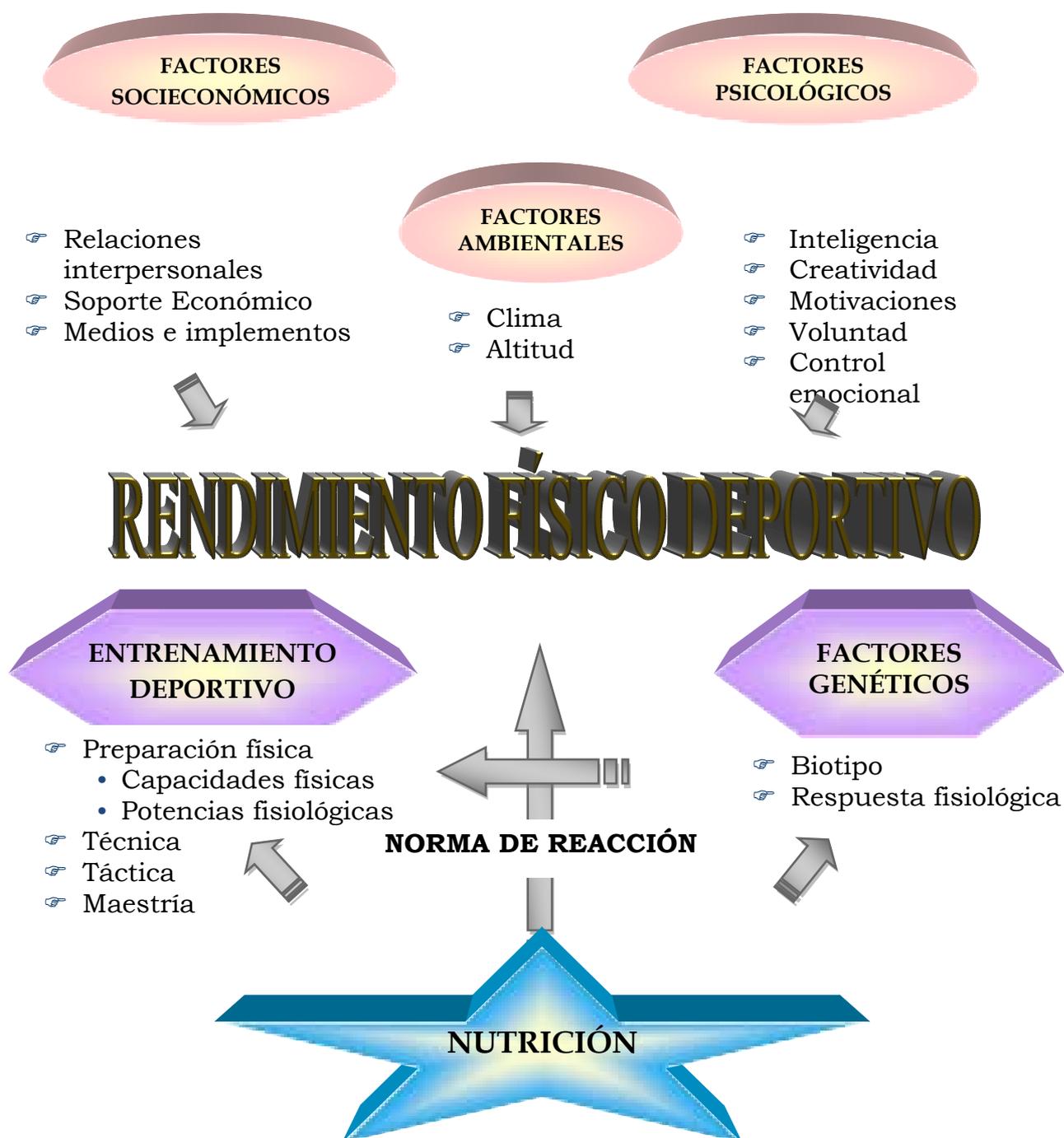
Es necesario resaltar que la afirmación “adaptación óptima al entrenamiento” se encuentra basada tanto en la imposibilidad de cumplir cualquier tarea motriz en el deportista sin un gasto energético metabólico (energía obtenida a partir de la oxidación biológica de los nutrientes), como en el establecimiento de reservas energético - nutritivas, así como el aseguramiento de los procesos de biosíntesis de sustancias que respalden la reparación y/o la producción de sustancias reguladoras; todo de gran demanda durante la ejecución de acciones físico motrices por los deportistas.

Al respecto Zanker (2006) señala que *“...el alimento proporciona el sustrato energético imperativo para el metabolismo y el mantenimiento de la homeostasis. El balance energético, que representa la diferencia entre la ingesta y el gasto de energía, es fundamental para el estado de salud y el rendimiento físico”.*

Lo que es sostenido por Capetillo (2005) cuando señala *“...los factores que debemos analizar y considerar en una planificación de enseñanza o entrenamiento son los que demanda el jugador, según su trabajo técnico-táctico y psicológico a realizar en competición. Sin embargo, otro porcentaje para aumentar el rendimiento se debe, por la influencia directa que tiene, a la dieta deportiva, la situación social y el sistema de vida cívico-deportiva cotidiana del jugador. Son situaciones ignoradas y no contempladas en la planificación, y que son determinantes para el rendimiento”.*

Al respecto Campos & Cervera (2003) plantean: *“El rendimiento deportivo depende de varios componentes: técnicas (capacidades coordinativas), capacidades psíquicas, táctica (capacidades senso-cognitivas), condiciones marginales (aptitudes, constitución, estrés),*

condiciones externas (entorno, profesión), condición física (capacidades de la condición física)”.



**Fig. 1 Factores determinantes del rendimiento físico deportivo.**

Según lo anteriormente señalado, se afirma que existen diferencias en el modo de tratar los factores condicionantes del rendimiento físico deportivo y la importancia que los mismos representan, priorizados unos con respecto a otros; todo lo cual está relacionado con la formación del autor y el aspecto en particular que se desea destacar.

Se considera que el rendimiento deportivo depende de varios factores, ya que son muy pocos los que llegan a la cima y menos aun los que saben mantenerse en ella. Se pueden señalar entre estos factores: los socioeconómicos (posibilidades objetivas, condiciones de vida), la ubicación geográfica (clima, altitud), los psicológicos (capacidad de soportar el estrés, la presión, el sacrificio...), el entorno medioambiental; pero, los realmente determinantes del mismo son: las características genéticas, la nutrición y el entrenamiento deportivo, interrelacionados todos. (Del Castillo, 2004; Estupiñán & Fernández, 2007).

#### **2.4. BIOENERGÉTICA.**

La energía se considera una propiedad o atributo universal de la materia, la más trascendente e importante de todas; valorada, desde un punto de vista dinámico, operacional o utilitario, como una medida de la capacidad que tiene un sistema para realizar trabajo útil, tanto en el interior del propio sistema como del sistema sobre su entorno (Lehninger, 1988; Menshikov & Vollkov, 1990; Guyton, 2001).

La energía puede ser tanto cinética como potencial; la primera hace referencia a la posibilidad de realizar trabajo en forma directa con fácil transferencia de un cuerpo a otro, por ejemplo energía mecánica, eléctrica, calorífica, luminosa. Por otro lado la energía potencial es la que posee un cuerpo debido a su posición o composición, por ejemplo: energía química.

Según Hernández-Nodarse (2007), en referencia al último de los tipos de energía citada, indica “...*en toda sustancia química (presente en la composición de nuestro organismo), existe una energía asociada en*

forma potencial, llamada energía química. Esta energía, se presenta fundamentalmente como energía involucrada en los enlaces químicos: fuerza que mantiene unidos a los átomos que la conforman”.

Las reacciones químicas que tienen lugar en el organismo humano son casi en su totalidad del tipo oxidación-reducción, se realizan en presencia de enzimas, manifestando un principio destacable: mientras que algunas reacciones requieren del consumo de energía (endergónicas), otras liberan la energía que las primeras necesitan (exergónicas). Así, la energía se transfiere de unos sistemas (moléculas, reacciones, etc.) a otros, en un perfecto acoplamiento y armonía (Lehninger, 1988; Menshikov & Vollkov, 1990).

En relación con el metabolismo, se puede plantear que todas sus reacciones transcurren basadas en la transformación de la energía, considerando el tipo de ruta metabólica:

✎ Rutas metabólicas anabólicas: son aquellas en las que a partir de precursores sencillos se obtienen moléculas complejas que forman parte de la estructura celular (biosíntesis de proteínas, fosfolípidos) o de su actuar fisiológico (biosíntesis de proteínas enzimáticas, hormonas), proceso que se lleva con la utilización de energía metabólica en forma de ATP.

✎ Rutas metabólicas catabólicas: son aquellas en las que a partir de moléculas orgánicas complejas se obtienen otras más sencillas (proteína se desdobla por hidrólisis en sus aminoácidos constituyentes, o una grasa neutra se transforma en una molécula de glicerina y tres de ácidos grasos, o el glucógeno se hidroliza y libera o rinde las moléculas de glucosa); mediante este proceso se libera energía metabólica en forma de ATP.

✎ Rutas metabólicas energéticas: están contenidas dentro de las rutas catabólicas y se caracterizan por la degradación total de las sustancias energéticas, liberando cantidades apreciables de energía utilizada en los diferentes tipos de trabajo intracelular (Beta-oxidación de los ácidos grasos a nivel de las mitocondrias, el ciclo de

los ácidos tricarboxílicos o ciclo de Krebs en la matriz mitocondrial, acoplado a la cadena respiratoria y la fosforilación oxidativa en las llamadas crestas mitocondriales de la membrana interna de este orgánulo citoplasmático).

Las rutas anabólicas y las rutas catabólicas, no constituyen conjuntos de reacciones biocatalíticas inversas, debido a que no necesariamente ocurren en la misma región celular y como generalidad utilizan secuencias y reguladores enzimáticos diferentes, además de los gradientes de energía libre que se deben remontar. (Lehninger, 1988; Hernández-Nodarse, 2007).

Sin embargo, es evidente que las rutas anabólicas y catabólicas guardan una estrecha relación entre sí, incluso se encuentran coordinadas por biomoléculas que actúan como metabolitos intermediarios comunes, lo que conduce al reconocimiento del llamado metabolismo intermediario.

El metabolismo intermediario constituye el conjunto de reacciones químicas del metabolismo celular al que fluyen las sustancias asimiladas resultantes del proceso de la nutrición (González Pérez, 2002), siendo transformadas hasta formas bioquímicamente más simples capaces de intervenir en la constitución de metabolitos intermediarios comunes; de hecho representa el momento de la integración del conjunto de reacciones enzimáticas que transcurren en las células y permite un adecuado equilibrio de los procesos de intercambio de sustancias y energía entre el organismo y su entorno, posibilitando:

1. La disponibilidad para el organismo de la energía química contenida en las moléculas de los nutrientes asimilados.
2. La obtención de sillares estructurales moleculares para la síntesis de macromoléculas celulares.

3. Formación de nuevas moléculas necesarias para el funcionamiento o reproducción del organismo (proteínas, ácidos nucleicos, lípidos y glúcidos complejos).
4. Formación y degradación de biomoléculas necesarias para funciones especializadas.

Al respecto Lopategui (2002) plantea *“...el funcionamiento por tanto, del organismo humano depende de una variedad de procesos bioquímicos que en conjunto representan el metabolismo. Las reacciones químicas involucradas en el metabolismo proveen (y utilizan) compuestos de energía indispensables para mantener trabajando todos nuestros órganos y mantienen vivo al ser humano...Para el atleta, los procesos liberadores y de síntesis de energía que constituyen el metabolismo facilitan la ejecutoria deportiva, y, en muchos casos, la mejora, particularmente cuando se llevan a cabo manipulaciones dietéticas efectivas”*.

#### **2.4.1. Bioenergética y rendimiento deportivo.**

La relación entre la bioenergética y el rendimiento deportivo es de extrema importancia, al igual que otros como son la psicología, la fisiología, el aspecto social y cognitivo. No obstante, es de destacar su valor en el orden de sostén material, pues es indispensable para el desarrollo de la actividad y el despliegue y manifestación del potencial genético y, en particular, deslindar la cantidad de energía necesaria para la realización de una prueba deportiva y el tipo de transformación bioquímica-metabólica puesto en juego, en función de la duración, intensidad y forma del ejercicio (continua-discontinua).

Pero de modo particular, su relación en el deporte se vincula muy estrechamente a la actividad muscular, en específico de los llamados músculos esqueléticos, sin restar importancia a la función del resto de los componentes del organismo.

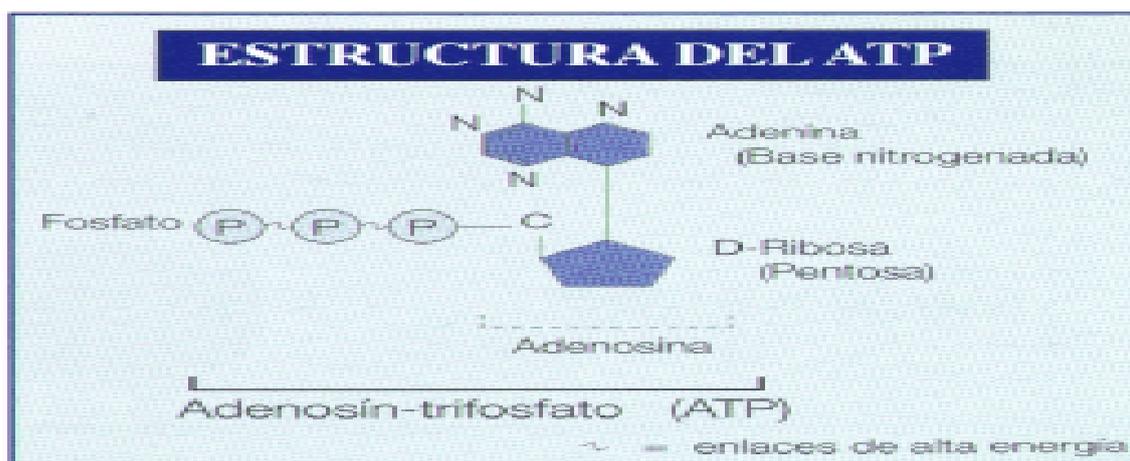
Según señalan Johnson & Klueber (1991) “...*el cuerpo humano contiene más de 400 músculos esqueléticos voluntarios, llamados así porque el sujeto puede gobernarlos de manera voluntaria, que permiten mover el esqueleto (por oposición a los músculos cardíacos o a los músculos que rodean las vísceras). Los músculos estriados esqueléticos pesan entre el 25 y el 40% del peso corporal total, según el nivel de entrenamiento*”.

De acuerdo con ello y teniendo en cuenta que los músculos esqueléticos son los generadores del movimiento, responsables del mantenimiento de la postura base y el sostén antigravitatorio, e incluso, mediante contracciones (estremecimiento) producen calor ante la exposición al frío, utilizan una proporción importante de la energía aportada por los alimentos o de las sustancias de reservas que se movilizan.

Tal energía consumida por los músculos es obtenida del desdoblamiento de las moléculas de Trifosfato de Adenosina (ATP) y garantizan la contracción muscular, base de la realización de todas las funciones citadas.

#### **2.4.2. El Adenosín Trifosfato (ATP).**

El ATP es una molécula pequeña del tipo de las purinas, en específico un nucleótido, constituido por tres partes química y funcionalmente diferentes: una *base nitrogenada* (adenina) unida al carbono 1 de un *azúcar* de tipo pentosa (ribosa), que en su carbono 5 tiene enlazados *tres grupos fosfato*, formando un compuesto de alta energía cuya función principal es: capturar la energía libre procedente de los procesos catabólicos para posteriormente cederla a aquellas reacciones que la requieran. (Menshikov & Vollkov, 1990).



**Fig. 2 Estructura del Trifosfato de Adenosina.** (Tomado de Arencibia Moreno, R. (2008). Diplomado en Nutrición General Humana y para el Deportista. Universidad del Valle del Fuerte, Sinaloa (Mex).

El enlace del primer grupo fosfato con la adenosina es de baja energía, pero los otros dos enlaces fosfato se denominan, "Enlaces Fosfato de Alta Energía", tanto el ATP como el ADP (Difosfato de Adenosina) son aniones muy cargados ( $ATP^{4-}$  y  $ADP^{3-}$ ), por lo que poseen gran afinidad por cationes divalentes como el  $Mg^{2+}$  y el  $Ca^{2+}$ .

Estos dos cationes se encuentran "...abundantes en el citoplasma y en orgánulos celulares como mitocondrias y núcleos (ej. células del tejido muscular) y también a moléculas proteicas como la actina y la miosina; formando estructuras complejas ( $MgATP^{2-}$ -  $CaATP^{2-}$ ) que son fundamentales en la contracción muscular, en la función enzimática  $ATP$ ásica y otros procesos metabólicos". (Molnar, 2006).

En la elevada electronegatividad de los Enlaces Fosfato de Alta Energía y su proximidad, se encuentra una de las razones del alto potencial energético de los mismos, en un proceso de hidrólisis enzimática, con la participación de una enzima que cataliza la reacción y la presencia de agua junto con el complejo ATP-Mg.

"A partir de la hidrólisis del ATP se forma ADP y Ácido fosfórico, liberando una importante cantidad de energía (aprox. 7 kcal/mol)  $ATP + H_2O \rightarrow ADP + H_3PO_4 + Energía$ ". (Menshikov & Vollkov, 1990).

El ATP es el único fosfato de alta energía que se forma primariamente de la ganancia energética de la célula, a través de los procesos oxidativos (aeróbicos) y/o anaeróbicos, y es almacenado en cantidades limitadas, por lo que de manera continua es resintetizado.

Se considera que el ATP constituye uno de los metabolitos de coordinación más importantes a nivel celular, particularmente por ser la unidad energizante por excelencia, ocurriendo su síntesis en cualquiera de las fases del metabolismo, sin embargo, su forma masiva de presentación es propia de la tercera fase de dicho proceso, pero su producción es solo posible en los animales a partir de sustratos oxidativos orgánicos. (Carbajal, 2002)

El contenido de ATP en el músculo es relativamente constante, su concentración es de unos 5 mM por Kg. de peso bruto, aproximadamente 0,25%. Estas concentraciones suelen bastar para unas 3 ó 4 contracciones aisladas de fuerza máxima, pero se recupera a partir de los productos de descomposición y se resintetiza a una velocidad igual a la de su desintegración durante el proceso de contracción muscular. (Menshikov & Vollkov, 1990).

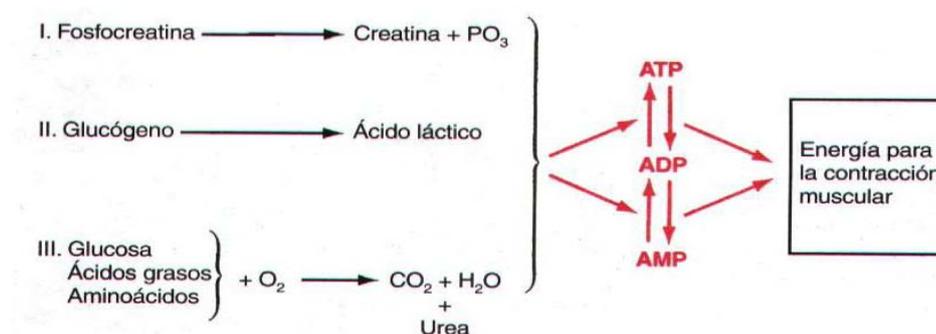
El principal problema con relación al ATP es el que estas moléculas no pueden ser almacenadas; por lo tanto, su producción debe estar íntimamente relacionada con las necesidades celulares, en lo cual intervienen los ya mencionados mecanismo energéticos.

#### **2.4.3. Bioenergética de la actividad muscular.**

En condiciones normales, la síntesis de ATP se realiza fundamentalmente por medio de las transformaciones aerobias, pero en el caso de la actividad muscular intensa se dificulta el suministro de oxígeno y en los tejidos se intensifican simultáneamente los procesos anaerobios dirigidos a la producción de ese intermediario común. (Carbajal, 2002)

En la realización de ejercicios físicos se activan todos los mecanismos energéticos celulares debido a los procesos de contracción muscular y sus requerimientos energéticos, en función de los cuales ocurren no solo variaciones bioquímicas sino de tipo fisiológicas vinculadas con la llegada de oxígeno y glucosa a las células musculares al prolongarse la actividad durante más de 3 minutos. (Menshikov & Vollkov, 1990)

Esta simultaneidad de activación de los mecanismos energéticos no impide que unos prevalezcan sobre otros en dependencia del tiempo y la intensidad del trabajo físico, pero en todos los casos son necesarios sustratos oxidativos que dependen directa o indirectamente tanto de las reservas del organismo como de la dieta que consume, como se ilustra a continuación. (Matveiev, 1981)



**Fig. 3 Sustratos oxidativos para la aportación de energía metabólica.** (Tomado de Menshikov y Volkov, 1990)

Según Menshikov & Volkov (1990), "...en los músculos esqueléticos del hombre fueron descubiertos tres tipos de procesos anaerobios en cuyo transcurso es posible la resíntesis de ATP:

☞ *Reacción de creatinfosfoquinasa (proceso anaerobio fosfágeno o aláctico) donde la resíntesis de ATP se efectúa a costa de la transfosforilación entre la creatín-fosfato y el ADP;*

✎ *Reacción de mioquinasa con la cual la resíntesis de ATP se lleva a cabo a expensas de la desfosforilación de una parte determinada de ATP;*

✎ *Glicólisis (proceso anaerobio láctico) donde la resíntesis de ATP se desarrolla según la marcha de la desintegración anaerobia enzimática de los glúcidos, la cual se termina con la formación del ácido láctico”.*

Obteniéndose energía para la actividad muscular también del mecanismo aerobio:

✎ **Mecanismo aerobio:** en presencia de dioxígeno tiene lugar la degradación completa de las macromoléculas (glucosa, glucógeno, ácidos grasos y aminoácidos) rindiendo como producto final H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> y ATP, siendo la combustión más limpia.

Los tres sistemas energéticos funcionan como un continuo energético. Se puede definir a éste como la capacidad que posee el organismo de mantener simultáneamente activos a los tres sistemas energéticos en todo momento, pero otorgándole una predominancia a uno de ellos sobre el resto de acuerdo con:

- 1) Duración del ejercicio.
- 2) Intensidad de la contracción muscular.
- 3) Cantidad de substratos almacenados.

Donde los sistemas energéticos distan mucho de actuar como compartimentos aislados, sin relación entre ellos, nunca son una vía exclusiva del aporte de energía para la realización de una determinada actividad física. (Hernández-Nodarse, 2007).

### ✎ **Mecanismo anaerobio alactácido**

Parte de esta energía puede ser sintetizada por el mecanismo anaerobio alactácido, teniendo su base en el creatín fosfato (CrP), el mismo “...se encuentra específica y únicamente dentro de las fibras musculares. Esto significa que solo se estimula con el trabajo particular

*de cada músculo y que la mejoría de este no provocará cambios en otros músculos no involucrados en la contracción*". (Metral, 2000).

El creatín fosfato es un compuesto formado por la unión de la creatina (compuesto inorgánico natural obtenido fundamentalmente por la ingestión de carne) y el fósforo, que puede además sintetizarse en el páncreas, hígado y riñón utilizando los mismos aminoácidos que lo forman (Arginina, Glicina y Metionina)]. (Menshikov & Vollkov, 1990)

Según Naclerio (2001) *"...la mayoría de la creatina sintetizada por nuestro organismo es transportada por la sangre hacia los tejidos, especialmente la masa muscular, que capta y almacena entre el 95 y el 98% del total de la creatina, que se encuentra en dos formas:*

- a. *Libre (40%)*
- b. *Unida a un fósforo PCr (60%)*".

La presencia de creatina en los músculos garantiza la síntesis de CrP y la obtención de ATP a partir de este para el trabajo muscular. El creatín fosfato [CrP], actúa como la principal fuente de energía durante los primeros 10 a 12 segundos luego de iniciada la actividad, denominándose este mecanismo "tapón energético", pues asegura el contenido de ATP y su elevación de un modo casi simultáneo en respuesta a una intensificación de la actividad fisiológica muscular, permitiendo pasar con rapidez del reposo a la acción. (Menshikov & Volkov, 1990)

Como sistema de producción de energía tiene un flujo muy grande, dado que la velocidad de resíntesis del ATP a partir de la fosfocreatina es muy alta, teniendo por resultado que la energía por unidad de tiempo que es capaz de formar sea elevada; sin embargo, la cantidad total de energía que se obtiene es muy pequeña y el sistema se agota rápidamente. (Coyle, 2004).

Al respecto Villamagna (2000) señala *"...la fosfocreatina es una fuente importante de energía, particularmente para ejercicios caracterizados por esfuerzos de alta intensidad y corta duración (1 -10*

segundos). *El limitante más importante de la performance muscular durante éste tipo de actividades es la disponibilidad de Fosfocreatina. Encontrándose el 98% de la Creatina total en el músculo esquelético, y el resto en el cerebro, corazón y testículos*”.

Por su parte, Menshikov & Vollkov, (1990) señalan *“La reacción de la creatinfosfoquinasa constituye la base de la resistencia muscular local, tiene importancia decisiva en el abastecimiento energético de los ejercicios de corta duración con potencia máxima...”*. (p. 309)

Las concentraciones de ATP y PCr durante un período de contracción muscular intensa son opuestas, cuando las concentraciones de PCr son bajas, la concentración de ATP se mantiene todavía muy alta, *“...cuando la concentración de PCr ha caído a un 10% de su contenido inicial, la concentración de ATP es del 90% aproximadamente”* (Metral, 2002).

### **Mecanismo anaerobio láctico**

El sistema anaerobio láctico es una ruta bioenergética donde tiene lugar la degradación incompleta de la glucosa o el glucógeno, el mismo se desarrolla en ausencia de dioxígeno teniendo por resultado la formación de dos moléculas de ácido láctico y de dos a tres moléculas de ATP. (Lopategui, 2002).

Este mecanismo energético conocido también como ruta glucolítica se efectúa en el citoplasma de la célula (sarcoplasma de los miocitos), y tiene como ventajas el suministro rápido de ATP y que no requiere de dioxígeno para su realización, desempeñando un papel importante durante la actividad muscular intensa en condiciones de un inadecuado abastecimiento de oxígeno en los tejidos (cargas máximas y submáximas), es la principal fuente de energía en los ejercicios cuya duración máxima oscila entre 30 segundos y 2,5 minutos. (Menshikov & Vollkov, 1990)

Sin embargo, según Lopategui (2003) dice *“...esta vía anaeróbica solo puede resintetizar algunos moles de ATP a partir de la*

*descomposición de la glucosa. El ácido láctico obtenido como producto final, al almacenarse con una alta concentración de iones de hidrógeno ( $H^+$ ), causa una rápida reducción en el pH muscular y sérico e induce la fatiga musculoesquelética transitoria cuando se acumula en los músculos y en la sangre a niveles muy elevados”.*

*La reducción del pH implica un aumento en la concentración de iones de hidrógeno ( $H^+$ ), “... [y] ocasiona una acidosis a nivel intracelular, lo cual puede reducir los efectos que tienen los iones de calcio ( $Ca^{++}$ ) sobre la troponina, por lo que la contracción de las miofibrillas musculares disminuye, reduciendo así la generación de tensión por el músculo esquelético activo (el ejercicio no se puede ejecutar efectivamente)...” (Lopategui, 2002).*

*Al respecto se plantea “...el ácido láctico que se genera como resultado de esta reacción tiene una característica especial y es que si se acumula va a producir una disminución del pH (acidosis) y por encima de una cantidad se produce el bloqueo del propio sistema energético, y con ello su parada; parece como si el propio organismo utilizara un mecanismo de seguridad para evitar que en el organismo la acidosis aumentara de manera exagerada, lo que daría lugar a un problema grave y generalizado, y por tanto detiene de forma automática el proceso en el que se forma ácido láctico; este bloqueo o disminución del rendimiento muscular se produce por varias razones, entre las que las más importantes son:*

- ☞ Disminución de la actividad enzimática, principalmente de la Fosfofructoquinasa, que va a catalizar una de las reacciones intermediarias, con lo que disminuye la rapidez del proceso y con ello la formación de energía.*
- ☞ El cambio ácido va a dar lugar a alteraciones en la formación de puentes entre la actina y la miosina, con lo que disminuye la capacidad de generar fuerza”. (López-Chicharro & Fernández, 2001).*

Por su parte, la potencia anaeróbica-lactácida, posibilita la adaptación del organismo a actuar con valores elevados de ácido láctico, favoreciendo la tolerancia a las cargas y una pronta recuperación (De la Paz, 2000).

La velocidad de obtención de energía por unidad de tiempo de esta reacción no es tan alta como en el caso anterior; lo que va a dar lugar a una resíntesis de ATP menor en un tiempo determinado, y ello va a condicionar la intensidad del ejercicio, que como puede suponerse va a ser inferior a la intensidad que permite el metabolismo anaeróbico alactácido. (Molnar, 2006)

### **Mecanismo Aerobio.**

Cuando el músculo debe mantener una actividad prolongada realizando un ejercicio de más de 3 minutos, el sistema de producción de energía es más eficiente en términos de ganancia; este es el sistema Aerobio, llamado así porque necesita oxígeno para su realización, y cuanto más oxígeno llegue al músculo más energía va a ser capaz de producir este sistema, y mayor rendimiento va a desarrollar (Menshikov & Volkov, 1990).

Pasados unos 2,5 minutos de actividad física y mediante diferentes mecanismos se intensifican la ventilación pulmonar y la circulación sanguínea, asegurando con esto el oxígeno necesario para la realización de la oxidación biológica, y comienza a ser el mecanismo aerobio la fuente primaria de energía; en estos momentos las reservas de glucógeno muscular comienzan a ser insuficientes y se pasa al uso de sustratos extramusculares, siendo el fundamental el glucógeno hepático, aunque con el aumento de la duración del trabajo físico son utilizados los ácidos grasos, pero este último solo se activa cuando ha disminuido la concentración de glucosa y ácido láctico en sangre, llegando incluso a utilizarse las proteínas (Godnic, 2002; Ramírez-Campillo, 2007).

En este caso, el músculo puede utilizar tanto a la glucosa como a las grasas y proteínas, como sustrato energético, pero siempre debe realizarse en presencia de O<sub>2</sub>, obteniéndose por resultado de las diferentes reacciones bioquímicas que se desarrollan CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O y de 36-39 moles de ATP a partir de cada mol (180 gramos) de glucógeno catabolizado. Además, produce 130 moles de ATP a partir del catabolismo de 256 gramos de grasa.

*“Las reacciones químicas que producen ATP con la presencia de oxígeno (aeróbicas) se efectúan a través de tres vías metabólicas, las cuales son: la glucólisis (en este caso es de naturaleza aeróbica), el ciclo de Krebs (o ciclo del ácido cítrico) y la cadena respiratoria (o sistema de transporte electrónico). La glucólisis se lleva a cabo en el citoplasma de la célula, el ciclo de Krebs y el sistema de transporte electrónico se realiza en las mitocondrias” (Lopategui, 2003).*

A diferencia de la glucólisis, los productos finales de las transformaciones aerobias (dióxido de carbono y agua) no provocan alteraciones en el medio intracelular y son eliminados fácilmente, siendo este mecanismo la principal vía de síntesis del ATP en los ejercicios de larga duración.

El carácter limitado de los depósitos de glucógeno muscular provoca la utilización de las grasas; *“...así, cuando el nivel de intensidad de ejercicio sea bajo, y por tanto la cantidad de oxígeno que llega al músculo es relativamente alta, se utilizará principalmente grasa [ej.: a 10 km/h durante 1 h la energía proviene principalmente de la utilización de las grasas (67%)]” (López-Chicharro & Fernández, 2001).*

Las proteínas son utilizadas como sustratos energéticos cuando el trabajo muscular es de larga duración, en tal caso los aminoácidos componentes participan en la neoformación de glúcidos mediante la gluconeogénesis. En este estado el nivel de amoníaco y el contenido de urea en sangre se elevan entre 4 y 5 veces sobre la condición normal manteniéndose así, e incluso con fluctuaciones ascendentes, si

predominan reacciones anaerobias en el organismo sometido a carga física.

Estas concentraciones de amoníaco en sangre provocan un efecto perjudicial para el individuo, al respecto Guyton (2001) indica “... grandes concentraciones de amoníaco en sangre es negativa para el atleta sometido a una carga física prolongada debido a que este metabolito separa eficazmente el ácido alpha-cetoglutarico del ciclo de Krebs o de los ácidos tricarbónicos, pudiendo provocar una fuerte inhibición de la respiración en el cerebro e incremento de cuerpos cetónicos, por otro lado, ya que el organismo excreta los excesos se sobrecarga la acción fisiológica del riñón y el metabolismo del calcio es anormal”.

El flujo energético total de este sistema es bastante menor que en los sistemas anteriores, pero tiene la ventaja de que es mucho más prolongado en el tiempo, ya que el factor limitante va a ser el agotamiento de las reservas energéticas, y si bien la glucosa se va a agotar, las reservas de grasa son prácticamente inagotables. (Menshikov & Vollkov, 1990)

En el proceso de fosforilación oxidativa, la formación de 1 mol de ATP equivale al consumo de 3,45 l de O<sub>2</sub>. En reposo la misma cantidad de oxígeno se consume en transcurso de 10-15 min, mientras que en caso de una actividad muscular intensa (por ejemplo, si se tratara del maratón), durante 1 min.

La potencia aeróbica, se expresa en el valor del Volumen Máximo de Oxígeno (VO<sub>2 máx</sub>) en un tiempo dado, es decir, constituye el máximo de oxígeno que el organismo puede transportar en un minuto, de tal manera que cuanto mayor sea el mismo, mayor será la capacidad cardiovascular de este, permitiendo utilizar la cantidad total de energía disponible en condiciones aeróbicas, independientemente del factor tiempo (De la Paz, 2000).

El  $\text{VO}_2$  máx es además una medida de la potencia aerobia, la capacidad de desempeñar un trabajo de intensidad relativamente alta durante un período moderado de tiempo, y refleja la proporción máxima en la cual se puede producir energía por medio del metabolismo oxidativo en los músculos.

El entrenamiento aerobio actúa sobre el  $\text{VO}_2$  máx de diferentes maneras: mejorando la capacidad del cuerpo de suministrar oxígeno, mejorando la capacidad de los músculos de extraer oxígeno e incrementando el volumen sanguíneo. Adicionalmente, incrementa la efectividad con la que el cuerpo moviliza su grasa de reserva en respuesta al esfuerzo físico; las reservas musculares de glucógeno también parecen incrementarse con este tipo de entrenamiento (Menshikov & Vollkov, 1990).

El  $\text{VO}_2$  máx se considera una medida para el aporte de oxígeno (ventilación), el transporte de oxígeno (sistema cardiovascular) y la utilización de este (célula muscular), en un organismo esforzado al máximo. Es de alguna manera el “Criterio Bruto” para la resistencia aerobia (Chaar, Barbosa, Sánchez, Serrano & Galeano, 2002).

Los procesos metabólicos de glúcidos, grasas, y proteínas se encuentran interrelacionados, lo que se manifiesta en la existencia de los productos intermedios únicos del metabolismo y la de las vías comunes de transformaciones, así como, en las conversiones recíprocas de estas biomoléculas.

Todo sustentado en las reservas energéticas del organismo, la continuidad del metabolismo en sus fases subsiguientes como se muestra en el cuadro de interrelación de las rutas metabólicas y las características de la actividad que se desarrolla.

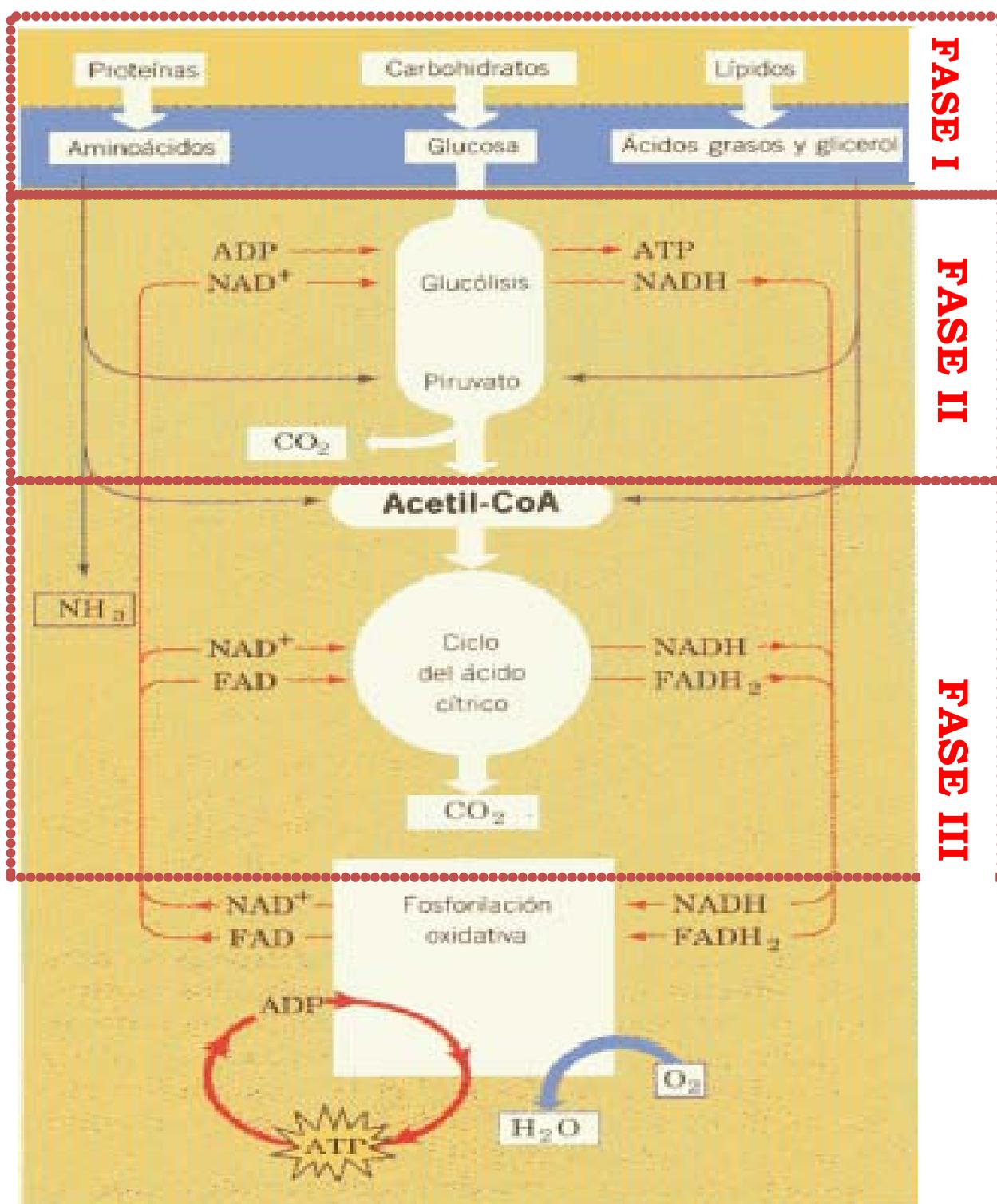


Fig. 4 Fases del metabolismo energético. (Tomado de Lehninger, 2001)

## **2.5 ADOLESCENCIA Y ACTIVIDAD FÍSICA.**

La actividad física sistemática provoca transformaciones morfofisiológicas en el organismo sometido a un proceso de entrenamiento específico; sin embargo, el mismo no puede alejarse de las posibilidades anatómicas y fisiológicas del individuo, además de condicionarse a la potenciación de su salud y a constituir un estímulo para el desarrollo orgánico de su capacidad física para ejecutar acciones bajo condiciones aeróbicas o ante una gran deuda de oxígeno, especialmente en un organismo joven o inmaduro.

La adaptación de niños y adolescentes a la actividad sistemática guarda una estrecha relación con la fisiología de los sistemas cardiovascular y respiratorio, así como en el carácter funcional del organismo como un todo, logrado en la sustentación metabólica y del actuar de los mecanismos de regulación endocrina y nerviosa, lo que hace evidente que las diferencias que muestran respecto al adulto, imponen respuestas adaptativas distintas. (Delgado, 1994)

Según Delgado (1994), al hacer referencia a la inmadurez fisiológica en niños y adolescentes considera que, *“...está causada, en gran medida, por insuficiencia metabólica, que tiene su origen en dos fenómenos orgánicos: insuficiente funcionamiento hepático y suprarrenal, e insuficiente funcionamiento de la regulación hormonal y enzimática...”*. (p. 122)

Lo cual se hace evidente, si se consideran las posibilidades disminuidas del hígado en esta etapa para la degradación de los potenciales combustibles orgánicos, y por tanto, el suministro energético se convierte en un factor limitante para el rendimiento deportivo. (Hernández-Nodarse, 2007).

Se agrega, la actuación de los riñones, *“...todavía no bien desarrollados, como sucede en la edad infantil, y su consiguiente inadecuada actuación en la depuración de metabolitos de las reacciones químicas y sobre todo por su eliminación más lenta e incluso incompleta...”* (Hernández-Nodarse, 2007) todo lo cual repercute en el

desarrollo de actividades físicas de tipo deportiva con carácter sistemático.

En lo que respecta al inadecuado funcionamiento de la regulación hormonal y enzimática del niño ante la práctica físico deportiva, ya expresado, es evidente que si el funcionamiento hormonal es un condicionante del crecimiento corporal, entre el gran número de factores intrínsecos (herencia, sexo, hormonas, raza, enfermedades y peso al nacer) y extrínsecos (nutrición, efecto del ejercicio, enfermedad y alimentación maternal, radiaciones y clima) (Grandjean & Ruud, 1994), cualquier afección o actividad disminuida del mismo repercute decisivamente en la actividad física.

En particular la testosterona tiene una marcada influencia en el rendimiento deportivo, debido a su participación fisiológica en el anabolismo muscular y condiciona en gran medida el nivel de fuerza que puede desarrollar una persona (Mazzeo, 2003).

### **2.5.1. La capacidad aeróbica en la adolescencia.**

Es interesante considerar que en el prepúber y púber se manifiesta una gran capacidad para desarrollar esfuerzos continuos pero moderados a alta frecuencia cardíaca debido a factores anatómo-fisiológicos tales como menor tamaño del corazón (de un 70-80% respecto al adulto), pulso basal elevado (20% en relación al adulto), menor desarrollo de la arteria aorta y de la red capilar periférica y aumento de la masa muscular esquelética respecto a la del miocardio (Rowland, 2004).

Se debe destacar además, que en niños y adolescentes existe una mayor capacidad de generación energética por vía aeróbica, lo que está dado por una mayor cuantía relativa de mitocondrias, una gran actividad de las enzimas aeróbicas, la hemoglobina aumenta y una alta concentración de ácidos grasos intracelulares en comparación a los

adultos, lo que favorece el trabajo con la resistencia física (Gutiérrez Muñiz et al., 2002)

Al respecto Ossorio (2003) plantea “...el desarrollo de la resistencia en el período prepuberal y puberal coincide con un aumento y mejora del nivel neuromuscular que se produce en el organismo, la coordinación muscular y la coordinación general en los movimientos y gestos mejora muchísimo, lo que posibilita la realización de todo tipo de actividades de manera económica...”.

Al transitar al estado puberal y adolescente (14-16 años) y tomando como referencia al adulto masculino, el peso y el volumen cardíaco aumenta en un 50%, así como la contractilidad miocárdica a consecuencia de la circulación creciente de hormonas anabolizantes (testosterona y somatotrópica), sin embargo se encuentra desfasada respecto a la musculatura esquelética que ha alcanzado hasta un 70%, por lo que la capacidad de trabajo muscular es mayor que la del corazón, manifestando una relativa insuficiencia cardíaca frente al trabajo físico que es superado a medida que se acerca a la madurez biológica. (Delgado, 1994; Ossorio, 2003)

Además, el incremento del músculo cardíaco repercute sobre la elevación del consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ), reflejo del nivel del metabolismo aeróbico, debido al aumento del volumen de eyección sistólica, aun, cuando a nivel hemodinámico, tal capacidad de transporte de oxígeno por la sangre, responde a factores como los niveles de hemoglobina y eritrocitos.

Así Ossorio (2003) destaca que “...la máxima velocidad de crecimiento es alcanzada entre los 13 y los 14 años de edad. El punto de máxima velocidad en el incremento del  $VO_{2m\acute{a}x}$ ... coincide con el pico de máxima secreción de testosterona” (p. 3), mejorando la capacidad aeróbica de los adolescentes.

Beerardo & Polletti, (citado por Ossorio, 2003) plantean “la resistencia es una de las primeras capacidades que se desarrollan en los

*muy jóvenes...”, señalando que los efectos adaptativos que produce son los siguientes:*

- ☝ “Aumento del diámetro y del número de capilares; mejor recambio periférico.*
- ☝ Aumento de la musculatura cardíaca (hipertrofia y volumen); regulación de la distribución sanguínea (en esfuerzo y reposo).*
- ☝ Aumento del volumen de sangre y, en parte, de los glóbulos rojos”.*

La función respiratoria responde de la misma manera ante la reiteración sistemática de esfuerzos prolongados de baja intensidad, adaptándose a la situación que los mismos demandan e imponiendo sus efectos metabólicos.

Al respecto Ossorio (2003) considera: *“...en la adolescencia el trabajo de resistencia incide en el desarrollo de los pulmones, gracias al ensanchamiento de la caja torácica, es decir, un incremento de volumen pulmonar...”*, lo que evidentemente facilita el intercambio de gases.

Según Zintl (1991) *“...desde la perspectiva del metabolismo muscular existen en los niños buenas condiciones para una capacidad de rendimiento aeróbico... mayor grado de oxidación de lípidos libres que en los adultos debido a la relación constatada entre el glicerol y los lípidos libres en su sangre. Las causas de ello parecen ser el desarrollo todavía incompleto de la capacidad glucolítica y el control hormonal existente (catecolaminas, sobre todo adrenalina, y hormona de crecimiento STH)...”*.

Por su parte Delgado (1994) plantea *“...un entrenamiento de resistencia bien dosificado favorece la maduración del sistema músculo-esquelético, dado que estimula la osteoblastosis, favorece la nutrición del cartílago, induce a una adecuada ordenación de las fibras de colágeno y permite una correcta lubricación articular... el niño presenta una mayor disponibilidad de fibras lentas o rojas que el adulto, lo que facilita la realización de actividades físicas en régimen aeróbico...”*.

Así, desde la pubertad a la adolescencia propiamente dicha se van obteniendo progresivamente las posibilidades físicas del adulto, hasta el punto que la capacidad aeróbica al esfuerzo físico del adolescente llega a ser aproximadamente un 90% (8 a 19 años) de la que dispone el adulto (Prat & Coll, 1987; Ossorio, 2003).

### **2.5.2. La capacidad anaeróbica en la adolescencia**

En el adolescente no existen condiciones favorables para el desarrollo de la capacidad anaeróbica, lo que incide negativamente en el desarrollo de actividades físicas de potencia máxima y sub máxima. (Millikonsky & Mazza, 1990).

López Calbet (citado en Ossorio, 2003) *“...el incremento de la capacidad anaeróbica no guarda relación con el acelerón puberal del crecimiento. Para una edad comprendida entre 11 y 15 años no se observan diferencias significativas en la capacidad anaeróbica de los niños que han madurado precozmente, con respecto a aquellos que lo han hecho más tardíamente”*.

Al respecto Chaar et al., (2002) plantean *“...varios mecanismos fisiológicos han sido postulados para explicar la baja potencia anaeróbica en la población de jóvenes, esto incluye unos bajos niveles de fosfofructoquinasa, la cual es una enzima limitante de la vía glucolítica, baja actividad simpático adrenal, diferencias en la distribución de la fibra muscular, así como una respuesta hormonal inmadura...”*.

Diversos autores insisten en el papel de la glucólisis para el sostenimiento de la potencia anaeróbica. En esta línea de pensamiento Zintl (1991) señala, *“...se encuentra limitada debido a la baja actividad (baja cantidad) de sus enzimas claves, específicamente la fosfofructoquinasa (PFK)... Sólo en la pubertad se inicia un incremento en la producción de lactato. (niños de 4-6 años: 3-6 mmol/l; de 6-9: 4-8 mmol/l, jóvenes de 15 años: 6-14 mmol/l.)... para producir la misma cantidad de lactato que los adultos se requiere una liberación de*

*catecolaminas mucho más elevada (nivel de adrenalina – noradrenalina 10 veces superior)...”.*

Por su parte Lehmann, Kaplan, Bingisser, BlochK & Spinass (1997) destacan “...este elevado incremento de hormonas del estrés lleva al límite psicofisiológico del esfuerzo”.

Dependiendo además la capacidad anaeróbica de las reservas de sustrato energético, específicamente de compuestos fosfágenos como el Creatín Fosfato, que determina la capacidad anaeróbica alactácida, la que es inferior en los niños y adolescentes que en los adultos. (Millikonsky & Mazza, 1990)

Además, según Becerro (1997) “...la eliminación del lactato es retardada en comparación con el adulto, lo que se manifiesta como una delimitación de la capacidad de recuperación...”.

Esta insuficiencia funcional enzimática del niño y el adolescente, relacionada con los bajos niveles de concentración que alcanzan varias de las enzimas que intervienen en el metabolismo anaeróbico (fosfofructoquinasa, piruvatodeshidrogenasa y fosforilasas) e incluso con menos actividad que en el adulto, ocasionan la llamada “paradoja del lactato”. (Matzudo, 1989; Mouche, 2001; Naclerio, 2001).

Según lo anteriormente expuesto, se hace bioquímica y fisiológicamente evidente que el trabajo físico en estas edades es predominantemente en régimen aeróbico, incluso a intensidades moderadas-altas. (Delgado, 1994; Naclerio, 2001)

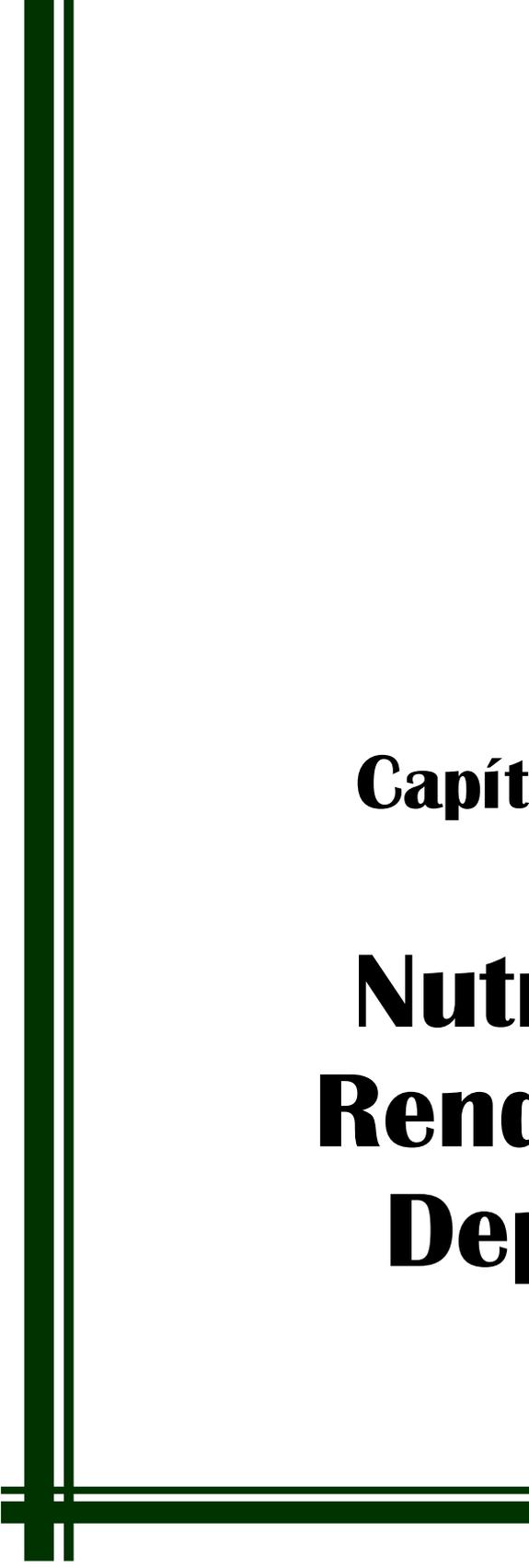
Ahora bien, el desarrollo de actividades físicas sistemáticas, incluido el entrenamiento deportivo, constituye un potente estímulo sobre la estructura anatomofisiológica del adolescente, manifestándose modificaciones morfofuncionales del sistema cardiovascular, fundamentalmente a partir de la pubertad, siendo de destacar el aumento del tamaño del corazón y de las paredes del miocardio, lo que ocasiona un aumento del volumen sistólico, con disminución de la frecuencia cardíaca (Ossorio, 2003).

Se señala por Delgado (2006) “...también los índices de eficacia respiratoria mejoran, como consecuencia de que la ventilación se hace más profunda y disminuye el número de ventilaciones por minuto”.

En este sentido se encuentran listos para brindar un esfuerzo sistemático en el fortalecimiento del organismo y para perfeccionar sus resultados deportivos, ampliar su trabajo físico-intelectual y su comportamiento cultural.

La gran cantidad de cambios del púber; tanto a nivel somático como en la personalidad que se producen en esta etapa, van a repercutir considerablemente en el comportamiento motriz del mismo. La modificación de la imagen corporal y, por tanto, de la conciencia corporal, con su favorable o inadecuada aceptación, va a originar una mejor o peor disposición para el trabajo físico-deportivo.

Así, mientras existen adolescentes que busquen en la actividad física el afianzamiento de su esquema corporal, otros evitarán la práctica deportiva por la sobrecarga física que le supone a su organismo, la cual se une a la fatiga generalizada producida por los cambios morfológicos y funcionales.



## **Capítulo III**

# **Nutrición y Rendimiento Deportivo**



La alimentación es un proceso necesario y obligado para todos los organismos o sistemas vivientes y ha de producirse cumpliendo determinados requisitos —según el ente viviente de que se trate— que les permita enfrentar las variaciones que se producen en el medio ambiente y adaptarse, así como las relaciones intra e interespecíficas que genera la comunidad biológica.

De hecho, la ingestión de alimentos constituye un proceso proveedor de materia prima, en primer lugar para la obtención de energía metabólica utilizable en el sostenimiento de las funciones vitales y de los gastos que tienen lugar en la economía fisiológica del individuo, y en segundo lugar para aportar las sustancias necesarias en la reconstrucción y renovación de tejidos que garantizan el crecimiento y desarrollo de los organismos.

Así, todos los organismos construyen sus cuerpos a expensas de materias extraídas directamente del ambiente físico, en un proceso que transita por escalones ascensionales o eslabones de transferencia energético nutrimental, que tiene su base en los vegetales, sostenedores mediante su condición de autotrofia del resto de los seres vivos; por ello las plantas constituyen la fuente primaria de alimentos y, por tanto, el primer eslabón de las cadenas alimentarias; en ellas comienza el flujo de energía (productores), pasando de un nivel trófico a otro a través de los llamados consumidores de diferentes órdenes (primarios, secundarios, terciarios), hasta llegar al hombre que por su condición biosocial puede situarse en cualquiera de los eslabones de los citados consumidores.

Este proceso se cumple bajo condiciones específicas (particularidades biológicas, disponibilidad de sustancias alimentaria, economía, hábitos alimentarios o nicho trófico, entre otras), posibilitando una biodisponibilidad de nutrientes - que, en los seres humanos, es notablemente influida mediante intervenciones educativas- para, finalmente, reflejarse en un estado nutricional.

El estado nutricional, desde el punto de vista fenoménico, es la resultante de la interacción dinámica, en el tiempo y en el espacio, de la alimentación y la utilización de la energía y nutrimentos en el metabolismo de los diferentes tejidos y órganos del cuerpo (Vega-Romero, 2002).

Tal interacción puede estar influida por múltiples factores, desde los genéticos que determinan en gran medida la estructura metabólica del individuo, hasta factores propios del entorno tanto de naturaleza física, química, como biológica y hasta de índole social, como el que constituye la práctica de deportes.

La práctica del deporte —como se ha expresado con anterioridad— somete al organismo a un estrés profundo que se refleja en las modificaciones morfofisiológicas del deportista, pero que este asume de manera voluntaria como vía de alcanzar los más altos lauros en la disciplina que practica; sin embargo, tales logros, reflejo de un óptimo rendimiento deportivo, implican no sólo un entrenamiento físico directo de calidad, sino asegurar que los procesos de recuperación puedan explotarse al máximo, sobre la base del descanso, la hidratación y la nutrición, los que constituyen factores del llamado *entrenamiento invisible* (Pila-Hernández, 1996; Bompa, 2002).

En particular la nutrición marca la práctica del deporte debido a que no solo constituye una ayuda ergogénica fundamental, sino que posibilita la incorporación al organismo de un conjunto de sustancias que intervienen como reguladores, y sustratos de síntesis, de los procesos bioquímicos que aseguran la psicomotricidad y

bioadaptabilidad del deportista a la carga de entrenamiento a que se somete, por lo que depende de la práctica cuasi voluntaria que constituye la alimentación como proceso de carácter social.

Por otro lado, una nutrición adecuada durante los primeros estadios del desarrollo humano —antes de alcanzar la segunda edad— por el practicante de actividad física deportiva, es esencial para todo su desarrollo psicobiológico ulterior.

### **3.1. ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN. ASPECTOS BÁSICOS.**

Tratándose del ser humano, la *alimentación* constituye el proceso mediante el cual el sujeto se procura en su entorno, de manera activa o pasiva, los alimentos contenedores de las categorías químicas alimentarias y nutrimentales que necesita para satisfacer los requerimientos de energía y sustancias de su organismo, para alcanzar y mantener en el tiempo y en el espacio, el mayor grado de competitividad biológica o capacidad de enfrentar adaptativamente los cambios que se puedan producir en el entorno ecológico del mismo (González-Pérez, 2002).

Por su parte, la *nutrición* como proceso posee una extraordinaria complejidad biológica y se refiere a la distribución, utilización, transformación, almacenamiento y/o eliminación de los nutrimentos y otras sustancias en el organismo. Involucra a la función metabólica celular y no es susceptible de ser cambiada; es decir, en sí constituye un hecho imprescindible para sostener la vida, aún cuando recibe la influencia de los cambios en el régimen de alimentación, cuyo reflejo se da en el estado nutricional (González-Pérez, 2002).

El organismo obtiene sus nutrimentos o sustancias químicas nutrimentales de los alimentos ingeridos con la dieta diaria, que incluye tanto macronutrientes como micronutrientes; entre los primeros se

encuentran los glúcidos, lípidos y proteínas y en el segundo grupo se encuentran las vitaminas y los minerales. Se debe aclarar que, junto al dioxígeno y el agua, son los nutrimentos de mayor importancia para el organismo.

Se entiende por *nutrimento* “... las sustancias químicas abastecedoras y sostenedoras de la función metabólica (o metabolismo), de aquí la importancia capital que tiene el hecho de que sean consumidos y absorbidos en las cantidades absolutas y relativas requeridas, de manera tal que estén biodisponibles para las células de los diferentes tejidos y órganos que integran en su conjunto el biosistema humano, según sus necesidades...” (González-Pérez & Marcos, 2008).

Es decir, nutrimento es toda sustancia o especie química contenida en los alimentos —o en el entorno (p.e., el dioxígeno) — que un organismo necesita para lograr sostener, en el tiempo y en el espacio, todas sus estructuras y la fisiología de sus órganos y subsistemas de órganos.

Así, la *biodisponibilidad energética* será la cantidad de energía, o equivalente neto del total, ingerida con la dieta que la unidad celular puede utilizar para la realización de trabajo útil, intrasistémica o sobre su entorno. Asimismo, la *biodisponibilidad nutrimental* es la cantidad efectiva de un nutrimento en particular que la célula podrá captar de su entorno y utilizar en su función metabólica (González-Pérez, 2002).

La ausencia de algún tipo de nutrimento de manera regular en la ración diaria de alimentos o su disminución por debajo de un límite mínimo, produce enfermedades carenciales. Si la situación alcanza períodos relativamente prolongados estas pueden tener un efecto crónico y comprometer el desarrollo normal del individuo o de las actividades que ejecuta, ya que dichos nutrimentos son responsables de la función de los alimentos; por lo que se pueden conceptualizar como elementos simples y absorbibles imprescindibles para el adecuado funcionamiento del individuo.

Esto significa que el hombre, como ente biológico, necesita para su subsistencia de nutrientes o materias prima que les son indispensables como artículos químicos alimentarios, los cuales son incorporados y transformados en el subsistema digestivo.

Así, las unidades o sillares estructurales componentes de las macromoléculas contenidas en los alimentos —combinados para constituir las proteínas y/o péptidos (enlaces peptídicos), grasas (enlaces estéricos) y glúcidos (enlaces glucosídicos) — están unidas por enlaces anhidros, su ruptura implica un desdoblamiento hidrolítico con adición de una molécula de agua, por la acción catalítica de las enzimas contenidas en los jugos digestivos.

Tales nutrientes son incorporados por el organismo con los alimentos en la ración que conforma su ingesta, regularmente relacionada a hábitos o preferencias enmarcados en su dieta diaria, considerándose a la misma como un régimen, método o modelo alimenticio.

Según González-Pérez & Marcos (2008) *“...una dieta es un conjunto de alimentos que, además de llenar los requisitos de palatabilidad y satisfacción, debe contribuir con los nutrientes requeridos por el hombre para que éste pueda cumplir sus funciones fisiológicas de crecimiento y desarrollo”*.

De ahí que se plantea que la dieta debe ser balanceada. Según Rodríguez-Marcos (2008), *“...la dieta balanceada... desde el punto de vista conceptual, es la cantidad y calidad de alimentos que debe ingerir el individuo para satisfacer sus reales necesidades de energía y nutrimentos en un intervalo de tiempo determinado, fijado éste en 24 horas...sólo esta es capaz de alimentar debidamente la función metabólica general de la persona, según el patrón metabólico que la misma ha de sostener para enfrentar autoregenerativamente los cambios*

o variaciones de energía y sustancias, y de cualquier naturaleza en definitiva, que puedan sucederse en el entorno de la misma”.

González-Pérez & Marcos (2008) consideran que una dieta sea balanceada o normal debe cumplir ocho requisitos fundamentales:

- ☞ *“Ser adecuada, es decir, ajustarse a la etapa de la vida, al sexo y al estado funcional (fisiológico) del sujeto.*
- ☞ *Ser suficiente, que equivale a decir proporcione las cantidades de energía y nutrimentos que las células de los diferentes tejidos y órganos del cuerpo puedan necesitar.*
- ☞ *Ser variada, o lo que es lo mismo, en la dieta deben figurar categorías químicas alimentarias que procedentes de diferentes fuentes (animal y vegetal) y de distinta naturaleza, aseguren en su conjunto las demandas energéticas y sustanciales de las células a nivel tisular y orgánico.*
- ☞ *Ser equilibrada, constituye posiblemente el requisito más difícil de cumplimentar tratándose de una dieta balanceada. En su esencia, significa que cada componente alimentario y nutrimental debe estar presente en la dieta ingerida por el sujeto en determinadas cantidades absolutas y relativas, con lo cual se evitaría el estrés de cualquier ruta metabólica a nivel tisulo-orgánico.*
- ☞ *Ser ingerida de forma fraccionada (preferiblemente en seis “pequeñas” porciones) donde cada una de las fracciones debe contribuir a la satisfacción de una determinada cantidad porcentual de la necesidad energética total del individuo para 24 horas.*
- ☞ *Suministrar determinadas cantidades y tipos de fibra dietética.*

- ☞ *Proporcionar determinadas cantidades y tipos de sustancias fitoquímicas con diferentes capacidades y poderes antioxidantes.*
- ☞ *Ser inocua (no provocar enfermedad).”*

### **3.1.1. Función de los alimentos en el organismo.**

Los alimentos, de forma general, deben cumplir las siguientes funciones fundamentales:

- Satisfacer el hambre: Se conoce como el impulso urgente o perentorio de encontrar alimentos e ingerirlos, factor básico de la supervivencia. Esta nos indica que las necesidades de energía no están siendo satisfechas, lo que se manifiesta en debilidad física, sensaciones de tensión abdominal.
- Permitir la realización del actuar fisiológico: la energía aportada por los alimentos es transformada y utilizada en la realización de trabajo que garantiza el mantenimiento de la vida. En el hombre el rendimiento del trabajo es del 25%, es decir, de cada cuatro calorías ingeridas, una produce trabajo y las otras tres se utilizan en el mantenimiento del organismo y su funcionamiento.
- Termorregulación: es la energía que se emplea en el mantenimiento de la temperatura corporal, donde no debe variar la temperatura de núcleo, se entiende por esta la de los órganos situados en la caja encefálica, torácica, abdominal y pelviana, la temperatura de superficie puede variar en dependencia de las condiciones ambientales pero hasta un cierto rango y que esta variación no afecte a la temperatura central o de núcleo.
- Reparar las células y crecimiento: el crecimiento y reparación celular es muy activo durante la infancia y la adolescencia, un

50% más que en el adulto, por lo que la ingesta de proteínas en esta etapa debe garantizar dichas actividades, pues estos son los nutrientes plásticos por excelencia y constituyen la principal fuente de incorporación de nitrógeno al organismo.

Las proteínas mantienen el equilibrio dinámico mediante la regeneración y el crecimiento celular, reemplazando células que ya han cumplido su ciclo vital, por ejemplo: las células epiteliales, viven ocho días; las musculares, viven entre tres y seis meses, según sea un músculo estriado o liso; los glóbulos rojos viven ciento veinte días, luego cada una de ellas es sustituida.

- Mantener constante el metabolismo basal: Esta es la energía gastada por un individuo en completo reposo, es decir la energía utilizada en la realización de las funciones vitales, el mismo depende de la superficie corporal, sueño, el sexo, el hábito muscular, la altitud, la fiebre, la ansiedad y la angustia, los medicamentos farmacodinámicos, el fumar y la edad.

La alimentación, de forma general, constituye uno de los factores del equilibrio metabólico en los individuos, desempeñando un papel fundamental en su desarrollo físico y psíquico, así como en la adaptación de este al esfuerzo realizado durante la actividad física.

### **3.1.2. Leyes de la nutrición.**

Roberti (2003), atendiendo a la importante función de los alimentos en el organismo, han descrito las siguientes leyes de la nutrición:

1. *“Primera ley o ley de la cantidad: la cantidad de alimentos debe ser suficiente para satisfacer las necesidades energéticas del individuo y mantener su equilibrio.*

2. *Segunda ley o ley de la calidad: el régimen alimentario debe ser completo para ofrecer al organismo, en su carácter de unidad indivisible, todas las sustancias que lo integran, llamadas nutrientes básicos o esenciales, tales son: proteínas, lípidos, glúcidos o carbohidratos, vitaminas, minerales y agua.*
3. *Tercera ley o ley de la armonía: Las cantidades de los diversos nutrientes que integran la alimentación deben guardar una relación de una determinada proporción entre sí.*
4. *Cuarta ley o ley de la adecuación: Es quizá la más importante a tener en cuenta para la realización de una dieta, porque es la que contempla al individuo en su conjunto, adecuando la alimentación a sus gustos, hábitos, tendencias, su situación socioeconómica y cultural, su realidad laboral, actividad física, edad, sexo, entre otros factores. Debe tenerse en cuenta, entre los requerimientos nutricionales, las necesidades básicas emocionales del individuo, elemento de importancia vital en la niñez y la adolescencia, que comprende no sólo con qué se alimenta, sino cómo se hace.”*

### **3.2. ALIMENTACIÓN Y RENDIMIENTO DEPORTIVO.**

Las primeras referencias acerca de la relación entre la alimentación y el rendimiento deportivo se remontan a la antigua Grecia, dirigidas a los participantes en los primeros Juegos Olímpicos y alcanzan un extremo tal de sofisticación que llegaron a definir alimentos y combinaciones particulares para su ingestión, así como recetas o pócimas para incrementar el mismo, a manera de “ayudas ergogénica” (Barbany, 1990).

Así, se consideraba que la carne de cabra era la idónea para los saltadores, la de toro para los corredores y la de cerdo para los luchadores. Solo con el desarrollo científico técnico y la aplicación de las ciencias en las diferentes ramas de la vida, se ha demostrado el

importante papel de la nutrición en el rendimiento deportivo. (Barbany 1990)

Al respecto, Maughan, Depiesse & Geyer (2007) expresan “...los alimentos que un atleta escoge harán mella en su ulterior actuación. No porque puedan compensar la ausencia de talento o una falta de entrenamiento, sino porque ayuda lo talentoso y al atleta motivado a aprovechar bien su potencial”.

De acuerdo con ello, todo el andamiaje del rendimiento físico deportivo tiene su base en la nutrición adecuada, debido a que la realización de ejercicios físicos y su sostenimiento en el tiempo, está finalmente condicionado por la ingesta energético nutricional, porque la producción de energía metabólica utilizable por el organismo para poder efectuar un esfuerzo físico de cierta intensidad y/o duración depende de la disponibilidad y utilización de reservas energéticas, principalmente glucógeno – muscular y hepático - y grasas.

Una nutrición adecuada es una condición previa para equilibrar la pérdida hídrica y electrolítica y la rápida reposición de los sustratos energéticos utilizados durante el ejercicio, potenciando los procesos anabólicos y propiciando así la recuperación y disposición física hacia nuevas sesiones de entrenamiento o competición (Vallejo, 2000); por lo que cumplir con pautas correctas de alimentación es un requisito fundamental, no sólo para una vida sana, sino para poder lograr mejor rendimiento en la competencia deportiva.

La alimentación del deportista debe tener una adecuación específica, adaptada al estado nutricional y composición corporal de este, así como al tipo de actividad física que desarrolla en cuanto a intensidad, tiempo de duración y condiciones ambientales en que esta se ejecuta. Estos hechos son reconocidos desde la antigüedad; así, según Houtkooper, Maurer & Nimmo (2007) “... las necesidades nutritivas de los atletas difieren con los períodos de entrenamiento, la

*competencia, las temporadas bajas y con la transición entre unos y otros” (p. 14).*

Se reconoce que la nutrición es uno de los tres factores que marcan la práctica del deporte, los otros son los factores genéticos particulares del atleta y el tipo de entrenamiento realizado. Los alimentos que se incluyen en una dieta deportiva atienden a tres objetivos básicos: proporcionan energía, proporcionan material para el fortalecimiento y reparación de los tejidos, mantienen y regulan el metabolismo. No existe una dieta general para los deportistas, cada deporte tiene unas demandas especiales y una nutrición específica.

Por su parte, Centelles & Lancés (2004) plantean *“...la nutrición juega un papel importante en el desempeño de un atleta y en los resultados finales que éste obtenga...puede alterar la capacidad de entrenamiento a través de su papel en el mantenimiento de un óptimo estado de salud. De esta manera se pueden asegurar todas las adaptaciones del cuerpo al ejercicio, tales como el aumento en la necesidad del oxígeno para los músculos en ejercicio, y el aumento en la ruptura de sustratos energéticos”.*

Otros autores como Vallejo (2000) sugieren que una nutrición adecuada durante la infancia y la adolescencia del practicante de actividad física deportiva sistemática, es esencial para todas las fases del crecimiento físico y mental, y destaca que el consumo inadecuado de calorías durante el entrenamiento deportivo afectan los niveles de somatomedina, además de provocar debilidad muscular, disminución en la densidad ósea, pérdida de hierro y calcio, y en las féminas irregulares menstruales.

El rendimiento físico deportivo es el resultado de la convergencia de diversos factores, donde el tiempo de entrenamiento y preparación pueden verse malogrados por una alimentación incorrecta o por deshidratación; sin embargo, esta relación rendimiento-alimentación no es del todo comprendida, hasta el punto que diversos estudios

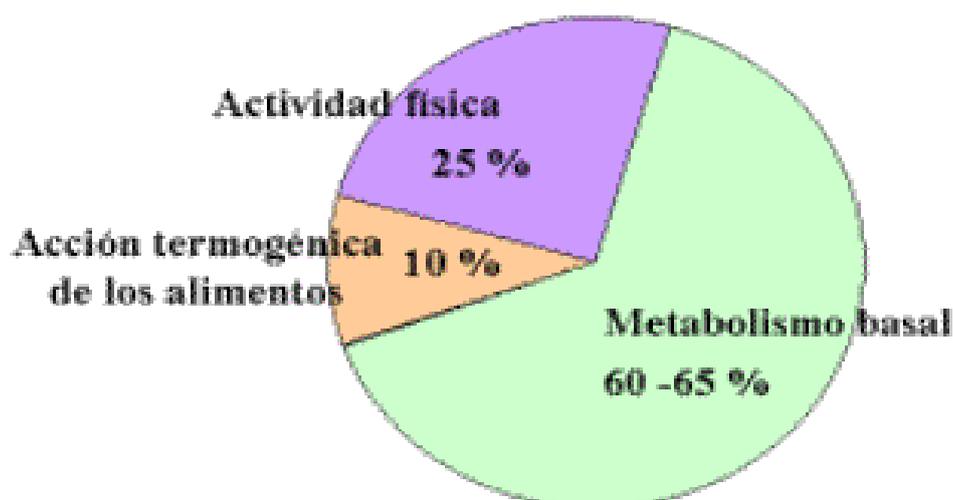
refieren que la alimentación que actualmente siguen algunos "campeones" no difieren de la dieta de la población general y en algunos casos es más desbalanceada y monótona (González-Gross et al., 2001).

### **3.2.1 Gasto calórico y necesidades energéticas en deportistas.**

Todas las funciones de nuestro organismo requieren de energía, bien la que se obtiene directamente mediante el "catabolismo" de los macronutrientes ingeridos con la dieta, o de las sustancias de reserva depositadas. Mientras mayor es la actividad que se realiza, mayor es el catabolismo.

Al gasto energético diario que lógicamente condiciona las necesidades calóricas de un organismo, se le atribuyen por tanto tres componentes fundamentales que se distribuyen de la siguiente forma:

#### **Componentes del gasto energético (para una actividad moderada)**



**Fig. 5 Componentes del gasto energético.** (Tomado de Carbajal, 2002)

El gasto metabólico basal o tasa metabólica basal (TMB) incluye la energía necesaria para mantener las funciones vitales del organismo en condiciones de reposo (circulación sanguínea, respiración, digestión, etc.). (FAO/OMS/UNU., 1985a)

La tasa metabólica en reposo (TMR) representa la energía gastada por una persona en condiciones de reposo y a temperatura ambiente moderada. (FAO/OMS/UNU., 1985a)

Tasa metabólica basal y gasto metabólico en reposo son términos que se usan indistintamente aunque existe una pequeña diferencia entre ellos. La tasa metabólica basal (TMB) sería el gasto metabólico en condiciones de reposo y ambientales muy concretas (condiciones basales: medida por la mañana y al menos 12 horas después de haber comido). En la práctica, la tasa metabólica basal y el gasto metabólico en reposo difieren menos de un 10%, por lo que ambos términos pueden ser intercambiables. (Carbajal, 2002; FAO/OMS/UNU., 1985a)

La termogénesis inducida por la dieta o postprandial es la energía necesaria para llevar a cabo los procesos de digestión, absorción y metabolismo de los componentes de la dieta tras el consumo de alimentos en una comida (secreción de enzimas digestivas, transporte activo de nutrientes, formación de tejidos corporales, de reserva de grasa, glucógeno, proteína, etc.). Puede suponer entre un 10 y un 15% de las necesidades de energía, dependiendo de las características de la dieta. También se denomina efecto termogénico de la dieta o de los alimentos o acción dinámica específica de los alimentos (Carbajal, 2002).

Por último, un tercer factor, a veces el más importante en la modificación del gasto energético, es el tipo, duración e intensidad de la actividad física desarrollada. La energía gastada a lo largo del día para

realizar el trabajo y la actividad física es, en algunos individuos, la que marca las mayores diferencias (Carbajal, 2002).

Los datos obtenidos con los adultos han demostrado que las diferencias en los requerimientos diarios de energía entre los deportistas dependen del volumen o la cantidad total de su entrenamiento y del costo de energía específico de sus rutinas físicas y diarias (Rodríguez-Pérez & García, 2008).

Al respecto González-Gross et al., (2001) señalan “...la ingesta energética diaria adecuada para un deportista es la que mantiene un peso corporal adecuado para un óptimo rendimiento y maximiza los efectos del entrenamiento. Es teóricamente posible considerar unas pautas generales de incremento calórico que, en comparación con la población sedentaria, es necesario aportar en función del tipo de actividad realizada y tiempo que se dedica a realizar dicha actividad. En nuestra opinión, estas pautas resultan de poca utilidad práctica ya que la cantidad de energía consumida depende en gran medida de las características del propio deportista (edad, sexo, peso, altura, estado de nutrición y entrenamiento) y del tipo, frecuencia, intensidad y duración del ejercicio, así como de condiciones ambientales a las que se realiza dicho ejercicio. Por tanto, cada deportista ajustará el aporte de energía aumentando o disminuyendo las cantidades ingeridas según sus necesidades individuales, recomendándose, en términos generales, la ingesta de 45-50 kcal/kg de peso corporal / día para los deportistas que entrenen durante más de 75-90 min/día”.

Sin embargo, existen razones para asegurar que los requerimientos de energía de los adolescentes y jóvenes practicantes de deportes son diferentes a los de los adultos (Hodgson, 2002a). Así, el costo energético de la caminata o la carrera a cualquier velocidad, cuando se calcula por kg de masa corporal, es considerablemente mayor en niños que en adolescentes y en estos que en los adultos, y en

general mientras más joven es el organismo, su costo relativo es mayor (Cardinali, 1991; Zintl, 1991).

La principal razón para este "desgaste" relativo de energía es la falta de una adecuada coordinación entre los grupos de músculos durante la caminata y la carrera; de hecho, los músculos antagonistas, particularmente en su primera década de vida, parecen no relajarse lo suficiente mientras los músculos agonistas se contraen, patrón denominado "co-contracción" que requiere energía metabólica adicional, lo cual los hace menos eficientes. Otra posible razón para este alto costo metabólico es un mayor costo de energía biomecánica debido a una mayor frecuencia de zancadas o la descoordinación relativa entre ellas (Cardinali, 1991; Bar-Or, 2000).

Es probable que el costo de energía disminuya a medida que aumenta la eficiencia de la ejecución de una rutina específica de ejercicio; sin embargo, los datos experimentales ofrecen resultados poco consistentes con relación a tales efectos en los deportistas jóvenes. (Bar-Or, 2000; Del Castillo, 2004).

Los análisis de los datos sobre respiración, las concentraciones potenciales de grasa y carbohidratos en la sangre y las actividades de las enzimas musculares, sugieren que durante el ejercicio prolongado los niños usan relativamente más grasa y menos carbohidratos que los adolescentes y que los más jóvenes dentro de este último grupo, tienen igual comportamiento respecto a los mayores (Ossorio, 2003).

Así mismo, durante actividades cortas e intensas los niños y adolescentes jóvenes parecen depender más del metabolismo aeróbico, en el cual la grasa es la principal fuente de energía, que del metabolismo anaeróbico en el que el glucógeno muscular es la fuente de energía predominante (Prat & Coll, 1987). Tampoco se ha determinado si el hecho de que usen las grasas preferiblemente como sustrato energético tiene algunas implicaciones para las recomendaciones nutricionales. De la misma forma, no existen evidencias para sugerir

que los jóvenes deportistas o no deportistas deban consumir más del 30% del total de su ingesta de energía como grasa (Del Castillo, 2004).

### **3.2.2. Nutrientes y rendimiento deportivo.**

Al igual que los adultos, los adolescentes deportistas necesitan una nutrición adecuada para mantener la salud y optimizar el rendimiento, pero a diferencia de aquellos, además, deben cubrir las necesidades del crecimiento y desarrollo.

De hecho, para el organismo humano en plena adultez, una ingesta adecuada de proteína se define como la cantidad mínima necesaria para mantener el balance de nitrógeno. Por el contrario, los niños y adolescentes deben conservar un balance de nitrógeno positivo (esto es, una ingesta mayor a su utilización) para mantener el crecimiento y desarrollo de los órganos y tejidos del cuerpo.

Así, aunque se han proyectado diferentes recomendaciones dietéticas que parten de la necesidad de la población regular, sin embargo, en la mayoría de los casos, si bien se pueden obtener suficiente cantidad de alimentos energéticos a partir de la alimentación diaria, esto no significa que supla las necesidades reales del deportista (Del Castillo, 2004).

Entre los alimentos energéticos se encuentran los glúcidos o sacáridos, las proteínas y los lípidos o grasas, considerados todos como macronutrientes por la cantidad neta del material aportado a la dieta.

Desde el punto de vista nutricional los glúcidos se han conceptualizado en una clasificación simple que toma como principio la capacidad absorbente del organismo; de este modo se han jerarquizado en dos grandes grupos, los glúcidos simples (monosacáridos y disacáridos) y los glúcidos complejos (polisacáridos).

Los glúcidos —popularmente denominados carbohidratos (CHO)— constituyen la principal fuente de energía del hombre para el trabajo muscular, debido a su rápida movilización, fácil degradación y capacidad de utilización tanto en condiciones aerobias como anaerobias; interviniendo además en las funciones metabólicas con un efecto de ahorro y conservación de las proteínas corporales, así como facilitadores metabólico de los lípidos. Además la glucosa sanguínea el combustible casi exclusivo utilizado por el tejido nervioso y los eritrocitos.

Al respecto se plantea que de existir un insuficiente suministro de los mismos o incluso un trastorno del metabolismo de la glucosa, no hay biodisponibilidad energética suficiente para las neuronas y glías, afectando su integridad estructural y funcional, con una ruptura del equilibrio biodinámico del sistema nervioso central (SNC); lo que representa en sí mismo una agresión que genera respuestas patológicas que pueden agravar la existencia celular y las respuestas psicomotrices del individuo y, por tanto, el rendimiento deportivo.

Siendo considerado por Reimers, Ruud & Grandjean (2004) que *“...lo esencial de los carbohidratos para la performance deportiva radica en el hecho que el glucógeno es la fuente de energía primaria para el ejercicio moderado a intenso”*.

Delgado (2006) plantea que *“...se debe considerar a los carbohidratos como los nutrientes más importantes en la alimentación del deportistas, dado que son los que, por una parte, limitan más el rendimiento deportivo y, por otra parte, son los que se deben consumir en cantidades más elevadas..., su ingesta para la persona deportista debe estar entre el 55% y el 65% de la energía total de la dieta”*.

Se recomienda ingerir productos contentivos de estos que aporten entre el 50% y el 70% de la energía total, de preferencia los denominados glúcidos complejos digeribles, en lugar de azúcares

refinados, ya que los primeros aportan también fibra, minerales y vitaminas, mientras que los segundos solamente aportan energía (calorías vacías).

González-Gross et al., (2001) consideran que *“...la mayoría de los deportes se realizan a intensidades superiores al 60-70% del  $VO_{2max}$ , es decir, cerca del límite de la capacidad máxima de absorción de oxígeno del organismo, por lo que la fuente energética principal son los carbohidratos provenientes del glucógeno muscular y glucosa sanguínea...”*. (p. 5)

Reimers et al., (2004) señalan que, a diferencia de los lípidos, *“...los depósitos de carbohidratos dentro del cuerpo están severamente limitados. Aproximadamente 400 gr., de carbohidratos están presentes en el tejido muscular humano, y 70 gr., de carbohidratos están almacenados en el tejido hepático”*.(p. 6).

En relación con los reservorios de tal tipo de nutrimento, González-Gross et al., (2001) plantean que *“...una persona puede almacenar alrededor de 1500-2000 kcal como glucosa sanguínea y glucógeno...en la sangre sólo se dispone de 50 kcal de glucosa para uso inmediato...el glucógeno hepático puede proporcionar alrededor de 250-300 kcal.....el glucógeno muscular en individuos entrenados se cifra alrededor de 130 mmol/kg,...”* —concluyendo los propios autores con la afirmación de que— *“...los almacenes de carbohidratos, además de ser escasos, ocupan mucho volumen, pues cada gramo de glucógeno se almacena con 2.6 g de agua...”*, por lo que pueden agotarse fácilmente durante la actividad física.

Según Cámara & Gavin (2002) *“...el tamaño de la reserva de glucógeno hepático depende de si la persona está alimentada o en ayunas. Cuando está alimentado, con un hígado de alrededor de 1.8 kg, tiene una concentración de glucógeno de aproximadamente 550 mM (peso húmedo), mientras que tras ayunar durante la noche, la concentración de glucógeno baja hasta unos 200 mM., tras un número*

*determinado de días siguiendo una alimentación alta en CHO, la concentración puede incrementarse hasta 1000 mM (peso seco)...”.* (p. 3)

Por lo tanto, la velocidad de agotamiento del glucógeno muscular, está estrechamente relacionada con la intensidad del ejercicio, su duración y las reservas de sustrato “...como regularidad en 15 minutos de ejercicio intenso puede agotarse del 60% al 70% de las reservas musculares de glucógeno y en 2 horas extinguirse totalmente, sin embargo (...) su restablecimiento requiere un mínimo de 48 horas con una dieta normal” (González- Gross et al., 2001).

Según Martínez-Vidal & Victoria (2010) “La velocidad con la que el músculo puede recuperar sus reservas de glucógeno va a estar estrechamente relacionada con tres factores dietéticos: el tiempo transcurrido entre la finalización del ejercicio físico y el comienzo en el consumo de carbohidratos, el tipo de carbohidratos elegido y la cantidad ingerida. (...) la ingesta de alimentos ricos en carbohidratos, con un índice glucémico alto, se acompaña de una mayor recuperación de glucógeno muscular en las 6 horas posteriores y en las 24 horas posteriores a la conclusión del ejercicio físico.”.

Coyle (2001) indica que “...durante la recuperación, sólo un promedio del 5% del glucógeno muscular utilizado puede volverse a sintetizar cada hora...” (p. 3) — cuando la dieta es deficitaria en glúcidos se necesitan no menos de 5 días de recuperación— “...pudiendo acelerarse el proceso de almacenaje si la ración diaria de alimentos alcanza de un 70% a un 80% disminuyendo la velocidad de reposición hasta en 24 horas” (p. 4). Lo que puede repercutir seriamente en el rendimiento deportivo del individuo.

Al respecto Segura (2001) señala “...con una dieta rica en glúcidos el organismo utiliza una mayor proporción de glucosa como sustrato energético, siendo capaz de mantener un ritmo de esfuerzo elevado durante un tiempo más prolongado que cuando la dieta contiene la proporción habitual de hidratos de carbono, la diferencia es todavía más

marcada... cuando la dieta es baja en glúcidos, en cuyo... caso la resistencia física se resiente marcadamente y el individuo se fatiga rápidamente. Se ha podido comprobar, en jugadores de fútbol, que aquellos a los que se induce o provoca una depleción o reducción en sus reservas de glucógeno, antes de iniciar el partido, cubren menos terreno y muestran una velocidad media de desplazamiento inferior a la que muestran sus compañeros de equipo dotados de unas reservas normales de glucógeno muscular”.

En correspondencia Coyle (2001) refiere que “...en el ejercicio prolongado, intermitente de alta intensidad (Fútbol, Hockey, Básquetbol) disminuyen los almacenes de glucógeno muscular y perjudica el rendimiento,... aquellos jugadores que inician un partido con concentraciones moderadas o bajas de glucógeno en sus músculos no pueden entregarse completamente al juego debido al inicio temprano de la fatiga”.

La disminución del rendimiento deportivo y la aparición de la fatiga es asociado con la disminución del glucógeno muscular, siendo citado por Pradas (2007) “... la concentración de glucógeno es el determinante principal de la resistencia del músculo tanto de la fibras rápidas (FT) como de las lentas (ST), ... cuando se agotan las reservas musculares de glucógeno el flujo de hidratos de carbono hacia el ciclo de Krebs pasa a depender exclusivamente de la captación muscular de glucosa plasmática, es decir, del balance entre su producción hepática y su captación muscular”.

Lo antes expresado es confirmado por Cámara & Gavin (2002), quienes señalan “...La intensidad o tasa del esfuerzo tiende a disminuir hacia el final del juego y refleja los procesos fisiológicos asociados a la fatiga muscular, esa caída del rendimiento también está asociada a una disminución de las reservas de glucógeno dentro de los músculos de las piernas...”.

Y Coyle (2001) afirma que *“el atleta debe... intentar un aprovisionamiento máximo de glucógeno muscular. Conocido como "sobrecarga" o "sobrecompensación" de glucógeno. Cuando los niveles de glucógeno antes del ejercicio son altos, se puede ejercitar por períodos más prolongados, retardando la fatiga,... este tipo de régimen aumenta las reservas de glucógeno muscular entre 20 y 40% por encima de lo normal... La ingesta de carbohidratos es beneficiosa durante la actividad física que se prolonga más de dos horas... — siendo también — ...beneficiosa durante el ejercicio intermitente”*.

En relación a las diferentes tasas de digestión y absorción de los tipos de glúcidos, en el año 1981 Jenkins y cols., de la Universidad de Toronto, desarrollaron el concepto de *‘índice glicémico’* (IG) de los alimentos, para clasificarlos de acuerdo con sus efectos sobre la digestión y absorción, así como otras características metabólicas, indicando que este es la medida de hasta cuánto el glúcido contenido en un alimento puede elevar la concentración de glucosa en sangre (Thorburn, Brand & Truswell., 1986; Rodríguez, 1995; Mac Millán, 2002).

Es decir *“...el índice glicémico puede definirse como el área bajo la curva de la respuesta glicémica postprandial para cada alimento, expresado como un porcentaje del área de la glicemia que se obtuvo después de haberse ingerido la misma cantidad de carbohidrato como glucosa o como pan...”*. (Rodríguez, 1995)

Por su parte, Rodríguez-Rodríguez (2004), relaciona la influencia del uso de los glúcidos en la alimentación y metabolismo del deportista, con su índice glicémico y afirma que *“...la ingesta de carbohidratos de Alto Índice Glicémico (IG), deriva regularmente en un incremento en la oxidación de los carbohidratos y una reducción en la movilización de ácidos grasos, cambios metabólicos que pueden persistir incluso por hasta 6 horas luego de consumido el carbohidrato...”*.

Lo que es sostenido por Hargreaves, Hawley & Jeukendrup (2004) al afirmar que “...el estímulo de las catecolaminas para la lipólisis es muy potente y la acción inhibidora de la insulina muy fuerte, por lo tanto, una ingestión de glúcidos que produzca elevaciones sanguíneas de insulina, limita la oxidación de las grasas, por ejemplo; hacer ejercicio inmediatamente después de consumir una ración de carbohidratos disminuiría la utilización de Ácidos Grasos (AG) y por lo tanto se produce una menor lipólisis...”.

Así, según Vera (2004) “...es recomendable utilizar hidratos de carbono de Índice Glucémico bajo (legumbres, frutas) a moderado (pastas) previo a la actividad física para proveer un suministro de glucosa más sostenido, e hidratos de carbono de Índice Glucémico elevado (azúcares simples) inmediatamente posterior al entrenamiento para provocar una respuesta insulínica importante y ayudar a generar un ambiente netamente anabólico. Unos 7 a 8 g/kg/día suelen ser suficientes para generar anabolismo muscular”.

Por su parte Mac Millan (2002) considera “...la ingesta de carbohidratos de alto IG previo a la actividad física produce una elevación de la insulina en el plasma que puede reducir el metabolismo de los lípidos, aumentar la oxidación de carbohidratos y producir una baja de la glicemia durante el ejercicio, lo que favorece un agotamiento precoz de los depósitos de glucógeno y puede acelerar la aparición de fatiga en esfuerzos prolongados, sin embargo, ... su ingesta durante el esfuerzo mejora el rendimiento aplazando la aparición de la fatiga tanto en ejercicios prolongados de intensidad moderada como en ejercicios intermitentes de alta intensidad, asegurando su rápida disponibilidad plasmática y manteniendo niveles estables de glicemia, lo que no se logra con carbohidratos de bajo IG”.

Por otro lado, “...se ha sugerido que una dieta con IG alto, al condicionar una respuesta glicémica postprandial mayor induciría estrés oxidativo. Prueba de ello es un incremento de radicales libres al utilizar

dietas con IG alto. Esta situación a su vez llevaría a una disfunción endotelial con sus consecuencias: elevación de la presión arterial, incremento de la reactividad inflamatoria, de la trombogénesis y de la proliferación celular endotelial, factores todos ellos involucrados en la aterotrombosis...” (Ludwig, 2002)

Sin embargo, debe considerarse que la dieta regular de los seres humanos —por tanto de los practicantes activos de deportes o actividad física—no se limita a unos pocos alimentos en cada comida, sino que aparecen combinaciones de nutrientes que afectan el índice glicémico. Según afirman Thorburn et al., (1986) “... los factores que afectan la digestibilidad también lo hacen sobre el índice glicémico. Tales factores se recogen en la siguiente tabla:

**Tabla 1 Factores que afectan la digestibilidad de los carbohidratos:**

<b>Forma del alimento</b>	<b>Tipos de fibra</b>
Tamaño de las partículas	(solubles e insolubles)
Naturaleza del almidón	Antinutrientes
Contenido de amilasa	Fitatos
Contenido de amilopectina	Lectinas
Grado de gelatinización	Taninos
Procesamiento	Saponinas
Interacciones almidón/nutrientes	Inhibidores enzimáticos
Proteínas	Grasas

Por su parte Grandjean & Ruud (2008), plantean que “...una dieta que contenga de 8 a 10 gramos de carbohidratos/kg de peso corporal por día debería prevenir el vaciamiento glucogénico durante los entrenamientos intensos. Sin embargo, se desconoce si los deportistas

*que consumen menos de estas cantidades, tendrán una performance menor”.*

Se considera que la cantidad y el tipo de glúcido a consumir por el deportista debe relacionarse directamente con la intensidad y el volumen del ejercicio; así, la cantidad de los llamados refinados y de alto índice glicémico utilizados, debe correlacionarse con el grado en que el atleta o jugador realiza vaciamiento del glucógeno muscular en el entrenamiento y la competencia, o lo que es lo mismo, en dependencia de la intensidad y volumen de ejercitación; tomando de referencia el momento de la ingesta y el balance de energía en un ciclo de 24 horas.

Además y sosteniendo la pauta alimentaria antes citada se coincide con lo expresado por Ramírez-Campillo (2007) *“...la dieta del deportista debería incluir entre 6 a 10 gramos de carbohidratos por kg peso corporal/día. Esta recomendación variará en dependencia del gasto energético diario del deportista, del tipo de deporte practicado, del sexo del deportista y de las condiciones medioambientales en las cuales se deba desempeñar...”*.

Si se superan estos contenidos de glúcidos en la dieta, el cuerpo ganará peso y acumulará energía en forma de tejido adiposo; si está por debajo puede sufrir una cetosis y *“...puede producir pérdida de masa muscular...”*. (Coyle, 2004).

Para aquellos atletas que realizan un exhaustivo entrenamiento diario, como es el caso de los deportes que se estudian en el presente trabajo, es aconsejable una dieta que contenga cada día una cantidad por encima de 10 g de glúcidos por kg de peso con el objeto de poder reponer el glucógeno de los músculos. (Walberg-Rankin, 1995; Van Loon, Saris, Kruijshoop & Wagenmakers, 2000; Mac Millán, 2002).

Los deportistas con una menor actividad pueden llegar a los 7 g/kg de peso corporal, dependiendo de la intensidad del entrenamiento.

Así, en el último lustro del siglo pasado, los estudios en materia de nutrición, mantienen que una dieta óptima es aquella en la que se consumen carbohidratos de bajo índice glucémico y por ende baja carga glicémica o glucémica (CG). Los resultados demuestran que a corto plazo se disminuye la sensación de hambre y la ingesta de calorías, y a largo plazo se reduce la incidencia de obesidad y enfermedades crónicas asociadas; sin embargo, no se han brindado recomendaciones que apoyen el actuar del deportista al manejar dietéticamente estos conceptos. (Grandjean, 1989; Reimers et al., 1997; González-Gross et al., 2001).

Ahora bien, si se parte de la concepción de que la inmensa mayoría de los alimentos o el régimen alimentario en las horas de vigilia, está formado por toda una gran variedad de nutrimentos —que se mezclan e incluso interacciona entre sí— además de que existen diversos factores que influyen sobre el índice glucémico (Tabla 1), se requiere evidentemente concebir el efecto metabólico del alimento o alimentos consumidos partiendo de las aportaciones realizadas por los nutrientes componentes, ya que *“...existen evidencias que el IG de un alimento difiere cuando se mide en forma aislada o en el contexto de una comida mixta, forma esta última, como, el ser humano consume habitualmente los alimentos...”* (Chew, Brand, Thorburn & Truswel, 1988). Hecho que determina aceptar el valor práctico del concepto carga glicémica (CG).

En tal sentido, la CG se considera como el producto del IG, por la cantidad de hidratos de carbono asimilables contenidos en la porción de alimento que se utilice. Es decir, la carga glicémica cuantifica el impacto sobre la glucemia de una porción o ración habitual de un alimento con determinado IG. (Chew et al., 1988; Ludwig, 2002).

Finalmente, es de destacar que los conceptos IG y CG, en su carácter operacional, comienzan a utilizarse dentro de los preceptos de la alimentación del deportista, aunque en ambos casos todavía se

encuentra en discusión el nivel a recomendar para ellos (Mac Millán, 2002).

No obstante, debe tenerse en cuenta que en el organismos los sistemas bioquímicos que metabolizan los combustibles orgánicos que ingerimos como alimentos, actúan de manera armónica y solo se adaptan a las condiciones de gasto por trabajo físico, por lo que cuando se eleva la glicemia, la hormona insulina es liberada al torrente sanguíneo para llevar la glucosa a las células, se libere la energía, o almacenar la no utilizada en forma de glucógeno o tejido adiposo, de forma que, una vez completado el ciclo, los niveles de insulina "caen" y una segunda hormona, el glucagón, entra en acción para "gastar" la energía depositada en forma de glucógeno, teniendo en cuenta las necesidades del organismo.

Ambos sistemas actúan de manera balanceada, aunque bajo condiciones de elevada carga glicémica sistemática, el exceso de insulina y su permanencia en sangre, puede limitar la secreción de glucagón. Esto llegará a sentir sensaciones de vaciedad rápidamente, porque los niveles de azúcar son "barridos" de la sangre por el exceso de insulina e incluso producir hipoglicemia que inducirá a una necesidad de ingestión de alimentos. Por otro lado, tales excesos insulínicos pueden crear la condición llamada "resistencia a la insulina" en los tejidos y que la glucosa no llegue adecuadamente al músculo, dando lugar a que una buena parte de la misma sea convertida en grasa, generándose un proceso de retroalimentación positiva a manera de un círculo vicioso.

Otro de los macronutrientes incorporados al organismo a través de la ingesta alimentaria son las proteínas. Desde el punto de vista de la economía metabólico-energética son muy caras, pero su importancia radica en que intervienen como ningún otro elemento en la base estructural y funcional celular, garantizando la realización de la totalidad de sus funciones. Estas son las moléculas orgánicas más

abundantes del organismo, constituyendo el 50% o más del peso seco de la célula.

No existen depósitos de proteínas en el organismo, por lo que deben ser incorporadas al mismo mediante la ingesta diaria de alimentos. Las necesidades de proteínas tienen dos componentes principales: los requerimientos totales de nitrógeno y los de aminoácidos esenciales; de manera que una dieta puede ser deficiente en la cantidad total de proteínas, en su calidad o ambas. (Hernández-Gallardo & Arencibia, 2002a; FAO/WHO/UNU, 2004; Hernández-Triana et al., 2008).

Los alimentos ricos en este macronutriente son las carnes, pescados, huevos, leche y sus derivados, así como las legumbres, cereales y semillas. Se consideran como proteínas completas a las de origen animal, pues presentan en su composición los ocho aminoácidos esenciales, no ocurriendo así con las de origen vegetal, denominadas proteínas incompletas. (González-Pérez, 2002; Casanova-Bellido & Casanova, 2002; Pineda, 2005).

Las proteínas constituyen sólo una fuente de energía menor durante el ejercicio aeróbico. Así, los adultos que realizan frecuentemente ejercicios intensos se pueden beneficiar de una ingesta superior a la recomendada para la población general, pero no existen datos similares para los niños y adolescentes, y desde un punto de vista práctico, no está claro cuándo y hasta qué punto las diferencias relacionadas con la edad deben ser consideradas cuando se planifica la dieta de un adolescente deportista ya que este ha sido un campo poco investigado hasta el momento (Grandjean, 1989; Hernández-Gallardo & Arencibia, 2002a).

Aunque discutida, algunos autores como Gibala, Martín, Hargreaves & Tipton (2003) plantean la relación de los aminoácidos con el rendimiento deportivo: “...*varios intermediarios metabólicos en el ciclo de*

los ácidos tricarboxílicos (TCA) suceden [se obtienen] dentro de reacciones que involucran aminoácidos; por esto, el metabolismo de aminoácido puede afectar la oxidación de carbohidratos (...) se puede argumentar teóricamente, que los aminoácidos influyen en la oxidación de carbohidratos durante el ejercicio, pero no hay buena evidencia que soporte este argumento”.

Respecto a la incidencia de los aminoácidos anabólicos en el rendimiento deportivo Kreider (1999) plantea que “... estudios clínicos preliminares indican que las proteínas (20 a 60 gr), la arginina y la lisina (1.2 gr), y la ornitina (70 mg/kg) incrementan las concentraciones de hormona de crecimiento y de somatomedinas en la sangre. Sin embargo, (...) hay poca evidencia de que la suplementación con estos aminoácidos durante el entrenamiento afecte significativamente la composición corporal, la fuerza y/o la hipertrofia muscular. Consecuentemente, los efectos de la suplementación con aminoácidos sobre la liberación de la hormona del crecimiento y las adaptaciones al entrenamiento son aun inciertos”.

Iguakmente es muy discutida la incidencia de los aminoácidos de cadena ramificada (leucina, isoleucina y valina) en el rendimiento, aunque Berardi & Brooks (2006) consideran que su uso va dirigido a tres aspectos fundamentales:

- “1) Mejoramiento de la síntesis proteica muscular y aumento de proteína muscular en respuesta a entrenamientos de fuerza y suplementacion con AACR (aminoácidos de cadena ramificada).
- 2) Mejoramiento del control del peso corporal y pérdida de grasa durante dietas de restricción calórica con adecuada cantidad de proteína y AACR.
- 3) Mejor rendimiento de la resistencia vía prevención de fatiga central y/o otros factores con suplementación de AACR”. (p.2)

Igualmente, Gibala et al., (2003) consideran que *“...los aminoácidos de cadena ramificada tienen un efecto beneficio sobre las respuestas psicológicas y fisiológicas del organismo sometido al ejercicio físico...”* (p. 3).

Cuando se activa la vía gluconeogénica se comienzan a metabolizar los aminoácidos de cadena ramificada, que son los de mayor potencial gluconeogénico.

Además, Carli, Bonifazi & Lodi (1992) indican que *“...se ha reportado que la suplementación con AACR (aminoácidos ramificados) reduce la degradación proteica inducida por el ejercicio y/o la liberación de enzimas musculares (un indicador del daño muscular) posiblemente promoviendo un perfil hormonal anti catabólico (...). Teóricamente, la suplementación con AACR durante el entrenamiento intenso puede ayudar a minimizar la degradación proteica y por lo tanto conducir a una mayor ganancia de masa libre de grasa”*.

Por su parte, Gibala et al., (2003) plantean: *“...los aminoácidos también intervienen en el incremento muscular, la ingesta de proteínas y/o carbohidratos durante un período de 1-2 horas inmediatamente después de una serie de ejercicios de resistencia, potencializa el efecto del ejercicio, al estimular el crecimiento de la proteína muscular (...), el consumo de grandes cantidades de proteínas favorece el desarrollo de estructuras proteicas y contribuye a la movilización y destrucción de los depósitos de grasa. Se estimula el metabolismo, facilitan la utilización de las grasas de reserva y se regula el apetito”*.

También existe constancia de la influencia de las proteínas en el incremento de la masa muscular. Según Delgado (2006) *“...aunque la ingesta de proteínas colabora al aumento de masa muscular (hipertrofia) porque posibilitan un correcto anabolismo de los amino-ácidos, las proteínas ingeridas, por sí solas, no aumentan la masa muscular; el responsable de ese aumento es el correcto entrenamiento de la fuerza muscular”*.

Acerca de la incidencia de los AACR sobre el incremento de la masa muscular se plantea “..., la leucina (...) es el único aminoácido capaz de aumentar los niveles de insulina circulante sin importar la concentración de glucosa sanguínea. El aumento de insulina se ha demostrado que disminuye la degradación de proteína muscular. Limitando la degradación proteica, la leucina puede permitir una nueva síntesis proteica post-ejercicio con sobrecarga, llevando a una mayor hipertrofia muscular. Esencialmente, esta respuesta insulínica produce un ambiente que promueve la construcción de tejido, en oposición a la ruptura de tejidos” (Berardi & Brooks, 2006).

Sin embargo, se coincide con lo planteado por Skinner (2002) al expresar “...a pesar de que las proteínas suministran aminoácidos para promover el crecimiento muscular y la recuperación del entrenamiento de fuerza, el macronutriente más importante para la construcción de los músculos son los carbohidratos, su adecuado consumo carga al cuerpo con la forma ideal de energía para entrenamientos fuertes y ahorra aminoácidos para la construcción de músculos y la recuperación. A pesar de que las necesidades de proteínas de los atletas son más elevadas que las de los no atletas, las investigaciones demuestran que la mayoría de los atletas pueden consumir suficientes proteínas sin el uso adicional de suplementos o siguiendo una dieta alta en proteínas”. (p. 2)

Por otra parte Kreider (1999) plantea “...durante ejercicios de resistencia, los AACR son absorbidos más por los músculos que por el hígado (...), la oxidación de AACR en el músculo durante el ejercicio prolongado puede exceder la capacidad anabólica para incrementar la disponibilidad de AACR, por lo cual la concentración plasmática de los mismos puede disminuir durante el ejercicio de resistencia prolongado... lo que puede resultar en un incremento del índice triptófano libre / AACR, ambos compiten para entrar en el cerebro a través de un transportador de aminoácidos. ...”.

Además, la realización de ejercicios prolongados incrementa los niveles de adrenalina/epinefrina, capaces de estimular la lipólisis (hidrólisis de grasas en ácidos grasos y glicerol) provocando un incremento de los niveles plasmáticos de ácidos grasos libres (AGL); incrementándose a su vez el triptófano libre, al ser desplazado por los primeros de su unión con la albúmina. (Menshikov & Vollkov, 1990; Berardi & Brooks, 2006).

La disminución de AACR en la sangre facilita la entrada de triptófano (precursor de la serotonina) al cerebro, promoviendo la formación del neurotransmisor 5-hidroxitriptamina (5-HT), con un efecto inductor hacia el sueño, la depresión de la excitabilidad de las motoneuronas, influencia las funciones autónomas y endocrinas, y suprime el apetito; además, una alta concentración de serotonina en el cerebro está asociada con una disminución del rendimiento deportivo. (Berardi & Brooks, 2006).

Una de las implicancias de la hipótesis de fatiga central es que la ingesta de AACR —que compiten con el triptófano por el transporte dentro del cerebro— podría reducir el incremento inducido por el ejercicio de este aminoácido y su consumo por el cerebro y, por lo tanto, demorar la fatiga. Además, se considera que la ingesta de triptófano antes del ejercicio, podría reducir el tiempo de llegada al agotamiento (Campbell et al., 2007).

Durante los últimos años otros estudios intentaron evaluar esta hipótesis, manifestando que *“... la suplementación con AACR, podría reducir el transporte de triptófano en un 8-12%, en tanto la ingesta de triptófano podría incrementar el transporte en 600-1900% [...] A pesar de estas grandes diferencias calculadas en transporte de triptófano a través de la barrera hemato-encefálica, no se encontraron diferencias en el rendimiento en el ejercicio. Una explicación posible es que la concentración de serotonina no estuvo muy influenciada en el área relevante del cerebro, o una segunda explicación posible es que la*

*serotonina no desempeña un rol importante en el desarrollo de fatiga durante el ejercicio*". (Jeukendrup, 2007a).

Corroborando lo señalado anteriormente, Bonce (2000) indica *"...los aminoácidos de cadena ramificada (AACR) pueden reducir la síntesis de serotonina en el cerebro. Como la serotonina está asociada con la fatiga temprana, se ha sugerido que la administración de AACR durante el ejercicio podría demorar la fatiga y mejorar el rendimiento, pero agregando AACR a una bebida conteniendo carbohidratos no se previene la fatiga durante el ejercicio en relación a una bebida que contenga solamente carbohidratos"*. En este caso se coincide con lo planteado por Gibala et al., (2003) *"...los aminoácidos de cadena ramificada, no parecen ser una fuente importante de energía durante la ejercitación, sin tener en cuenta su intensidad, y no hay razones sólidas para utilizar este tipo de suplementos. (...) después de ejercicios muy prolongados, las concentraciones de estos aminoácidos de cadena ramificada, en los músculos estriados, no se alteran significativamente; sugiriendo que no hay déficit de estos substratos para la producción de energía. Más aún, la ingesta de carbohidratos durante la ejercitación en una práctica típica de larga duración; reduce la contribución de los aminoácidos de cadena ramificada a probablemente menos de un 1% del total de energía liberada"*.

Otro aminoácido considerado de importancia para el rendimiento deportivo es la glutamina. Según Bonce (2000) *"...el suplemento con glutamina podría aumentar el sistema inmunitario disminuyendo la posibilidad de un sobreentrenamiento en atletas de resistencia y podría aumentar el depósito de glucógeno muscular durante la recuperación post ejercicio. Sin embargo, una bebida con glutamina no tuvo ningún efecto sobre la respuesta inmunitaria al ejercicio, y agregando glutamina a una bebida rica en carbohidratos no mejoró la síntesis de glucógeno muscular durante la recuperación cuando se comparó con una bebida que contenía sólo carbohidratos"*.

Un exceso en la ingestión relativa de proteínas en una dieta baja en energía empeora el balance energético del organismo, debido a la demanda adicional de energía que requieren los procesos de síntesis y catabolismo de las mismas. En consecuencia, el balance energético del organismo es un factor importante para determinar el balance de nitrógeno e influye en la utilización de las proteínas dietéticas.

Acerca de la ingestión de glúcidos y proteínas en deportistas Kreider (1999) considera que *“...se ha reportado que la ingesta de carbohidratos y proteínas incrementa los niveles de insulina y/o de la hormona de crecimiento a un mayor grado que la ingestión de carbohidratos por sí sola. Consecuentemente, la ingesta de proteínas y carbohidratos previo al ejercicio puede servir como una estrategia nutricional anti catabólica. Además, la ingesta de carbohidratos y proteínas luego del ejercicio puede promover un perfil hormonal más anabólico, la síntesis de glucógeno, y/o acelerar la recuperación luego del ejercicio intenso. Con el tiempo estas alteraciones le darán al atleta una mayor tolerancia al entrenamiento y/o promoverá mayores adaptaciones al mismo, sin embargo la evidencia aún no es clara”*.

Por su parte, Berardi & Brooks (2006) plantean que *“...solamente con una nutrición apropiada aumenta el status de ganancia proteica, llevando al aumento de masa muscular (...). Este solo dato revela la importancia vital que puede jugar la nutrición en el crecimiento muscular, porque la ingesta de carbohidratos y proteína puede ser benéfica por decirlo de manera simple, la ingesta adecuada de proteína y el consumo calórico general son necesarios para estimular un balance proteico positivo en respuesta al entrenamiento con sobrecarga”*. (p. 4)

González-Gross et al., (2001) sugieren que *“... una ingesta rica en carbohidratos y proteínas, antes y después del ejercicio, reducen el catabolismo durante el ejercicio y promueva un perfil hormonal más anabólico tras él. La ingesta recomendada de proteínas en la dieta*

*dependerá de la composición de la misma; la ingesta energética total; la intensidad y duración del ejercicio; el entrenamiento; la temperatura; el sexo; la edad. Se recomienda una ingesta entre 1,2 y 2 g/kg/día, en función de la edad, actividad y grado de entrenamiento del deportista, debiendo proveer el 10-15% del total de las calorías. Esto debe repartirse a partes iguales entre proteínas de origen animal y de origen vegetal”.*  
(p.7)

Al respecto Kreider (1999) considera: “...la mayoría de los estudios indican que con el propósito de mantener el balance proteico durante el ejercicio de sobrecarga y/o ejercicios de resistencia, los atletas deberían ingerir aproximadamente 1.3 a 1.8g de proteínas por kg de masa corporal por día... La mayoría de las veces una dieta iso - calórica puede proporcionar la cantidad requerida de proteínas, pero los atletas que mantengan dietas hipo - calóricas, no ingieren suficientes proteínas de calidad en su dieta, y pueden ser susceptibles de malnutrición proteica. En teoría, este estado puede enlentecer el crecimiento de los tejidos y/o la recuperación del entrenamiento. Por otro lado, ingerir más proteínas de las necesarias para mantener el equilibrio proteico durante el entrenamiento (ej., > 1.8 g/kg/día) no promoverá mayores ganancias en la fuerza o en la masa libre de grasa. Estos hallazgos indican que los atletas no necesitan suplementar sus dietas normales con proteínas, los atletas deberían ingerir proteínas de calidad suficiente para mantener el equilibrio proteico”.

En este sentido, Vera (2004) cita: “...en el año 2000 una declaración conjunta aprobada por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM siglas en inglés), la Asociación Americana de Dietética (ADA siglas en inglés) y Dietistas de Canadá (DC siglas en inglés), concluyó que los requerimientos de proteína son mayores en individuos muy activos y sugirieron que los atletas de resistencia deben consumir de 1.2 a 1.4 g/kg día, mientras que los atletas que realizan entrenamiento de fuerza pueden necesitar 1.6 a 1.7 g/kg día”.

Los lípidos son, de todos los alimentos incorporados en la ración diaria, los de mayor concentración energética. Proporcionan el doble de calorías que las proteínas y los glúcidos; además contienen menos agua que las sustancias citadas, por lo que se digieren y absorben más lentamente. Son fuente de vitaminas liposolubles y vía de incorporación de ácidos grasos esenciales. (Uauy & Olivares, 1993; Muñoz-Soler & López, 2001; Hernández-Triana et al., 2008).

Las grasas nutricionales incluyen triacilglicéridos, fosfolípidos y colesterol, de los cuales, los primeros son los más comúnmente utilizados en la provisión de energía durante el ejercicio. Aunque en contraste con los glúcidos, la digestión y absorción de las grasas en el intestino es mucho más lenta. (Walberg-Rankin, 1995).

La función de los lípidos en los organismos es fundamentalmente energética, aunque desempeñan otras importantes funciones como son:

- ☞ Constituyen la reserva de energía más importante del organismo humano, cuando no se precisa utilizarlos se almacenan en el tejido adiposo de los animales (en los vegetales se almacenan en forma generalmente de aceite en las semillas).
- ☞ Poseen una función estructural al formar parte de todas las membranas celulares.
- ☞ Se consideran una vía de incorporación de nutrimentos al organismo, en específico de vitaminas liposolubles (A, D, E y K).
- ☞ Tienen función hormonal, ya que muchos derivados de esteroides tienen carácter hormonal, como por ejemplo la testosterona, progesterona, estrógenos, glucocorticoides, entre otras (Menshikov & Vollkov, 1990; Uauy & Olivares, 1993).

En el organismo existen depósitos de grasa que adquieren un estado molecular/químico específico, conocido como triglicéridos

(ésteres simples), que se almacenan en los adipocitos y músculos esqueléticos. Estos pueden ser sintetizado por el hígado o incorporados por la dieta en la ración diaria de alimentos, y son utilizados como combustible metabólico durante el reposo y ejercicio de larga duración y baja intensidad (menor de 50%  $VO_{2m\acute{a}x}$ ). (FAO/ OMS., 1997)

Según Lopategui (2003) *“...las fibras de contracción lenta contienen un alto contenido de triglicéridos en comparación con las fibras de contracción rápida. Se ha encontrado que los depósitos de triglicéridos en las fibras de contracción lenta pueden alcanzar una magnitud aproximada de 207 mmol/kg peso seco. Por el otro lado, los almacenes de triglicéridos en las fibras de contracción rápida alcanzan solo niveles máximos de aproximadamente 74 mmol/kg peso seco”*.

Estas diferencias están dadas por el tipo de sustrato energético que utiliza cada tipo de fibra, teniendo en cuenta sus particularidades bioquímicas y la intensidad del ejercicio. *“...las fibras de contracción lenta tienen un alto contenido de capilares, de manera que pueden suministrar más grasas hacia dichas fibras musculares; además, contienen un mayor número de mitocondrias y, en consecuencia, una alta capacidad oxidativa para utilizar las grasas...”*, (Lopategui, 2003). Por tanto, durante ejercicios de baja intensidad se movilizan principalmente las fibras rojas o de contracción lenta.

Se considera que *“...durante un ejercicio prolongado de moderada intensidad los ácidos grasos libres contenidos en la sangre representan una fuente importante de combustible para la producción de ATP por el metabolismo aeróbico. Altos niveles de ácidos grasos libres séricos permiten una mayor utilización y oxidación muscular los ácidos grasos disueltos en la sangre. Eventualmente, esto resulta en un ahorro del glucógeno muscular, lo cual conduce a un mejor rendimiento deportivo”* (Lopategui, 2003).

Al respecto, Jeukendrup, Williams & Wagenmakers (2007b) señalan *“...la suplementación con grasas usualmente es considerada*

*indeseable... Los argumentos que se antepusieron en favor de la suplementación con grasas están principalmente basados en un posible “efecto de ahorro de glucógeno”, y la subsiguiente mejora del rendimiento. Los suplementos de grasas pueden ser ingeridos como triacilglicéridos de cadena larga o de cadena media TGCL o TGCM”.*

Y también Delgado (2006) cita: *“... se ha mostrado que la ingesta de una comida no excesiva pero rica en grasas antes del entrenamiento o la competición tiene un efecto ahorrador del glucógeno muscular, fenómeno interesante para retrasar la aparición de fatiga”.*

Es considerado además por Pradas (2007) *“... la participación de los ácidos grasos en el metabolismo oxidativo es importante para prevenir la aparición de la fatiga”.*

Respecto a la ingesta de grasas y su relación con el rendimiento deportivo Jeukendrup et al., (2007b) citan *“...los Triacilglicéridos de Cadena Media (TGCM) son más rápidamente digeridos y absorbidos en el intestino que los TGCL... Se ha sugerido que los TGCM pueden ser una fuente valorable de energía endógena durante el ejercicio, en adición a los carbohidratos. También se sugirió que la ingesta de TGCM puede mejorar el rendimiento del ejercicio, elevando los niveles de ácidos grasos en plasma y ahorrando glucógeno muscular, dado que se observó que el incremento de la disponibilidad de ácidos grasos plasmáticos redujo la tasa de ruptura de glucógeno muscular y demoró el comienzo del agotamiento”.*

También se señala por dichos autores que *“...la oxidación de TGCM endógeno se mejoró cuando fue co-ingrida con CHO, la ingesta de 30 gr de TGCM no afectó la ruptura de glucógeno muscular y contribuyó solo en un 7 % al gasto de energía; la ingesta de cantidades más grandes de TGCM resultó en malestar gastrointestinal. Por ello, el TGCM no parece tener los efectos positivos que generalmente se sostiene que tienen sobre el rendimiento”.*

En el músculo relajado o en actividad de moderada a baja intensidad, la energía procede fundamentalmente de la oxidación de los ácidos grasos, sin embargo, si se incrementa el nivel de la actividad, la energía se obtendrá de las reservas de glucógeno.

Sin embargo, a pesar de las posibles ventajas de la utilización de ácidos grasos en el rendimiento deportivo y en especial de los TGCM no se considera necesario una suplementación de los mismos en la dieta de los atletas, solo con las recomendaciones establecidas para los diferentes deportes y categorías se suplen las necesidades orgánicas de los mismos.

Las recomendaciones de ingesta energética nutrimental propuesta por el Instituto de Medicina Deportiva de la República de Cuba para los deportes con pelotas en deportistas de edades comprendidas entre 12 y 16 años, es de 3906-4427 Kcal; lo que equivale a entre 176 a 199 g de proteínas, de 121 a 158 g los lípidos y de 527 a 598 g de glúcidos, según el por ciento que cada uno de estos macronutrientes representa en la dieta diaria (Ramírez-Reyes, 2000).

Otro grupo de nutrientes de tanta importancia como los anteriores, aunque directamente no intervienen en la transferencia de energía calórica alimentaria, lo constituyen las vitaminas y los minerales; conocidos como micronutrientes, participan en disímiles funciones de regulación en el organismo.

Las vitaminas son compuestos orgánicos esenciales para el desarrollo de la vida. Su carencia o ausencia provoca trastornos de salud, e incluso, la muerte.

Normalmente no son sintetizables por el organismo humano, lo que obliga a una incorporación exógena a través de los alimentos. No aportan energía, pero funcionan como catalizadores en multitud de reacciones bioquímicas, trabajando como coenzimas (las vitaminas del grupo B), cooperando en la formación de tejidos (vitamina C) y

protegiendo el sistema inmunológico (vitamina C, E, A y betacarotenos). (Porrata, Hernández & Arguelles, 1996; Benítez, 2006).

En especial se plantea que las vitaminas tienen una incidencia directa en el rendimiento deportivo. Al respecto Reimers et al., (1996), plantean *“...varios estudios en sujetos humanos alimentados con dietas deficientes en una o más vitaminas hidrosolubles han demostrado deterioro en la performance, detrimento en la producción de esfuerzo, fatiga incrementada y sensibilidad muscular incrementada. Aunque la capacidad de realizar un trabajo está marcadamente disminuida durante estados de deficiencia severa de vitaminas, una vez que los requerimientos de vitaminas son satisfechos, el consumir cantidades adicionales parece no tener valor”*.

Dentro de las vitaminas de mayor importancia en el rendimiento deportivo tenemos:

☞ Vitamina B1 (tiamina): Interviene en la conversión oxidativa del piruvato procedente de la oxidación de los glúcidos, este se transforma en acetyl CoA y se inserta en el ciclo de los ácidos tricarboxílicos.

*“...su acción fundamental está en el metabolismo de los glúcidos, sin su presencia se acumulan ácido láctico y pirúvico, cuya presencia en sangre es un síntoma de hipovitaminosis de tiamina y provoca una depresión de la actividad muscular. Las necesidades de un deportista superan abundantemente el mínimo del adulto normal, pues hace falta obtener calorías del metabolismo de los glúcidos”* (Reimers et al., 1996).

☞ Vitamina B2 (riboflavina): *“...es la parte activa del enzima que permite la degradación oxidativa del ácido pirúvico de los ácidos grasos y de los aminoácidos”* (Glade, 1999).

- ☞ Niacina o Vitamina B3: forma parte de algunas enzimas, actuando como coenzima (Nicotinamida Adenina Dinucleótido), en la glucólisis y en la síntesis de grasa. Se plantea que esta vitamina influencia la potencia aeróbica, lo que es importante en la mejora de la actuación deportiva de los atletas de resistencia. Esta vitamina se sintetiza a partir de un precursor, el aminoácido esencial triptófano. (Hernández-Triana et al., 2008).
- ☞ Vitamina B5 (ácido pantoténico): es constituyente de la coenzima fundamental en la reacción de oxidación de los ácidos grasos y en la oxidación del ácido pirúvico. (Hernández et al., 2008)
- ☞ Vitamina B6 (piridoxina): interviene en reacciones de síntesis y degradación de aminoácidos, así como en el metabolismo de los ácidos grasos. Algunos investigadores le dan un importante papel en el metabolismo de las células del músculo esquelético y el músculo cardíaco. (Jeukendrup, 2007a; Hernández-Triana et al., 2008).
- ☞ Vitamina C (ácido ascórbico): *“...se trata de un antioxidante soluble en agua que participa en muchas reacciones enzimáticas”*. (Glade, 1999) *“...es conocida como la vitamina de la fatiga o del estrés porque tiene importancia en el mantenimiento adecuado de la homeostasis bajo condiciones de excesiva fatiga física o emocional”*. (Blot, Li, Taylor, Guo, Dawsey, Wang et al., 1993).

Por lo que su papel en la nutrición deportiva está ligado a la forma y resistencia de la fatiga. Influye además en el metabolismo de los glúcidos y lípidos, facilita la absorción del hierro en el intestino e interviene en la biosíntesis de hormonas (Porrata et al., 1996; Hernández-Triana et al., 2008).

- ☞ Ácido fólico (Vitamina B9): interviene en el metabolismo de los aminoácidos y ácidos nucleicos (Porrata et al., 1997; Hernández-Triana et al., 2008).
- ☞ Biotina (Vitamina B8): tiene un importante papel en la síntesis de los ácidos grasos.(Porrata et al., 1997; Hernández-Triana et al., 2008)
- ☞ Vitamina B12 (cianocobalamina): esta vitamina se relaciona con el metabolismo de glúcidos y lípidos, al *“intervenir en biosíntesis de la metionina y la isomerización del metilmalonato a succinato, (...) funciona además como una coenzima en el metabolismo de los ácidos nucleídos y por lo tanto influencia en la síntesis de proteínas. Además los ciclistas y los deportistas anaeróbicos toman esta vitamina bajo la creencia de que disminuye el dolor muscular durante la práctica del ejercicio, las investigaciones realizadas no muestran evidencias de que eso sea así. Protege el sistema nervioso”* (Forrellat, Gomis & Gautier, 1999).
- ☞ Vitamina A: interviene en la síntesis de los mucopolisacáridos y se plantea que *“...la suplementación con vitamina A tiene efectos positivos en el estado del hierro, incrementándose la hemoglobina, el hematocrito y el hierro sérico”* (Beek Van Der, 1985).

Sin embargo, al referirse a esta vitamina Del Castillo (2004) plantea *“...la suplementación con vitamina A es peligrosa y no se han publicado otros estudios para evaluar los efectos de la suplementación con esta vitamina sobre la performance en el ejercicio. Por otra parte, el beta caroteno, precursor no tóxico de la vitamina A no fue estudiado respecto de la performance en el ejercicio”*.

- ☞ Vitamina D: promueve el crecimiento y mineralización de los huesos. Aumenta la absorción del calcio. (Porrata et al., 1996; Peña, Madruga & Calvo, 2001; Hernández-Triana et al., 2008).

Esta vitamina es esencial para la homeostasis. Es necesaria para la absorción del calcio y del fósforo en el intestino grueso, y para su movilización a partir de los huesos, así como para su reabsorción en los riñones. A través de estas tres funciones, cumple un papel importante en asegurar la puesta en marcha en forma correcta los músculos, nervios, coagulación de la sangre, crecimiento celular y utilización de energía.

- ☞ Vitamina E: *“...es el mayor antioxidante liposoluble que se encuentra en las membranas celulares. Su principal función es proteger a dichas membranas contra la peroxidación lipídica actuando directamente sobre una variedad de oxiradicales”*, (Alarcón & Piñar, 2003), incluso contra el oxígeno singlete, y contra radicales superóxidos. (Narváez, 2003; Del Castillo, 2004).

Al respecto Benítez (2006) señala *“...la actividad vitamínica E es una de las primeras barreras de la peroxidación de los ácidos grasos poliinsaturados. Los fosfolípidos de las membranas mitocondriales, del retículo endoplasmático y plasmático poseen afinidades para el alfa-tocoferol, por lo que está muy concentrado en estos sitios. Los tocoferoles actúan interrumpiendo reacciones de cadena con radicales libres como resultado de su capacidad de transferir el hidrógeno fenólico a un radical peroxilo libre, quedando, a la vez, en la forma de radical libre fenoxi o fenoxilo, en reacciones intermedias no reversibles que presuponen la transformación de la vitamina hasta su producto final inocuo”* (p. 4)

Del Castillo (2004) señala que *“...el suplemento de vitamina E en el deportista mejora de manera indirecta su rendimiento y nunca de forma directa. Quiere decir esto que con un complemento de*

*vitamina E ningún deportista va a mejorar sus capacidades físicas, descartando la idea de tomar esta vitamina como un compuesto mágico que ayude a superar las marcas personales de estos (...) la mayoría de los estudios han demostrado que hay poco beneficio sobre la performance por el uso de suplementos. Se ha estudiado el efecto de la vitamina E en nadadores, no obteniéndose resultados beneficiosos... se recomienda que cantidades adecuadas de antioxidantes sean obtenidas de los alimentos, y los atletas, además, tomen suplementos de antioxidantes que no sobrepasen sus requerimientos”.*

Las vitaminas E y D, por su papel antioxidante, requieren especial en los individuos sometidos a cargas físicas elevadas, como lo es el entrenamiento deportivo (Alarcón & Piñar, 2003).

Así Beek van Der (1985) señala “...una de las líneas de investigación abiertas en este sentido es la del papel beneficioso que pueden tener algunas sustancias antioxidantes en la mejora de rendimiento de los deportistas, reduciendo los radicales libres producidos en el ejercicio físico. En este sentido una de las sustancias más estudiadas por su poder antioxidante con relación al ejercicio es la vitamina E, junto con el ácido ascórbico”.

Igualmente Forrellat et al., (1999) afirman que “...la actividad física vigorosa puede incrementar el consumo de oxígeno en 10 a 15 veces por encima del valor de reposo para satisfacer las demandas de energía. El elevado consumo de oxígeno resultante produce un estrés oxidativo que conduce a la generación de radicales libres y peroxidación de lípidos”.

Según Alarcón & Piñar (2003), “...se han sugerido muchos factores implicados en la producción de éstos [radicales libres] y de la peroxidación lipídica subsiguiente al ejercicio físico, el aumento de la captación y utilización de oxígeno, la depleción de los sustratos

*energéticos, la disminución de la cadena respiratoria, la elevación de la temperatura corporal y la relativa isquemia que se produce durante la contracción muscular, están involucrados en la peroxidación”.*

Además, el ejercicio ayuda a generar radicales libres también a través de otros medios como:

1. Los aumentos en la epinefrina y otras catecolaminas que pueden producir radicales de oxígeno cuando ellos son metabólicamente inactivos.
2. La producción de ácido láctico que puede convertir a un radical libre débilmente dañado (superóxido) en un radical fuertemente dañino (hidroxil) (De la Paz, 2000).

La vitamina C actúa recíprocamente con la vitamina E regenerando el radical tocoferol formado..., considerándose un antioxidante de membrana liposoluble, suprime el oxígeno libre reactivo y estabiliza el anión superóxido y el radical hidroxilo (Alarcón & Piñar, 2003).

Sin embargo se coincide con los autores anteriores al señalar que no es necesaria una suplementación con estas vitaminas, por encima de las recomendaciones establecidas, pues no está demostrado que dosis elevadas de las mismas tenga una incidencia positiva directa sobre la performance deportiva.

Los minerales, al igual que las vitaminas, actúan como cofactores en el metabolismo corporal y están implicados en todas las reacciones bioquímicas. Además, forman parte de numerosas estructuras corporales, como el caso del calcio y el fósforo en los huesos, y posibilitan multitud de funciones fisiológicas como la contracción y la

relajación muscular, o la transmisión del impulso nervioso, el mantenimiento del pH y la presión osmótica.

Son fundamentales para el buen estado de la salud y funcionamiento del organismo humano, su incorporación en la dieta es una condición de supervivencia y calidad de vida del organismo, y su requerimiento depende de varios factores, entre los que se encuentran: la edad, el sexo, la actividad muscular y las condiciones del medio ambiente. (Hernández-Gallardo & Arencibia, 2002b)

Desde el punto de vista de su distribución y de los requerimientos del organismo se diferencian en dos grupos: minerales o macrominerales y oligoelementos o elementos trazas; estos últimos nombrados así, cuando su ingesta a través de los alimentos alcanza valores inferiores a los 100 mg. (Menshikov & Vollkov, 1990; Porrata et al., 1996).

Pequeñas variaciones en el balance de los niveles de minerales pueden tener efectos desastrosos y modifican la permeabilidad, irritabilidad, contractibilidad y viscosidad celular. Esto es debido a que algunos de ellos tienen una acción antagónica: por ejemplo, el potasio disminuye la viscosidad del citoplasma y el calcio la eleva. (Clarkson, 1991).

En el organismo tiene lugar una renovación constante de los minerales. La insuficiencia de ellos en la alimentación conduce a una alteración de los procesos fisiológicos que se reflejan en la disminución de la capacidad de trabajo y a veces en la aparición de desbalance metabólico. (FAO/OMS., 1998).

En la alimentación del deportista el papel de los elementos minerales es de gran importancia. El atleta desarrolla una gran cantidad de trabajo físico durante el cual tiene lugar el aumento de la velocidad de todos los procesos bioquímicos; así, la actividad física

estimula respuestas homeostáticas, que incrementan tanto las necesidades metabólicas como su excreción, favorecida por las emisiones de sudor asociada a la termorregulación, especialmente en un clima cálido húmedo.

Al respecto Clarkson (1991) propone “...al zinc, cobre, selenio, cromo y [al] hierro como potenciadores del rendimiento...” y afirma, “de todos ellos, el que presenta mayor problema para los deportistas es el hierro”.

La mayor parte del hierro corporal está presente en los glóbulos rojos, sobre todo como componente de la hemoglobina, el resto se encuentra en la mioglobina y como ferritina (hierro almacenado de modo especial en hígado, bazo y médula ósea); pequeñas cantidades adicionales están ligadas a proteínas en el plasma sanguíneo y a las enzimas respiratorias, además de las peroxidasa, la catalasa y los citocromos.

Es un mineral que ni se agota ni se destruye en los seres humanos bajo condiciones normales y sólo se pierde aproximadamente un mg al día, por excreción en los intestinos, la orina, el sudor o a través de la pérdida de cabello o células epiteliales superficiales.

Sin embargo, tal pérdida se incrementa ostensiblemente durante la ejecución deportiva, favorecida por la hemólisis intravascular, a consecuencia del impacto repetido del pie con el suelo, especialmente en corredores, bailarinas y triatletas, con dependencia del tipo de superficie, intensidad del impacto y frecuencia de las sesiones. A esto se suma su mayor recambio a nivel de la mioglobina muscular. (Dimeglio, 2000; Hinton, Giordano, Brownlie & Hass, 2000; Hernández-Gallardo & Arencibia, 2002b).

Su déficit en individuos practicantes de deportes puede estar potenciado por la expansión del volumen plasmático, dando lugar a lo que se conoce como anemia del deportista. (Zimkin, 1975).

En diferentes investigaciones se ha descrito que las pérdidas aumentadas de minerales en deportistas en comparación con sedentarios, tanto por sudor como por orina, puede afectar al rendimiento y determinar manifestaciones clínicas, los que tienen una mayor masa muscular y los que necesitan más oxígeno, deben obtener una mayor cantidad de hierro en su ingesta para mantener la salud. (Micheletti, Rossi & Ruffinni, 2001; INHA, 2004).

La suplementación de 100 mg diarios de sulfato ferroso en mujeres deportistas con deficiencia de hierro, pero no anémicas, mejoró la adaptación al ejercicio aeróbico. (Jeukendrup, 2007a).

Sodio, cloro, potasio: están relacionados entre sí.

- ☞ El sodio y el cloro regulan la presión osmótica de los tejidos.
- ☞ El potasio y el sodio regulan el equilibrio ácido base de los tejidos y la retención hídrica. El sodio es el elemento más abundante en el medio extracelular, mientras que el potasio lo es en el medio intracelular. El sodio retiene el agua y el potasio la libera. Tanto el sodio como el potasio intervienen en la regulación de la excitabilidad muscular y su equilibrio es importante para el funcionamiento normal del músculo.

La relación sodio-potasio debe ser igual a uno: se trata de cantidades equivalentes. Ambos se eliminan durante el esfuerzo físico. Con una sudoración profusa hay una notable pérdida de cloro y sodio que lleva a una sensación de cansancio y a la aparición de calambres. Cuando la fatiga muscular produce un estado de acidosis, aumenta la excreción renal de agua y sales. La pérdida de potasio en el esfuerzo muscular intenso lleva a una alteración de la contracción muscular (Delgado, 1994; Marins, Dantas & Navarro, 2001; INHA, 2004).

- ☞ Calcio y fósforo. La absorción de calcio depende de algunos factores: aumenta en ambiente ácido y disminuye cuando la relación fósforo/calcio es elevada o cuando se toman alimentos ricos en calcio y lípidos.

Ambos intervienen en la formación de huesos y dientes incidiendo en el aumento de la masa esquelética, en particular el calcio es importante en la función cardíaca, muscular y nerviosa, siendo indispensable para el acoplamiento de la actina- miosina en las miofibrillas esqueléticas y cardíaca durante el proceso contráctil. Interviene en el proceso de coagulación (protrombina a trombina). Interactúa con el  $Mg^{++}$  y regula la excitabilidad neuromuscular. La ingesta baja de calcio durante la adolescencia se relaciona con menor densidad ósea en las mujeres, aumentando el riesgo de osteoporosis en una etapa subsecuente de la vida. (Delgado, 1994; González-Gross et al., 2001; Casanova-Bellido & Casanova, 2002; Grandjean & Ruud, 2004; INHA, 2004)

- ☞ El fósforo es esencial como fuente de energía. En la contracción muscular entra a formar parte de la molécula de ATP, el más importante de los compuestos energéticos. Además, forma parte del tejido óseo, de los fosfolípidos del tejido nervioso, de algunas enzimas y coenzimas. El fósforo a nivel energético resulta esencial. Los fosfatos son importantísimos en la contracción muscular (INHA, 2004; Madruga & Pedrón, 2004).

- ☞ Magnesio: Tiene importancia en la regulación de la excitabilidad neuromuscular, es indispensable en la formación de proteínas, así como en los procesos de síntesis en el organismo. Interviene en la formación de anticuerpos, enzimas, hormonas, cartílagos y tejidos, jugando un importante papel en el normal funcionamiento del sistema nervioso, muscular y óseo (Casanova-Bellido & Casanova, 2002; INHA., 2004).

El calcio, fósforo y magnesio merecen especial mención pues constituyen alrededor del 98% del contenido corporal de minerales y son incorporados mayoritariamente al tejido óseo. Esto pone de relieve la necesidad de mantener una ingesta suficiente de leche o sus derivados durante toda la etapa de crecimiento. (Hodgson, 2002a)

☞ Zinc: Forma parte de la estructura de más de 100 enzimas. Participa en el metabolismo de proteínas, lípidos y glúcidos, en la reparación tisular y el crecimiento. Actúa como cofactor en la actividad de enzimas específicas y en la integridad del sistema osteomioarticular. Es un componente de la insulina, además de intervenir en la cicatrización de heridas y la función inmunitaria (Micheletti et al., 2001).

Se destaca como posibles efectos de un déficit de zinc los siguientes: anorexia, pérdida significativa de peso corporal, fatiga latente, disminución de la resistencia y riesgo de osteoporosis (Micheletti et al., 2001; INHA, 2004).

☞ Cobre: Participa en el metabolismo del hierro y en la síntesis de la hemoglobina. Activa la ceruloplasmina y la citocromo oxidasa. Tiene un papel clave en su acción de neurotransmisor a nivel cerebral y en el metabolismo energético y de los lípidos. Componentes de muchas enzimas. (Casanova-Bellido & Casanova, 2002; INHA., 2004).

Todo lo expresado anteriormente nos indica la importancia que tiene en el rendimiento deportivo una nutrición adecuada; sin embargo, aunque afirmamos que los deportistas se deben alimentar teniendo en cuenta las mismas pautas dietéticas generales usadas para el conjunto de la población, también decimos que éstas debe ser ajustadas a sus

necesidades reales, por lo que simplemente no es adoptar lo expresado en las pirámides alimentarias propuestas.

González-Gross et al., (2001) señalan “...una adaptación de la pirámide nutricional de la población general a las necesidades específicas que conlleva la práctica físico-deportiva...” —y continúan expresando— “...la mayor diferencia en relación con las personas sedentarias radica en las cantidades, ya que un mayor aporte calórico implica un mayor volumen de alimentos... encontrándose en la base de la pirámide una adecuada hidratación. Esta pauta de alimentación no sólo cumple los requerimientos nutricionales que se consideran saludables sino que también hace frente a las necesidades específicas y características de la alimentación del sujeto que realiza actividad físico-deportiva de manera intensa. En función de la naturaleza de la actividad y las características fisiológicas del sujeto, deberán ser adaptadas las cantidades. Los días de entrenamiento no exigen ninguna restricción alimentaria especial”.



**Fig. 6 Pirámide nutricional adaptada a las características de la población deportista”.**

### 3.3. HIDRATACIÓN Y DEPORTE

El ejercicio físico tiene una marcada incidencia en las necesidades hídricas del organismo, pues *“...como resultado de la oxidación de los diferentes sustratos energéticos se genera un subproducto asociado a toda actividad vital, que es el calor. En el músculo..., durante la realización de ejercicio físico intenso la actividad metabólica aumenta notablemente, y la producción de calor puede llegar a alcanzar valores cien o doscientas veces más altos (1 – 1,5 Kcal/Kg/min). El calor generado bajo estas condiciones conjuntamente con el generado por el resto de las estructuras corporales,... daría lugar a un progresivo incremento de la temperatura corporal, que es eliminado por medio de los procesos de conducción, convección, radiación y de manera especial por evaporación de agua segregada con el sudor”*. (Segura, 2001).

Por tanto, una correcta hidratación antes y durante la práctica deportiva es esencial para el correcto desarrollo del entrenamiento o la preparación física, estando demostrado que la deshidratación afecta adversamente el rendimiento en los deportes, en particular los de resistencia.

Así, según Lamb & Shehata (2000) *“...el mantenimiento de reservas adecuadas de agua corporal es extremadamente importante para la función cardiovascular y termorreguladora, y para el rendimiento deportivo. Aproximadamente el 60 % de la masa corporal está formada por agua —42 lt en una persona que pesa 70 kg— y el agua es crítica para la función cardiovascular y la regulación de la temperatura. La sangre es necesaria para llevar oxígeno y nutrientes a los músculos activos, y para transportar calor desde los músculos hasta la piel, donde la evaporación del agua en la sudoración ayuda a disipar el calor al medio ambiente. Si los fluidos eliminados a través de la sudoración, orina y otros mecanismos no son reemplazados a través de la ingesta de líquidos, el ser humano moriría de deshidratación en pocos días. En las*

*competencias deportivas, un aporte inadecuado de sangre a los músculos, o el calor, excesivo debido a una insuficiente disipación de calor, pueden llevar a una pobre performance y a enfermedades producidas por el calor”.*

De manera muy puntual, en cuanto al rendimiento, se expresa Segura (2001), “...con una pérdida del orden del 5% (3,5 litros) la merma del rendimiento es ya de 25 a un 35%. En cualquier caso basta con una pérdida de 1% para que se vea afectada la capacidad de trabajo o la resistencia del sujeto, cuando aquella tiene lugar de forma muy rápida...”.

Tales estados inadecuados de hidratación afectan las funciones del sistema nervioso, así la reducción de la agudeza mental es de especial relevancia para los deportes que requieren de habilidades motoras finas y precisión como el baloncesto. Por ejemplo, una persona deshidratada no puede notar ciertas pautas visuales y las pruebas de rendimiento mental mejoran cuando se consumen bebidas deportivas antes y durante actividades intermitentes que simulan competencias de básquetbol (Karpman, 1989).

Los patrones inadecuados de reemplazo de líquidos también pueden producir una insuficiencia de electrolitos. En particular, un descenso severo en la concentración de sodio en los fluidos corporales, una condición conocida como hiponatremia y puede producir enfermedades severas. Este descenso en la concentración de sodio puede ocurrir, por ejemplo, cuando el atleta repone las pérdidas de orina y sudor consumiendo sólo agua, la cual contiene poco o ningún sodio.

Por otro lado Montain & Coyle (2004) destacan su importancia desde el punto de vista de la regulación de la temperatura corporal y señalan que “...el consumo de líquido durante un ejercicio prolongado es altamente recomendado para reducir la hipertermia y los riesgos del golpe de calor. Sin embargo, aun no es clara la relación que existe entre

*la tasa de reposición de líquidos, la cual compensa la deshidratación en varios niveles, y la hipertermia...”.*

Estos mismos autores relacionan los procesos de pérdidas electrolíticas con las manifestaciones termogénicas y destacan “...*varias investigaciones demostraron que la hipovolemia, la hiperosmolaridad, y/o la hipernatremia inducidas antes del ejercicio, pueden aumentar la reserva de calor e incrementar la frecuencia cardíaca durante ejercicios subsiguientes. Los resultados de estos estudios sugieren que el calor es almacenado durante la deshidratación inducida por el ejercicio, debido a los efectos de la hipovolemia, hiperosmolaridad y/o hipernatremia sobre la capacidad para disipar calor”.*

Por su parte Segura (2001) señala: “...*durante el ejercicio, es necesario ingerir de 90 – 180 ml de líquido cada quince minutos, aproximadamente, en función de la intensidad del esfuerzo, y las condiciones ambientales, con el objetivo de compensar las pérdidas experimentadas por sudoración y mantener el adecuado volumen de sangre”.*

La hidratación por tanto es un factor ineludible en la adecuada práctica del deporte y si bien la incorporación de agua puede ser de forma líquida, también se realiza a través de los nutrientes u obtenerse.

Sin embargo, la incorporación de nutrientes debe realizarse de forma paulatina, no deben existir comidas recargadas de nutrientes, pues esto lejos de favorecer al individuo conlleva a un estrés de las rutas metabólicas al recargarse las mismas, conduciendo a un aumento del trabajo del páncreas fundamentalmente.

Por lo que se indica que el desayuno debe aportar el 20% de las calorías; cada merienda (matutina y vespertina) el 10%; almuerzo y comida el 30% respectivamente, incorporándose de esta forma el 100% de la energía requerida por el organismo (INHA., 2004).

### **3.4. HAMBRE OCULTA.**

El hambre oculta es una de las carencias nutricionales más importantes en los diversos países del mundo, que se manifiesta de manera singular en los sectores poblacionales llamados de riesgo — niños, embarazadas, ancianos y deportistas—, y subyace de una manera muy común, pero menos palpable que el hambre crónica y por tanto menos atendida (IFPRI, 2000; Medina, 2004).

Según los datos del Informe de la Salud Mundial 2000 de la OMS más de 2000 millones de personas en todo el mundo padecen de malnutrición por falta de micronutrientes; esta situación descrita como “hambre oculta”, denota déficit de vitaminas y minerales, debido a su baja incorporación a través de la dieta, como consecuencia de una mayor preocupación acerca de la calidad energética de los alimentos, o su disponibilidad, que por el aporte que puedan realizar de otros elementos nutrimentales (IFPRI, 2000; Jiménez-Acosta, 2005).

La falta de micronutrientes tiene una amplia variedad de consecuencias que van desde la retención del crecimiento en niños hasta la depleción de su desarrollo normal, con capacidad cognoscitiva deficiente y a menudo de forma grave e irreversible; el sistema inmunológico se compromete, y se limitan las capacidades mentales y físicas, llegando a la ceguera y la muerte, en los estados más graves y vulnerables (Medina, 2004).

La clave para superar la falta de micronutrientes, no solo radica en mejorar la calidad y diversidad de los alimentos, cubriendo la necesidad básica de mejorar el consumo total de alimentos, sino en educar para evitar el rechazo de los mismos por “...falta de hábitos de consumo y desconocimientos de los aportes nutrimentales, en especial en deportistas cuyo comportamiento alimentario en la generalidad de los casos se rige por mitos o caprichos” (Kirkendal, 1993).

El concepto de "hambre oculta" es fundamentalmente un concepto manejado por nutriólogos y dietistas, y generalmente se encuentra enmascarado por la evidencia más gráfica de la malnutrición por falta de consumo de proteínas y energía, el hambre crónica y la muerte por inanición. Generalmente es tratada con medicamentos o suplementos alimentarios cuando ya la sintomatología de sus manifestaciones es evidente.

### **3.5. PARTICULARIDADES DE LA ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN EN EL DEPORTISTA ADOLESCENTE.**

La alimentación y nutrición asociada al deportista adolescente constituye uno de los aspectos más interesantes y urgentes a considerar en su preparación físico deportiva, dadas las características y condiciones de desarrollo biológico de los mismos.

Así Granada et al., (2002) destacan *"...las demandas que se derivan de la formación y mantenimiento de nuevos tejidos corporales, la actividad física intensa derivada del entrenamiento sistemático y la interacción del joven con el medio, se reflejan en el aporte en cantidad y calidad de su alimentación,..."*, siendo una ingesta alimentaria adecuada esencial para el mantenimiento de su salud y a la par, la elevación o mantenimiento de su rendimiento físico.

Al respecto Zanker (2006) plantea *"...las necesidades dietarias de los jóvenes y niños deportistas difieren de las necesidades de los adultos en algunos aspectos como son:*

- ☞ El consumo diario recomendado de proteínas en los niños es más alto/Kg de peso corporal, que en los adultos.*
- ☞ Durante el ejercicio, la energía para la actividad muscular deriva más del uso de las grasas que de los carbohidratos. \_ Aún no está claro que los niños requieran una dieta más alta en grasas -.*

- ☞ *Las demandas de energía o gasto calórico / Kg de peso / al caminar o correr son considerablemente más altas en los niños y jóvenes.*
- ☞ *Los niños se deshidratan más rápido y fácil que los adultos. La temperatura central de los niños sube más rápido.*
- ☞ *La eficacia y seguridad del aumento del consumo de Carbohidratos para mejorar la resistencia, en los niños aún no ha sido estudiada.*
- ☞ *El apetito y preferencias alimentarias varía considerablemente según los estados de ánimo, el período de crecimiento, desarrollo biológico y nivel de actividad diaria” (p. 2).*

También indica que los factores principales que influyen sobre el gasto de energía y el metabolismo de los combustibles durante el ejercicio:

- ☞ *“Intensidad y duración del ejercicio, que influyen sobre el grado en el cual los sistemas energéticos aerobios y/o anaerobios de los músculos son requeridos y, en consecuencia, la ‘elección’ del combustible metabólico.*
- ☞ *Frecuencia del entrenamiento, que influye sobre la capacidad para recuperar los depósitos de combustibles entre tandas repetidas de ejercicio.*
- ☞ *Magnitud de los depósitos de combustibles dentro de las fibras musculares reclutadas, antes y después del ejercicio, que comprenden principalmente glucógeno y triglicéridos.*
- ☞ *Concentración de glucosa en la sangre, que influye sobre la liberación de hormonas que mantienen el control glucémico, como la*

insulina, el cortisol, las catecolaminas y la hormona del crecimiento.

- ☞ *Alimentación habitual, particularmente la ingestión de macronutrientes, que también influye sobre la magnitud de los depósitos de combustibles de los músculos y la concentración de glucosa en la sangre.*
- ☞ *Tipo de fibra muscular, basado en propiedades estructurales y bioquímicas, incluyendo la actividad de enzimas que controlan el catabolismo y el almacenamiento de combustibles metabólicos.*
- ☞ *‘Estado’ del entrenamiento, definido por el grado de adaptación metabólica al ejercicio específico, repetido, particularmente dentro de los músculos esqueléticos reclutados.*
- ☞ *Niveles circulantes de hormonas sexuales, que son desdeñables en niños prepuberales y aumentan con el inicio de la pubertad”.*

Para el caso del niño y el adolescente que entrenan en algún deporte señala como funciones claves de la nutrición, las siguientes:

- ☞ *“Provisión de combustible metabólico a la musculatura esquelética durante el ejercicio para equilibrar la producción y la utilización de energía y, en consecuencia, prevenir la fatiga.*
- ☞ *Reposición de los depósitos de combustibles después del ejercicio, especialmente glucógeno muscular y hepático, que son almacenados en cantidades limitadas en el organismo en comparación con la grasa.*
- ☞ *Restablecimiento de la homeostasis tras el ejercicio, que incluye el reemplazo de líquidos y electrolitos, así como la normalización de la concentración de glucosa en la sangre.*

☞ *Regeneración y reparación de los tejidos del sistema músculo esquelético, dañados por los microtraumatismos inducidos por el ejercicio, para fomentar una supercompensación es decir, una respuesta anabólica superior”.*

Principios que reafirman que la nutrición del adolescente practicante de deportes debe asegurar un aporte energético nutrimental de acuerdo con la edad biológica y la actividad física que desempeña, que permita un adecuado estado nutricional y su desarrollo pleno.

### **3.5.1. Estados nutricionales alterados en adolescentes.**

La Conferencia Internacional sobre Nutrición convocada por la FAO/OMS, celebrada en Roma en 1992, adoptó la inclusión de metas para la eliminación del hambre, la desnutrición crónica, las muertes relacionadas con el hambre, la deficiencia de micronutrientes y las enfermedades transmisibles y no transmisibles relacionadas con los alimentos, esto último se destacó para promover una dieta adecuada y un estilo de vida saludable (INHA, 2004).

En estudios de la dieta realizados en nuestra población se ha encontrado una baja ingestión de frutas y vegetales, además de la poca diversidad en su selección y la presencia de hábitos inadecuados de manipulación, almacenamiento y cocción, lo que aumentan las pérdidas de vitaminas por estos proceder (INHA, 2004). Todas estas prácticas inadecuadas de nutrición afectan a la población adolescente de nuestro país y las generaciones futuras, pues se transmite en el acervo cultural de la población.

Las investigaciones en el campo de la nutrición demuestran que las principales causas de muerte —la enfermedad cardiovascular y el cáncer— pudieran prevenirse o retardarse con la ayuda de cambios en

la dieta, como puede ser la reducción de grasas y un aumento en el consumo de frutas, cereales integrales y verduras. Hay que tener presente que cuando se siguen los principios de una dieta sana se pueden obtener sustancias que actúan disminuyendo la lesión oxidativa y evitan estados carenciales.

Es de destacar que la alimentación de forma general y del adolescente en particular, está influenciada no solo por la disponibilidad y accesibilidad de los alimentos sino también por sus conocimientos, actitudes y hábitos alimentarios, por ello es importante la educación que reciba sobre cuáles son los alimentos más nutritivos y más sanos, así como lograr su aceptación, más aún si realizan actividad física sistemática, no obviando que en esta etapa, la aceptación de la figura corporal es de gran importancia tanto por el individuo mismo como por el colectivo que le rodea y el comportamiento puede expresarse irresponsable y anárquico tanto en la selección de los alimentos como en la frecuencia en que se ingieren los mismos, adoptando en ocasiones dietas erráticas y caprichosas, sin tener en cuenta la validez de las mismas, así como los riesgos que entrañan para la salud.

Según Pineda (2005) *“...el comportamiento alimentario de los adolescentes tiene características diferentes al resto de la población en casi todos los países, incluyendo al nuestro. Los adolescentes prefieren comidas rápidas casi siempre con alto contenido de calorías, alimentos fritos, refrescos y dulces. También omiten determinadas comidas, sobre todo desayuno y almuerzo”*—y continúa expresando— *“...en ocasiones no disponen o no tienen fácil acceso a alimentos suficientes, nutritivos, variados e higiénicamente elaborados...”*

Por lo que son considerados como riesgos nutricionales en la adolescencia los de carácter sociocultural, la omisión de alguna comida, la dieta familiar inadecuada y la realización de un mayor

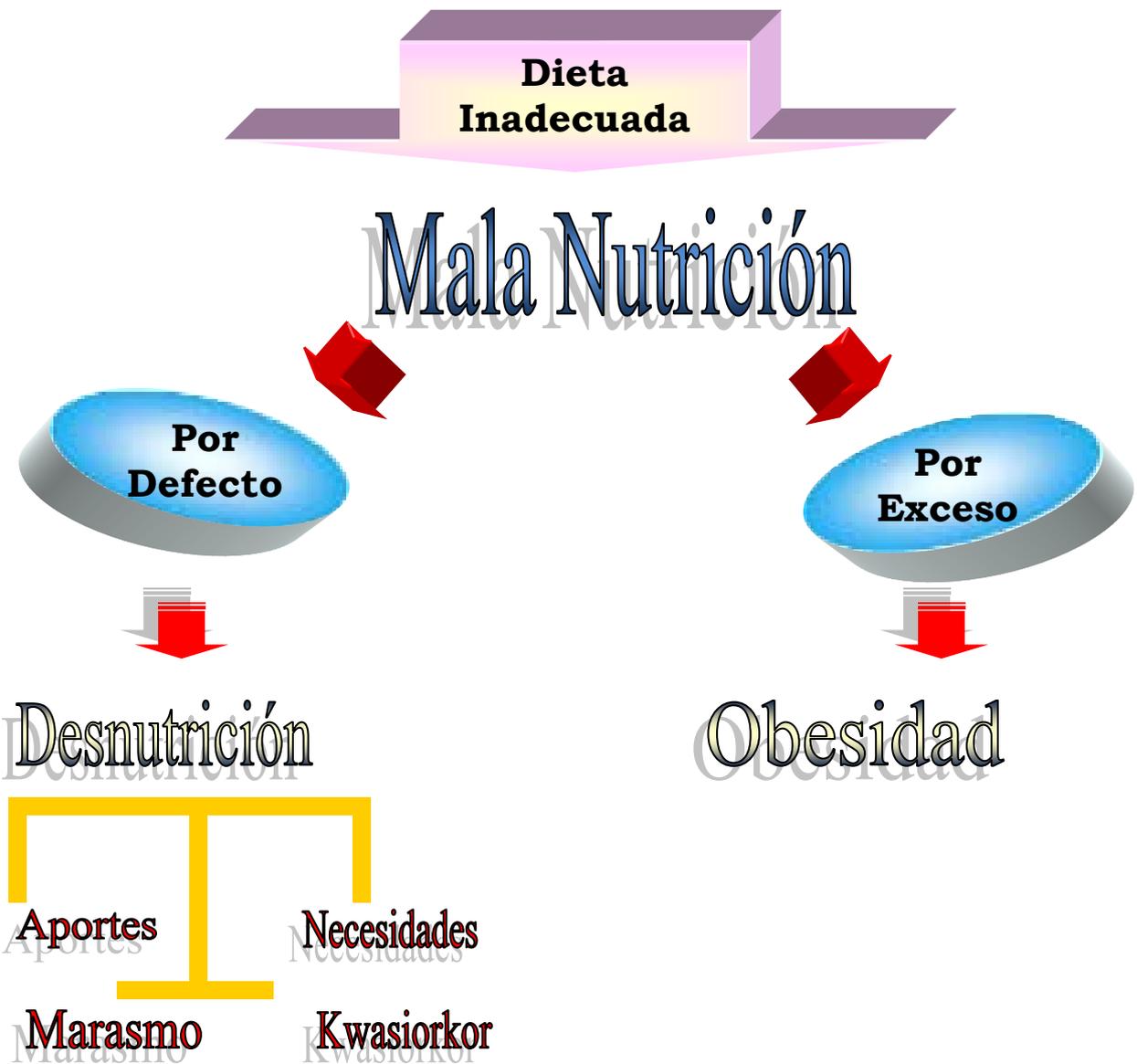
número de comidas fuera de la casa por diferentes motivos, incluyendo manifestaciones de enfermedades crónicas, que pueden desencadenar estados nutricionales inadecuados como la obesidad y la desnutrición.

Todo ello repercute en la manifestación de diferentes estados nutricionales, que se encuentran en los extremos de estas la desnutrición y la obesidad o la carencia de nutrientes específicos como el hierro, que pueden afectar su calidad de vida al limitar la capacidad física o provocar variaciones de su imagen corporal y deprimir una plena integración social.

La obesidad constituye un serio problema de salud mundial. *“En las últimas tres décadas se ha producido un incremento importante de la cifra de personas obesas al punto de alcanzar magnitud de epidemia y de lo que es más importante: sus consecuencias clinicometabólicas, la misma se encuentra vinculada estrechamente con las principales causas de morbimortalidad y discapacidad”.* (Rodríguez-Scull, 2004).

Según Chueca, Azcona & Oyarzabal (2002) *“...la obesidad es la enfermedad nutricional más frecuente en niños y adolescentes en los países desarrollados, pero no sólo se limita a éstos. Estudios recientes realizados en distintos países demuestran que entre el 5-10% de los niños en edad escolar son obesos, y en los adolescentes la proporción aumenta hasta situarse en cifras del 10-20%,... constituyendo la obesidad un problema sanitario de primer orden, al ser un factor común para diversas patologías (diabetes, enfermedad cardiovascular, hipertensión arterial)”.*

Hernán-Daza (2002) la define como *“...enfermedad crónica multifactorial compleja que se desarrolla por la interacción del genotipo y el medio ambiente”.*



**Fig. 7 Estados nutricionales alterados en adolescentes.** (Hermelo & García, 1993)

Por su parte, Zayas-Torriente (2006a) se refiere a la obesidad como “... un incremento de la grasa corporal a un nivel que signifique riesgo para la salud y no solamente a un exceso de peso (...) es la expresión de un balance energético positivo: Balance energético = Energía ingerida - Energía gastada = Energía acumulada. Si incrementa la energía ingerida sin modificarse la gastada, obtenemos un balance

*energético positivo que el organismo transforma en depósitos de grasa (...) tiene un origen complejo multifactorial en el cual están involucrados factores genéticos, ambientales, neuroendocrinos y metabólicos”.*

Se considera pues *“...la obesidad es un problema de desequilibrio de nutrientes, que se traduce en un mayor almacenamiento de alimentos en forma de grasa, que los requeridos para satisfacer las necesidades energéticas y metabólicas del individuo”* (Hernán-Daza, 2002).

Por tanto, la obesidad está dada por la presencia de una cantidad excesiva de tejido adiposo en relación con la masa corporal y constituye un importante factor de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles, que se pueden manifestar desde la propia adolescencia, son ejemplo de ello la hipertensión arterial, cardiopatía coronaria, diabetes, dislipidemias, ciertos tipos de cáncer, enfermedades respiratorias y osteomioarticulares. También está asociada a gota, artritis y enfermedad vesicular (Porrata, Rodríguez & Jiménez, 2000; Valenzuela, 2008).

Al respecto Rodríguez-Scull (2004) plantea que *“... la resistencia insulínica (RI) es quizás su consecuencia más temible, ya que de ella se derivan una serie de alteraciones metabólicas y endoteliales relacionadas con el desarrollo de la enfermedad vascular coronaria: la diabetes mellitus, la hipertensión arterial, las dislipidemias y la enfermedad cerebrovascular. En la medida en que aumenta el peso corporal, aumenta la producción de citoquinas y ácidos grasos libres con efectos sobre la insulina, disminuye la sensibilidad a su acción y de ahí derivan alteraciones de la pared y el tono vascular, así como del metabolismo de glúcidos y lípidos, que dan origen a estas consecuencias”.*

Por otra parte, la desnutrición energético - proteica *“... ha sido definida por la OMS como un rango de condiciones patológicas que surgen de la falta coincidente en proporciones variables de energía y proteínas, presentándose más frecuentemente en lactantes y niños*

*pequeños y comúnmente asociadas a infecciones... En el mundo existen cerca de 800 millones de personas con problemas de desnutrición, la mayoría de estos son de países en desarrollo. Cerca del 30% de la parte sur y este de Asia, el 25% en África y el 8% en Latino América y el Caribe...". (Zayas-Torriente, 2006b).*

Por su parte Andrade & Zacarías (1998) la sitúan en el ámbito de una patología al considerarla *"...como un síndrome clínico, que generalmente se produce cuando la dieta no cubre las necesidades de energía y nutrimentos del individuo. Entre las causas de esta enfermedad se distinguen aquellas relacionadas con una dieta insuficiente, ya sea por falta de conocimientos alimentarios y nutricionales o por baja capacidad de compra de alimentos". (p. 21)*

Mientras que Hermelo & García (1993) la definen como un *"...síndrome caracterizado por un estado pluricarencial que conlleva a un deterioro de la composición corporal producto de un balance energético y/o proteico negativo y es el resultado de una dieta inadecuada en términos de cantidad y calidad que no provee al organismo de suficiente proteína, energía y nutrientes específicos que cubran sus necesidades fisiológicas, crecimiento, desarrollo y nivel de actividad física normales. Se asocia a cambios fisiológicos, bioquímicos e inmunitarios que aumentan los riesgos de morbi-mortalidad".*

En función de lo anterior podemos diferenciar entre:

- **Desnutrición calórica:** evolución prolongada, producida por un déficit predominantemente energético. Se denomina Marasmo o Caquexia.
- **Desnutrición Proteica:** se desarrolla rápidamente, es secundaria a un estado hipermetabólico e hipercatabólico. Se denomina Hipoalbuminémica o Kwashiorkor.

Entre las causas de la desnutrición tenemos:

♫ La disponibilidad de alimentos, la que se encuentra determinada por la capacidad adquisitiva, los hábitos alimentarios, los gustos, el nivel de conocimientos, la actividad física y estados fisiológicos que modifican requerimientos.

♫ La regulación alterada del apetito o afecciones fisiológicas del subsistema digestivo, que se encuentra condicionada por mala absorción de los nutrientes, hipermetabolismo e hipercatabolismo.

Según Zayas-Torriente (2006a), la desnutrición “... puede afectar a grupos de todas las edades; pero con más frecuencia a infantes y jóvenes quienes están en crecimiento, debido a que sus requerimientos nutricionales son superiores; las personas que viven bajo condiciones de pobreza e higiene deficiente quienes constantemente sufren afecciones tales como diarreas, parásitos, gastroenteritis, etc; a los niños que nacen prematuros debido a la desnutrición de las madres y la desnutrición severa ocurre en condiciones de enfermedad tales como: cáncer, SIDA, mala absorción intestinal, enfermedades endocrinas, enfermedades hepáticas, alcoholismo, drogas, etc”.

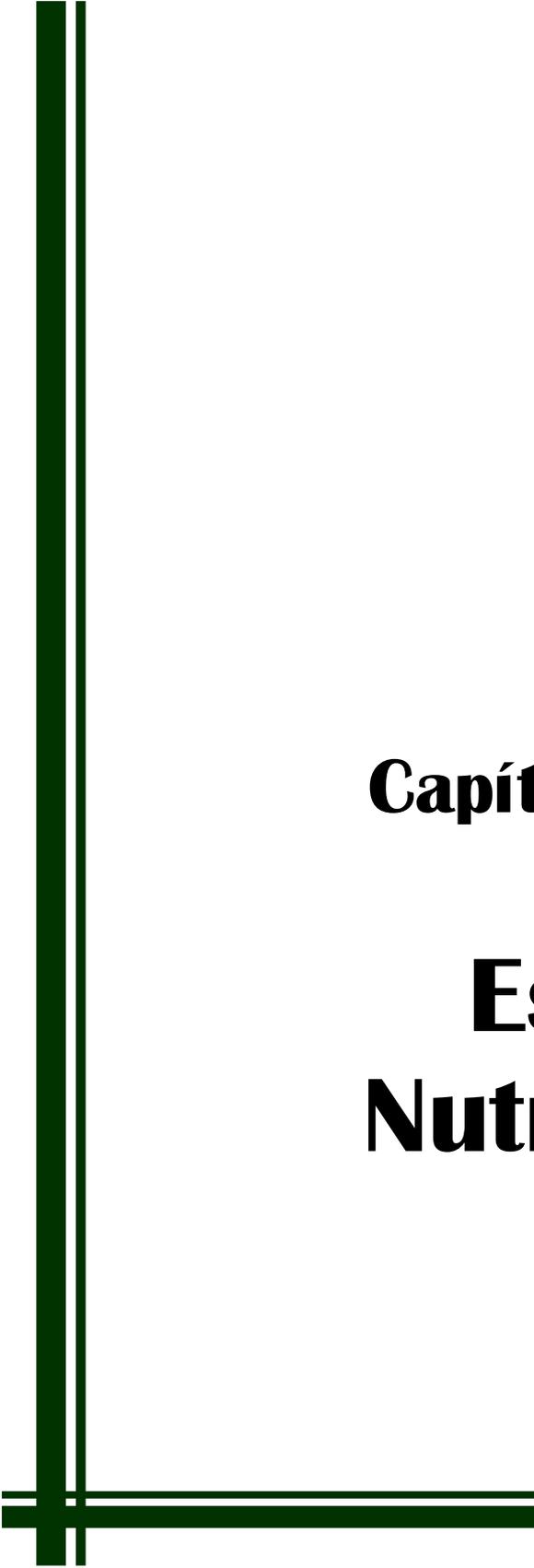
Así, al vincularla con la adolescencia, Palacios de Muñoz (2002), la considera “...sumamente peligrosa, su peso y su estatura no se desarrollan debidamente; los sistemas de órganos se afectan, en particular el sistema digestivo. Ante una desnutrición proteínico-calórica, las células intestinales involucradas en la absorción de sustancias nutritivas, que se encuentran recubriendo el interior del intestino delgado, se atrofia y se vuelven no funcionales. Hasta un 90% de estas células, se pueden perder, por lo que la persona presenta una gran dificultad para absorber los nutrientes, lo cual hace que la enfermedad sea más grave”.

De hecho, los cambios físicos que se presentan en la adolescencia tienen efectos importantes sobre la personalidad del individuo, especialmente a medida que se adentran en la edad juvenil, por lo que la difusión responsable entre ellos de las implicaciones de una inadecuada alimentación, conjuntamente con la visualización de los

cambios de sus cuerpos, constituye un fuerte estímulo generador de variaciones del comportamiento.

Por otro lado, en esta edad es característico no sólo el despliegue de nuevos atributos de su personalidad, sino de algunas otras cualidades como la formación y consolidación de valores, lo que permite trabajar para el desarrollo de la moral de los mismos, en particular, el sentido del deber, honor y responsabilidad, donde el sentimiento de pertenencia e identidad ocupan un lugar importante en su comportamiento y constituyen un gestor de estímulos psicológicos durante el entrenamiento deportivo, con éxito, se puede pasar hacia la especialización deportiva, sin dejar la tarea de la preparación física. (Ros et al., 2001; Zaragoza et al., 2004).



A decorative graphic consisting of two dark green lines forming an L-shape. One line is vertical and extends from the top to the bottom of the page. The other line is horizontal and extends from the left edge to the center of the page, meeting the vertical line at a right angle.

## **Capítulo IV**

# **Estado Nutricional**



Desde tiempos inmemorables se ha considerado la buena alimentación como sinónimo de salud, pero hubo de pasar siglos hasta nuestros días para que el hombre, en su afán de conocer su micromundo y las leyes que lo rigen, se diera cuenta de que la calidad de la nutrición influye de manera activa en el quehacer cotidiano, en sus reacciones emocionales, en su afectividad, así como en la génesis del substrato de los aspectos cognoscitivos y motrices; ya que esas sustancias llamadas alimentos eran incorporadas, una vez pasadas por los procesos digestivos y absorptivos en el tubo digestivo, a los diferentes procesos metabólicos, entre ellos a la complejidad estructural y funcional que rigen las actividades corticales superiores y del actuar motor.

Sin embargo, a veces no basta con los ajustes que el propio organismo realiza a su favor y es necesaria la intervención terapéutica o educativa dirigida a garantizar un aporte nutricional que no solo cumpla los requisitos de calidad y cantidad, sino que, además, tenga en cuenta la integridad y el mantenimiento del organismo como un todo.

#### **4.1. ESTADO NUTRICIONAL.**

La valoración nutricional es una práctica que data desde la antigüedad, pero como método científico es muy reciente, pues no es solo el alimento ingerido y los nutrimentos que aporta, sino el conjunto de factores internos individuales que desempeñan un importante papel

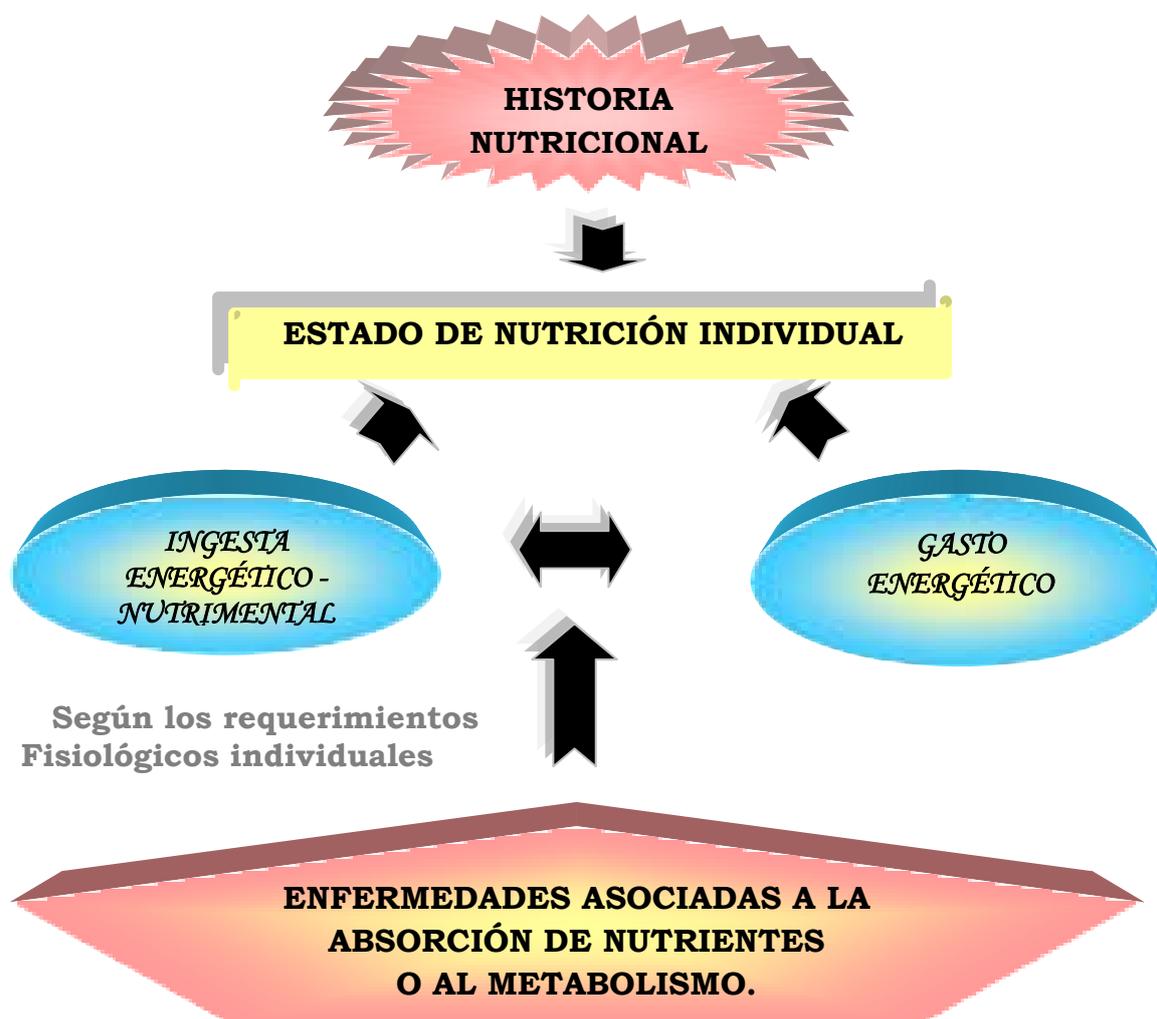
en la determinación del nivel de nutrición. Así, la cantidad de nutrientes y energía que requiere cada individuo, como ya hemos visto, está condicionada por distintos factores como son el ejercicio, la digestión, la temperatura ambiente y el metabolismo. (Cañete & Cifuentes, 2000; Vera, 2004).

Según González & Marcos (2008), el Estado Nutricional se define como la condición del organismo que resulta de la ingestión, absorción y utilización de los alimentos y de los factores de significación patológica.

Por su parte Placencia (2005) señala que el estado nutricional “... *es principalmente el resultado del balance entre la necesidad y el gasto de energía alimentaria y otros nutrientes esenciales. Es una condición interna del individuo que se refiere a la disponibilidad y utilización de la energía y los nutrientes a nivel celular*”.

Se considera que tal balance entre la ingesta energético nutricional y los requerimientos de energía y nutrientes de un individuo, se corresponde con la dosis de energía alimentaria ingerida que compensa el gasto energético, cuando el tamaño, composición del organismo y el grado de actividad física de este son compatibles con un estado duradero de buena salud, y que permita, además, el mantenimiento de la actividad física que sea económicamente necesaria y socialmente deseables (Gómez-Candela & De Cos, 2001; Placencia, 2005).

Según sea el estado nutricional, en cuanto a su normalidad se refiere, así será la duración y la calidad de vida del individuo y, mejorarlo en el ámbito comunitario, es equivalente a promocionar salud y prevenir enfermedades y si se trata de un individuo ya enfermo, contribuir a su más rápido restablecimiento y/o rehabilitación. (Monterrey & Porrata, 2001; González-Gross, Castillo, Moreno, Nova, González & Pérez, 2003).



**Fig. 8 Factores incidentes sobre el estado nutricional individual.** Tomado de Hermelo y García, 1993,)

En la actualidad se considera al estado nutricional como el más importante de los signos vitales, pues éste condiciona la frecuencia cardíaca, la presión arterial y de la temperatura corporal, entre otros signos; enfatizando en que un estado nutricional adecuado implica un potencial biológico capaz de “adaptarse” eficazmente a los agentes estresantes para la fisiología del individuo, sean estos provenientes del medio interno o del medio externo, consiguiendo una mayor su eficacia

en la defensa del organismo. (Gómez-Vital & Zulueta, 2001; González Pérez & Marcos, 2008).

En tal sentido es considerada la evaluación del Estado Nutricional como la determinación del estado de salud y bienestar de un individuo o población, determinado por la adecuación entre las demandas fisiológicas, bioquímicas y metabólicas, y la ingesta energético nutricional.

La valoración del Estado Nutricional tiene como finalidad:

- ☞ La detección temprana de pacientes con riesgo de desnutrición, obesidad o estados carenciales específicos, identificando problemas fisiológicos y necesidades o requerimientos energéticos - nutrimentales, así como clasificar los grados de desnutrición o un estado nutricional equilibrado. (Jiménez-Acosta, Porrata & Perez, 1998; MINSAP, 1998; Monterrey & Porrata, 2001; Hodgson, 2002b).
- ☞ Establecer programas nutricionales acordes con las necesidades individuales o poblacionales y reajustar regímenes dietéticos,
- ☞ Pronosticar posibles riesgos de salud que pueda presentar en relación con su estado nutricional y complicaciones médicas;

Por todo lo anteriormente señalado se puede plantear que su principal utilidad es proporcionar información para conocer tempranamente la magnitud y características del problema nutricional y orientar posibles acciones para corregir los problemas encontrados. (Santana, Barreto, Martínez, Espinosa & Morales, 2003).

Un adecuado suministro de alimentos no siempre implica un adecuado estado nutricional. Existen diversos factores internos individuales que influyen sobre él; así la cantidad de energía y nutrientes que requiere cada individuo se ve afectada por su nivel de

actividad física, la digestión y absorción de nutrientes, la temperatura ambiente y el metabolismo.

Por su parte, el estado nutricional de un sector poblacional está dado por el estado nutricional de cada uno de los integrantes de la misma, sobre el cual influyen los siguientes factores:

- ☞ Historia nutricional del grupo poblacional. Hábitos alimentarios.
- ☞ Estado de nutrición individual.
- ☞ Ingesta energético nutrimental.
- ☞ Gasto energético.
- ☞ Estilo de Vida.
- ☞ Requerimientos fisiológicos individuales.
- ☞ Enfermedades asociadas a la absorción de nutrientes o al metabolismo.
- ☞ Disponibilidad y accesibilidad a los alimentos.

Estos factores son inconstantes y difíciles de controlar, por lo que se precisa disponer de métodos adecuados para la valoración del estado nutricional. (MINSAP, 1998; Monterrey & Porrata, 2001; Jiménez-Acosta, 2005; Placencia, 2005).

#### **4.1.1. Métodos utilizados en la valoración del Estado Nutricional.**

*“En la evaluación del Estado Nutricional del individuo debe seguirse, estrictamente un procedimiento normalizado de operaciones, que incluye una historia alimentaria, una evaluación física*

*antropométrica y una evaluación de indicadores fisicoquímicos, para estos últimos se hace imprescindible la obtención de material biológico del individuo (sangre, tejidos, líquidos corporales) y es utilizada únicamente en el área clínica.” (Rodríguez-Marcos, 2008).*

### Antropometría Nutricional

La antropometría es una de las técnicas más usada en la evaluación nutricional ya que proporciona información acerca de la suficiencia del aporte de macronutrientes (Hermelo & García, 1993); no obstante, representan sólo una instantánea y puede inducir a errores en el diagnóstico si no se combina con informaciones complementarias relacionadas con la ejecución de actividades físicas, el gasto energético, la ingesta alimentaria e incluso la prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles y el consumo de medicamentos. Por ello requiere ser efectuada por personal calificado, usando instrumentos adecuados y comparando los resultados con estándares de referencia. (Hermelo & García, 1993; Monterrey & Porrata, 2001; Rodríguez-Marcos, 2008)

Según Cañete & Cifuentes (2000) la evaluación antropométrica evalúa el estado de nutrición mediante la obtención de determinadas medidas corporales cuya repetición en el tiempo y confrontación con los patrones de referencia permitirá:

- 1) el control evolutivo del estado de nutrición y su respuesta objetiva al tratamiento;
- 2) la detección precoz de desviaciones de la normalidad;
- 3) clasificación del estado nutritivo por exceso o defecto, y
- 4) distinguir entre trastornos nutritivos agudos y crónicos.

Para Rodríguez-Marcos (2008) “Constituye uno de los métodos más importantes, baratos y fáciles de ejecutar que permite la obtención de una información bastante acabada y acorde con la realidad objetiva nutricional del sujeto, siempre y cuando sea bien ejecutado, siguiendo las normas internacionales establecidas, con instrumentos previamente estandarizados y por un personal debidamente entrenado”.

Una valoración antropométrica adecuada y su análisis con el gasto energético y la ingesta energética nutrimental de un individuo, proporcionan un acercamiento a su estado nutricional; lo cual es de vital importancia en los deportistas, que se encuentran sometidos a alta intensidad de ejercicio físico y puede atentar contra un adecuado estado de salud.

La valoración antropométrica comprende:

- ☞ Valoración del peso y la talla (medidas directas), teniendo en cuenta en ambos casos su adecuación para la edad, así como la correspondencia del peso para la talla.
- ☞ El conocimiento de estas variables permiten determinar el Índice de Masa Corporal (IMC) (medida indirecta o elaborada).
- ☞ Permite además la valoración de la composición corporal del individuo (medida indirecta o elaborada, obtenida a partir de la medición de los pliegues cutáneos).

El peso y la talla son los indicadores antropométricos más comúnmente usados en la evaluación del estado nutricional, sobre todo cuando se carece de medios técnicos para evaluaciones más sofisticadas. La combinación de ambos ofrece amplias posibilidades para el diagnóstico de mal nutrición y sus formas, así como la predisposición de la adiposidad de un individuo. (OMS, 1995; Gámez et al., 2002; González-Gross et al., 2003).

El índice de talla para la edad permite evaluar el crecimiento lineal del individuo, *“... su déficit indica o se asocia con deficiencias nutricionales por períodos largos o repetidos, o durante períodos críticos del crecimiento. La deficiencia de talla usualmente se interpreta como desnutrición crónica o retardo del crecimiento. Este índice no permite hacer un diagnóstico de desnutrición o sobrepeso en el momento de la medición; por tanto este indicador debe asociarse con el peso para talla. Su principal inconveniente es el error de medición de la talla; da falsos positivos en niños con talla baja de causa no nutricional”*. (Jiménez-Acosta, 2005).

Peso corporal y estado de salud se encuentran en estrecha relación. Conjuntamente con la actividad física y la edad, constituye el principal determinante en las necesidades nutricionales, especialmente en energía y proteínas, por lo que es necesario utilizar un peso corporal de referencia, dentro de un intervalo de peso deseable, para calcular las recomendaciones nutricionales con fines normativos. Sin embargo, como parámetro aislado no tiene validez y debe expresarse en función de la edad o de la talla. (Amzallag, 2000).

En sí, la determinación del peso corporal es la evaluación global del estado nutricional, ya que incluye todos los componentes, sin embargo no permite diferenciar cada uno de ellos.

Según Jiménez-Acosta (2005) *“...el índice de peso para talla es un índice del estado de nutrición actual, aunque en algunas comunidades es el resultado de una condición crónica. El bajo peso para la talla es un indicador de emaciación que se define como un déficit en masa hística y grasa, comparado con la cantidad esperada en un niño de la misma talla o longitud, y puede ser el resultado de una falta de ganancia de peso o de una pérdida de peso reciente. Puede ser precipitado por infecciones y generalmente ocurre en condiciones donde la ingestión familiar de alimentos es baja, es relativamente independiente de la edad”*.

De la combinación del peso y la talla, potenciando esta última, resultan los distintos índices de masa corporal. El más comúnmente utilizado es el índice de Quetelet y por ello adoptado como propio el genérico de Índice de Masa Corporal (IMC) con el que es más conocido. En el mismo la potencia para la talla es 2 ((m)<sup>2</sup>). Según Silva, Bruneau, Reyno & Bucarey (2003), entre otros, este índice reúne tres características esenciales que lo hacen muy confiable:

- ☞ Ser independiente de la talla.
- ☞ Correlacionarse altamente con el peso corporal.
- ☞ Correlacionarse altamente con la adiposidad.

El IMC es un reflejo de las reservas corporales de energía, por lo que se utiliza para clasificar a los individuos, en correspondencia con su estado nutricional, en un intervalo que va desde la deficiencia energética crónica a la obesidad, y permite valorar el grado de corpulencia de forma general, aunque no diferencia si dicha corpulencia está dada por la masa grasa o por masa muscular. (Jiménez-Acosta, 2005).

Sin embargo Mataix (2002) señalan que *“...aunque se admite que el IMC mantiene una buena correlación con la cantidad de grasa total del organismo en adultos de países desarrollados, con valores estandarizados y definidos para toda la población adulta, con coeficientes de correlación que varían entre 0,7 y 0,9 según los estudios, esta relación no es tan buena en niños, jóvenes, adolescentes ni en ancianos...”*.

En esta misma línea, Silva et al., (2003) argumentan que *“... el índice de masa corporal (IMC) es un indicador que para diagnosticar desnutrición y obesidad, presenta algunas limitaciones derivadas de las propiedades del mismo índice y de las características de la población adolescente latinoamericana... Por un lado, el IMC depende de la*

*estatura, lo que significa que los individuos más altos tendrán valores más elevados del índice sin que implique necesariamente mayor porcentaje de grasa corporal”.*

*Por su parte Jiménez-Acosta (2005) considera que “... la relación entre el peso y la talla cambia mucho con la edad (y probablemente con el estado de maduración) durante la adolescencia; por consiguiente, con una determinada talla, el peso correspondiente a un percentil particular no es el mismo para todas las edades,... Por esas razones, los pesos relativos calculados en las categorías de la talla durante la adolescencia son apropiados únicamente cuando se usan en categorías restringidas de edad. A causa de estas limitaciones es que se recomendó el uso del IMC para la edad como el mejor indicador para el empleo en la adolescencia: incorporar la información requerida sobre la edad, ha sido validado como indicador de la grasa corporal total en los percentiles superiores y proporciona continuidad con los indicadores de los adultos”.*

No obstante, si bien se considera que no se deben aplicar los valores de IMC establecidos para la población adulta a la población adolescente, ni establecer valores estandarizados para toda la población infantil o adolescente; sí se tiene en cuenta la edad en rangos bien restringidos, el IMC puede ser un indicador del grado de corpulencia que presente un individuo en edad de crecimiento y desarrollo, con las mismas limitaciones que presenta para la población adulta, al no diferenciar entre los componentes de la composición corporal, lo que se expresa más marcadamente en los individuos practicantes de actividad física sistemática.

Al respecto Boileau & Horswill (2000) señalan que “...el desarrollo de valores de referencia del IMC con grandes bases de datos permite la clasificación de los individuos en categorías de bajo peso, peso normal, sobrepeso y obesidad. El uso de este indicador ha sido criticado debido a que el peso no siempre está dado por la grasa sino también por la masa libre de grasa MLG, dando así en muchas ocasiones una clasificación de

*sobrepeso sin tener presente la estimación del porcentaje de grasa como en el caso de los levantadores de pesas, los lanzadores y jugadores de baloncesto, entre otros, debido a que estos deportistas manejan altos pesos a expensas de la MLG. El IMC contribuye de manera pequeña a la evaluación de los deportistas, por ello no es recomendado como único indicador”.*

Así pues, se debe considerar que el empleo del mismo debe realizarse combinado con métodos para la estimación de la composición corporal, pues estos *“...valoran los depósitos de energía en forma de grasa subcutánea y de proteínas en los músculos, mientras que con los IMC sólo se mide la masa corporal total sin hacer distinción en su composición”.* (Ortiz-Hernández, 2002).

De hecho, la composición corporal es una expresión dinámica de las características masales del cuerpo humano. Con base en diferentes métodos, fundamentalmente antropométricos, se logra separar el cuerpo en componentes básicos, es decir la masa magra y la masa grasa (Oria, Lafita, Petrina & Arguelles, 2001; Martín-Peña, 2001).

Se debe señalar que la composición corporal tiene un fuerte determinante genético y nutricional.

La composición corporal está asociada con la morbilidad y mortalidad en el ser humano, así los estudios más recientes se han centrado en la importancia de la determinación de la grasa y la masa muscular sobre el índice de masa corporal (IMC), especialmente en el riesgo de mortalidad relacionada con la malnutrición y su evolución o grado de desarrollo de un individuo (OMS, 1995; Cobas, 2002).

De forma más general la composición corporal se encuentra constituida por la masa grasa y la masa magra (nivel histórico).

La masa grasa (MG), se localiza fundamentalmente en el tejido subcutáneo, grasa interna asociada a órganos (retroperitoneal, intra-

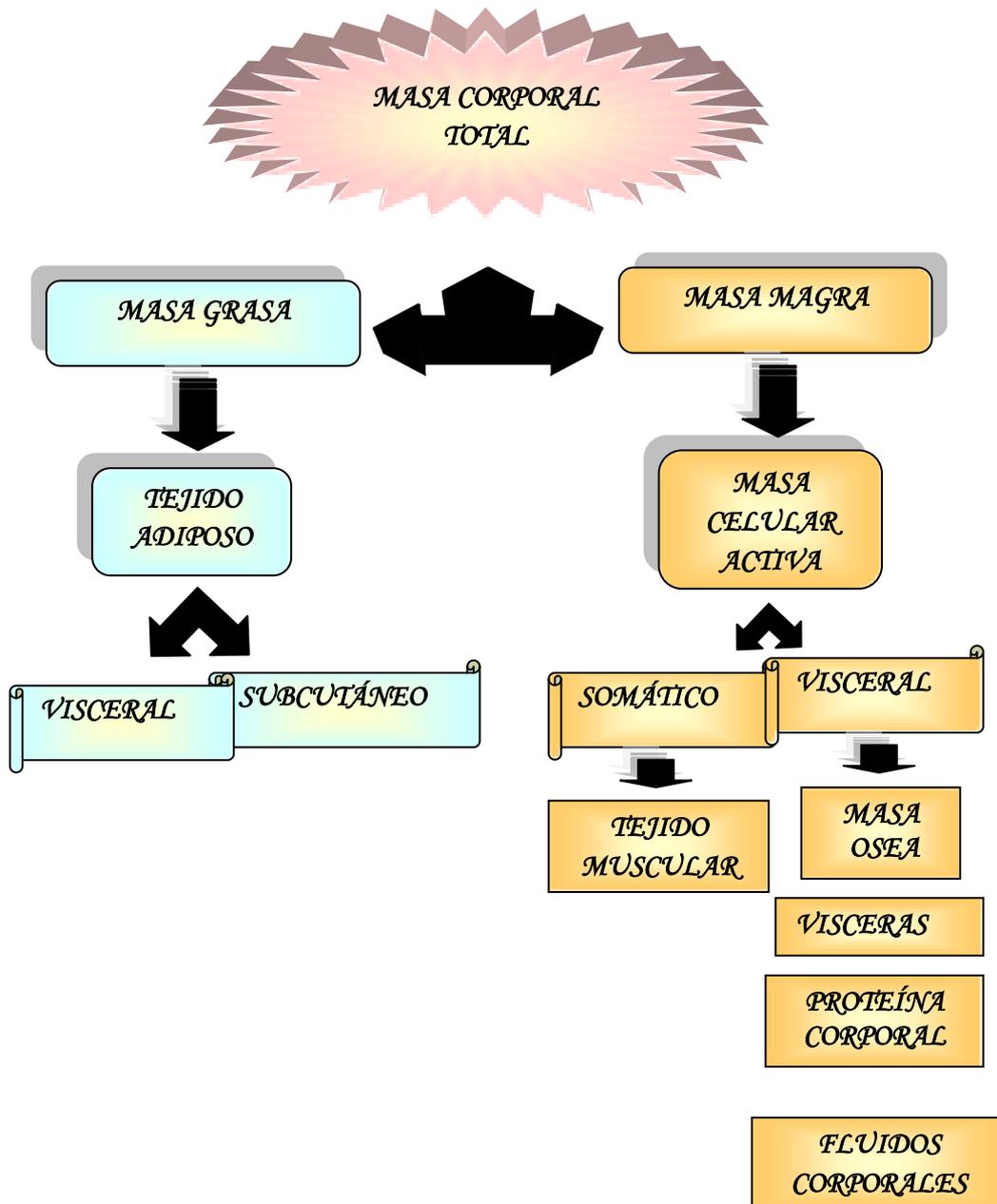
abdominal e intramuscular), pero también en lípidos de membrana y circulantes; representando entre el 10 y el 30% del peso total del individuo dependiendo del sexo (Santana et al., 2003)

Su proporción en el cuerpo define la condición de obesidad. Debido a su localización la grasa corporal se determina por la medición de los pliegues cutáneos. Los más empleados son el bicipital, tricípital, subescapular y suprailíaco. Este tejido (grasa subcutánea) posee una densidad casi constante, de alrededor  $0,9 * 10^3 \text{ Kg/m}^3$ . (Guyton, 2001; Rodríguez-Rodríguez, 2005).

Los otros componentes de la grasa corporal, es decir, la asociada a los órganos internos, no dejan de ser importantes (a modo de ejemplos, la disminución de la grasa retroperitoneal por debajo de un valor crítico se asocia con ptosis renal y sepsis urinaria recurrente; o el envejecimiento se asocia con un aumento de la grasa intramuscular), sin embargo, la dificultad para acceder a ella, hace que no se recurra a ella en los métodos de valoración ms usuales.

La masa magra o masa libre de grasa (MLG) es considerada un compartimento metabólicamente activo y está integrada por todos los componentes corporales excepto por la grasa; es decir, vísceras, sólidos extracelulares (óseos y no óseos) y fluidos corporales. Está formada en un 60 ó 70% por agua y un 35-40% de estructura musculo esquelética: 19% proteínas, 7% de minerales y 1% glúcidos” (Rodríguez Rodríguez, 2005).

La densidad de la masa libre de grasa es aproximadamente de  $1,1 * 10^3 \text{ Kg/m}^3$ . (Guyton, 2001; Rodríguez-Rodríguez, 2005).



**Fig. 9 Componentes de la composición corporal.** (Elaboración propia)

La masa grasa representa el reservorio energético del organismo y se encuentra acompañando a los tejidos magros y su actividad metabólica. Tiene importantes funciones, no solo como fuente de energía, sino también como aislador térmico, amortiguador de golpes y de sostén. (Suarez, 2001)

Mientras que la grasa corporal se modifica al cambiar el balance energético del individuo, la masa muscular activa lo realiza con el balance proteico-energético. A su vez, el tejido de sostén varía relativamente en función de los cambios de los otros dos componentes. (Guyton, 2001; Rodríguez-Rodríguez, 2005).

Según Ortiz (2001) existen distintas formas de aproximarse a la composición corporal a partir de mediciones antropométricas; en los adolescentes se puede identificar los siguientes procedimientos:

- ☞ Medir el grosor de pliegues subcutáneos y contrastarlo con valores de referencia.
- ☞ Estimar circunferencias y áreas de músculo y grasa en extremidades y contrastarlas con valores de referencia.
- ☞ Calcular el porcentaje de grasa corporal y/o la masa libre de grasa a partir de pliegues subcutáneos, circunferencias y anchuras corporales.

Por otra parte, considerando las propiedades físicas y químicas (especialmente la densidad y el contenido de sodio y potasio) de la MG y la MLG, es posible estimar la composición corporal a través de otros procedimientos, distintos a los antropométricos, basándose en la medición de la densidad corporal, el potasio corporal total y el contenido total de agua corporal.

La composición corporal de un individuo, puede ser determinante en la realización de una actividad física determinada y son valores a controlar en el caso específico de los adolescentes.

Boileau & Horswill (2000) señalan que *“...la grasa corporal tiene influencias negativas en la actuación deportiva tanto a nivel metabólico como mecánico, en las actividades donde se requiere el desplazamiento del peso corporal. Mecánicamente, el exceso de grasa corporal deteriora la actuación deportiva cuando la aceleración del cuerpo es requerida*

*vertical o horizontalmente, porque es adicionado el peso de una masa que no está produciendo fuerza... la aceleración es proporcional a la fuerza pero inversamente proporcional a la masa, el exceso de grasa corporal a un nivel dado de aplicación de la fuerza impide un cambio en la velocidad, un importante componente en muchos deportes. Por otro lado un cierto nivel de adiposidad puede ser útil en deportes de contacto. Metabólicamente el exceso de grasa incrementa el costo metabólico de muchos trabajos en actividades que requieren movimiento de toda la masa corporal”.*

Los autores anteriormente mencionados señalan “... la MLG se relaciona con tener efectos positivos en el rendimiento deportivo. Una gran cantidad de MLG es requerida frecuentemente en ciertas actividades en las que la fuerza es aplicada contra un objeto externo, debido a que el músculo esquelético comprende entre el 40 y 50% de la MLG y es quién genera fuerza. De otro lado, un exceso de MLG puede deteriorar el rendimiento en actividades deportivas como carreras de fondo, saltos y deportes de agilidad.”.

#### Anamnesis Nutricional.

La encuesta alimentaria es el principal instrumento utilizado para conocer el consumo alimentario de un colectivo o grupo de población, y consiste en estimar cuál es la cantidad ingerida por los sujetos de todos y cada uno de los nutrientes, durante un tiempo determinado”. (González- Gross et al., 2003).

Se considera fundamental para identificar el origen de posibles trastornos nutricionales, pues nos brinda datos cuantitativos y cualitativos de todos los alimentos ingeridos en la ración diaria de las principales comidas del día y otras esporádicas: cuantía, tipo y textura del alimento, completándolo con la frecuencia diaria o semanal de los

principales grupos alimenticios, preferencias o rechazados. (Rossi et al., 2008).

Es de destacar que una encuesta detallada, cuestionario de frecuencia, registro de ingesta con pesada de alimentos, son métodos indirectos para la determinación del estado nutricional que requiere de tiempo y necesita informatización; pero, a cambio, la misma permite valorar:

- ☞ Historia Alimentaria: No permite un diagnóstico nutricional, pero si sugieren riesgos de malnutrición.
- ☞ Tendencia alimentaria mediante una encuesta y que permita determinar la ingesta energético nutrimental.
- ☞ Incluir preguntas sobre hábitos y tolerancias para planificar estrategias de recuperación.

El recordatorio de 24 horas es uno de los métodos más usados en la valoración del estado nutricional de sectores poblacionales o grupos de individuos. Brinda información sobre la ingesta alimentaria en un período de 24 horas, permitiendo caracterizar la RDA promedio de un grupo o sector poblacional, determinando la incorporación de macro y micronutrientes, así como la biodisponibilidad de energía alimentaria. (Cañete & Cifuentes, 2000).

La utilización del recordatorio de 24 horas tiene como ventajas que es de bajo costo, fácil y rápida de realizar, efectiva por la inmediatez con que se aplica, y como desventajas el ser poco satisfactorio al aplicarse a ancianos y niños y que no es factible para caracterizar la dieta habitual individual”. (Jiménez Acosta, 2005).

Según Mataix (2002): “...el recordatorio de 24 horas estima la ingesta media de grupos numerosos a lo largo del tiempo, proporcionando

*resultados comparables a los obtenidos por otras técnicas más complicadas. Puede ser particularmente útil para evaluar la efectividad de programas de intervención, que involucran la comparación entre el grupo control y el grupo con intervención, ya que su administración altera mínimamente el comportamiento dietético de los sujetos bajo observación. En el caso de la estimación de la ingesta individual, la precisión puede mejorarse mediante la aplicación de múltiples recordatorios”.*

Los registros de la dieta es un método muy parecido al anterior; en él los sujetos estudiados confeccionan un registro de todo lo ingerido durante el periodo de estudio, incluyendo, además, el peso de lo ingerido. El registro debe cubrir un número adecuado de días de la semana durante un período, para tener en cuenta las variaciones semanales o estacionales. (Gómez-Candela & De Cos, 2001)

Los resultados de la encuesta nutricional o del balance de ingesta deben compararse con los requerimientos estimados para el individuo. Es importante consignar antecedentes socioeconómicos y culturales, por su relación con la disponibilidad de alimentos o con patrones dietéticos específicos (Cobas, 2002).

#### Cálculo del Gasto Energético.

El consumo diario de energía varía en los organismos en dependencia a su edad, peso, sexo, proporciones del cuerpo y actividad que realiza, aunque también influye el clima; así, en un sujeto en reposo de al menos 12 horas, la energía es utilizada para mantener los latidos del corazón, sus procesos ventilatorios, la conservación de su temperatura corporal, para la conducción de impulsos nerviosos y el transporte de sustancias celulares y transcelulares, además de mantener la constancia de su medio interno (INHA, 2004; Hernández-Triana et al., 2005; Placencia, 2005).

Existen varios métodos para la determinación del gasto energético de un individuo asociados, unos a la calorimetría directa, que es muy poco usado debido a los costos que implica, y otros a la calorimetría indirecta, menos exacta pero más factible de aplicar.

Estos estudios implican la determinación del GET (gasto energético diario), para cual se deben conocer los componentes del mismo y determinar su valor: Gasto Energético Basal (GEB), Efecto Térmico de los Alimentos (ETA), Actividad Física y la Termorregulación. (Quiles, 1999).

### Valoración Bioquímica.

Los indicadores bioquímicos son muy exactos en la evaluación del estado nutricional, pero no siempre se dispone de los recursos económicos o laboratorios adecuados para desarrollar un análisis de los mismos.

En el deportista la evaluación del estado nutricional permite valorar los riesgos nutricionales y prevenir estados carenciales energéticos y/o nutrimentales, así como el ajuste de planes de entrenamientos acordes a sus posibilidades fisiológicas y bioquímicas reales, dadas según el análisis de la relación ingesta nutrimental - gasto calórico.

Es por ello que la valoración del estado nutricional de un grupo poblacional debe realizarse mediante la medición de la ingesta de alimentos y el gasto energético, así como la evaluación de parámetros antropométricos, bioquímicos y clínicos; estos últimos, sobre todo, en casos de enfermedades y trastornos metabólicos. Dicho estado es un indicador del estado de salud, siendo muy importante en la localización de grupos de vulnerabilidad por deficiencias y excesos dietéticos,

determinantes de factores de riesgo en muchas de las enfermedades más comunes de la actualidad. (Hermelo & García, 1993; González-Gross et al., 2003)

Sin embargo, la selección de los métodos a emplear depende de las condiciones materiales reales y de las particularidades de la investigación.

#### **4.2. ADAPTACIÓN METABÓLICA.**

Una disminución sostenida de la ingestión de alimentos (subalimentación) genera en el ser humano una serie de modificaciones encaminadas a alcanzar un nuevo estado estable de intercambio con su medio ambiente, para, de este modo, lograr el sostenimiento de sus funciones vitales sin que conlleve afectar gravemente su salud; de hecho, constituye una peculiaridad de todos los organismos vivientes adaptarse a las condiciones de existencia de un momento dado o a aquellas que se generan en un largo proceso de cambio filogenético, que evidentemente impone ventajas y desventajas.

Ya en el informe sobre Necesidades de Energía y Proteínas de la FAO de 1985, se hace referencia a tal situación enmarcándola dentro del concepto de “*adaptación*”, que define como un proceso por el que se alcanza un estado estable, nuevo o diferente en respuesta a un cambio o diferencia en la ingestión de alimentos y nutrientes.

A su vez, en la Quinta Encuesta Alimentaria Mundial se recoge que el proceso de adaptación a una baja ingestión de energía comprende tres fases:

- ♣ “Adaptación del comportamiento. Disminuye la actividad física como respuesta involuntaria a la restricción alimentaria.

✎ Adaptación biológica. Disminuye el peso corporal en los adultos y en los niños, y en estos últimos disminuye incluso la talla.

✎ Adaptación metabólica. Aumenta la eficiencia en la utilización energética de los alimentos”.

Ahora bien, no existe un consenso general con respecto al hecho de considerar esas modificaciones como el resultado de una adaptación sin costo o como secuelas de una malnutrición silente; el problema radica esencialmente en cuánto es posible reducir la ingestión energética sin que se produzcan desventajas para el organismo (Porrata & Hernández, 1995)

De hecho si la ingestión energética-nutricional se reduce considerablemente, además del peso corporal, disminuye la tasa metabólica basal (TMB), la cual baja a lo largo de 3 semanas hasta el 15% por unidad de peso corporal, sobreviniendo una reducción adicional por la pérdida progresiva de masa hística activa (masa magra). (Tipton & Wolfe, 2001).

Sin embargo, no es seguro si la adaptación metabólica puede tener lugar sin reducción del tamaño corporal, ni si en condiciones de ligera restricción de energía alimentaria hay una disminución de la TMB que se pueda mantener después, de manera que el organismo recupere el balance de energético. (Porrata & Hernández, 1995)

No obstante, dentro de los límites que permite la adaptación metabólica, hay una respuesta homeostática que intenta compensar la restricción energética con la disminución de uno o todos los componentes del gasto energético; lo que solo se pone de manifiesto a largo plazo, e implicaría una disminución en la TMB durante el período de crecimiento del organismo joven y una mayor eficiencia en el desempeño de las actividades que demandan energía.

Al respecto, Cuba es un caso a considerar, teniendo en cuenta que desde 1962 en que se dicta la Ley de Embargo por el gobierno de Estados Unidos, y *“...durante más de cuarenta años, y desde el mismo comienzo de la política genocida de bloqueo, el Sistema Nacional de Salud y Educación y la realización del derecho a la alimentación del pueblo cubano, han sido objetivos priorizados de las agresiones norteamericanas...”*. (MINREX, 2003) [tales medidas]... *“afectan las importaciones de productos alimenticios con destino a la población cubana, tanto para el consumo directo de las familias, como para el consumo social en escuelas, hogares de ancianos, hospitales, círculos infantiles, e inciden directamente en el nivel nutricional de la población, y en consecuencia, en su salud”*. (MINREX, 2003).

Esta situación se fue agravado con la desaparición del Bloque Socialista Europeo; en particular *“la desaparición de la Unión Soviética y el resto de los países socialistas europeos, con los cuales manteníamos un intercambio económico justo, privó dramáticamente a Cuba de los mercados seguros de más del 80% de nuestras importaciones con esos países, de ellos, el 63% de los alimentos que consumía la población, el 75% de los requerimientos para el proceso inversionista, el 98% de las fuentes de petróleo, el 86% de las materias primas y el 80% de maquinarias y equipos, que aseguraron junto al esfuerzo de todo un pueblo, los crecimientos en lo social y económico durante casi 30 años aún teniendo un bloqueo por parte del gobierno de los Estados Unidos...”*, (MINSAP, 1998) decretándose el llamado *Período Especial en Tiempo de Paz* cuyos momentos críticos se enmarcan en el primer lustro de la década del 90.

No obstante, y a pesar de las afecciones a las que antes se hizo referencia, en el Informe del Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos *Evolución de algunos indicadores alimentario-nutricionales en Cuba a partir de 1993* se señala *“...al comparar evolutivamente las cifras de 1993 y 1997 se puede observar una recuperación lenta, pero progresiva del consumo aparente per cápita de energía, el cual pasó de*

una cifra de 1863 kcal (76,6 % de satisfacción de las necesidades) a 2176 kcal (90,6 % de satisfacción) respectivamente. La satisfacción del consumo aparente de vitamina B1 pasó de 75,8% a 95,8%. Las proteínas y el ácido fólico ya no se situaron por debajo del 70% de satisfacción que es el punto crítico, pero aún están por debajo de este nivel el consumo aparente de riboflavina, vitamina A y grasas. Si tomamos en consideración que aproximadamente el 30 % de la población ingiere suplementos vitamínicos de forma regular ello mejoraría en estos grupos los niveles de ingestión de vitaminas” (Jiménez-Acosta et al., 1998).

En el propio informe al desglosar por grupos de edades el consumo aparente de alimentos y calcular su nivel de satisfacción en 1993 y 1997, según las necesidades de cada grupo de edad identificado se recoge que “...en el grupo de 7 a 13 años se alcanzó un nivel de satisfacción del 90% de sus necesidades energéticas en 1993 pero se ha incrementado progresivamente hasta lograr el 105% de satisfacción en 1997. No obstante, los niveles de satisfacción del calcio y las vitaminas A, B2 y B6 son bajos...el grupo de 14 a 65 años tuvo un nivel de satisfacción energética de 70% en 1993 y de 82% en 1997. Las vitaminas del complejo B, grasas y calcio mostraron adecuaciones bajas”.

Los detalles expuestos expresan insuficiencias alimentarias de un período comprendido entre 1993 y 1997, correspondientes a la infancia de la actual población de estudio, por lo que, tomándolos como referentes, no se puede afirmar que en la actualidad presenten una mejor situación nutricional; en especial porque las condiciones bases relacionadas al Bloqueo Norteamericano (Ley de Embargo de 1962) no han variado, de igual manera que no existen condiciones objetivas que denoten el cese definitivo del llamado período especial decretado, aunque el país se ha ido recuperando progresivamente y de manera ostensible en comparación con el período indicado.

Por ello se considera que la relación entre la ingestión energética y el rendimiento en las actividades físicas deportivas merece especial

atención cuando se evalúan las necesidades de energía alimentaria, ya que es de relevante importancia satisfacer el costo energético de actividades socialmente deseables en el hogar y en la comunidad, para revelar la existencia de manifestaciones de adopción de un acondicionamiento involuntario del comportamiento, para compensar las imposiciones de una restricción alimentaria.

En particular es de destacar el costo social deseable de una actividad física considerada como principal —de acuerdo con los objetivos que se propone un practicante activo de deportes— más en un atleta adolescente que persigue tanto la obtención de una maestría deportiva como el reconocimiento que se logra de los resultados competitivos. De acuerdo con esto, se puede sostener una reducción en el aporte que se recibe de energía nutrimental, hasta un límite aceptable orgánicamente, incurriendo en gastos energéticos superiores, si existen los incentivos sociales o las oportunidades para hacer uso pleno y eficiente de las propias capacidades físicas, logrando resultados en grado ascendente, si la sociedad o grupo social a que se pertenece establece exigencias mayores a las alcanzadas para un momento dado. (Insua & Fuks, 2002; Delgado, 2006; Zanker 2006).





# **Segunda Parte**

## **Proceso de Investigación**





## **Capítulo V**

# **Materiales y Métodos**



El presente capítulo comprende una explicación exhaustiva de la organización de la investigación, partiendo de la descripción de la muestra y las vías utilizadas para su conformación. Enfatiza en las técnicas e instrumentos utilizados para la recogida de datos y su procesamiento, considerando los puntos de cortes de acuerdo a las normas antropométricas de estudios nutricionales establecidos para la población cubana o de carácter internacional, priorizándose las primeras porque reflejan en forma más apropiada la interacción de los factores genéticos y ambientales y, por ende, el criterio de referencia que permite una evaluación más acertada.

Además, se realiza la caracterización de las bases de datos creadas y del procesamiento estadístico utilizado. Finalmente se exponen y analizan los resultados obtenidos

### **5.1. POBLACIÓN Y MUESTRA.**

La presente investigación se desarrolló en la provincia de Ciego de Ávila, Cuba; específicamente en la Escuela de Iniciación Deportiva Escolar “Marina Samuel Noble” (EIDE provincial) localizada en el municipio cabecera, acogiendo como población de estudio al total de los atletas masculinos organizados en los equipos de deportes de juegos con pelota —tipo cooperación/oposición (Hernández-Moreno, 1994) — exceptuándose el béisbol, en la categoría 14 – 16 años, que allí se acogen al alto rendimiento.

El total de la muestra seleccionada fue de 82 jugadores, distribuidos por deportes como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 2. Tipos de Deportes y composición de la población de estudio.**

<b>DEPORTES</b>	<b>TOTAL DE ATLETAS</b>
<b>Fútbol</b>	<b>18</b>
<b>Hockey</b>	<b>12</b>
<b>Baloncesto</b>	<b>12</b>
<b>Voleibol de Sala</b>	<b>16</b>
<b>Voleibol de Playa</b>	<b>10</b>
<b>Balonmano</b>	<b>14</b>
<b>Total</b>	<b>82</b>

Los criterios de inclusión/exclusión fueron:

- ☞ Practicantes de juegos con pelota (cooperación/oposición), integrados a equipos deportivos.
- ☞ Sexo masculino.
- ☞ Edades comprendidas entre 14 y 16 años.
- ☞ Consentimiento para participar en el estudio.

### **5.1.1. Justificación de la selección de la población de estudio.**

En Cuba el sistema de selección y preparación de deportistas parte de un esquema de masividad con base en la Educación Física — normada como asignatura en todos los niveles del Sistema Nacional de Educación— que se inicia en la llamada enseñanza primaria, constituyendo esta la cantera para la incorporación de los más hábiles o voluntariosos en las áreas especializadas de deportes o las academias deportivas.

Ya incorporado a las áreas especializadas o las academias deportivas, el alumno puede optar por continuar su práctica en las mismas o aceptar su incorporación, en régimen de beca, en la Escuelas de Iniciación Deportiva (EIDE), en las que, además de prepararse en el deporte elegido, recibe una preparación instructivo-cultural que eleva su nivel de escolaridad, capacitándolo para pasar a la Escuela Superior de Perfeccionamiento Atlético (ESPA). Este tránsito por niveles de maestría deportiva y superación educacional, le permiten ingresar en estudios universitarios sin dejar a un lado la práctica de deporte o, simplemente, volver al sistema educacional formal —en igualdad de condiciones con otros estudiantes no deportistas— si sus capacidades físicas o de rendimiento dictan que dejen el deporte activo.

Tanto las EIDEs como las ESPA forman parte del llamado alto rendimiento cubano, pero las primeras reciben a estudiantes en tránsito por las enseñanzas primaria y secundaria, estableciendo un régimen de beca (internado) en el que la institución asume, además de la superación académica y cultural, la responsabilidad del cuidado de la salud, la preparación físico-deportiva, la alimentación y la satisfacción de las necesidades materiales inmediatas. Es precisamente por esta característica, por la que se toma como centro de investigación.

En cuanto al tipo de actividad deportiva seleccionada para el estudio fue, como ya se ha comentado antes, el incluido en el ámbito de lo el Instituto Nacional de Deporte y Recreación cubano (INDER)

clasifica como “deportes con pelota”. Esta categorización se correspondería con la de “deportes colectivos de cooperación/oposición” realizada por autores como Parlebas (1988) o Hernández-Moreno (1994).

Aunque quizá la clasificación establecida por estos últimos autores sea más habitualmente utilizada en otros contextos como el europeo, en nuestro caso se optó por la clasificación del INDER tanto por motivos operativos (el estudio se hace en Cuba) como técnicos, ya que, si bien el sistema clasificatorio creado por Hernández Moreno, en particular para los deportes de equipo, perfila un criterio de exclusión refinado que especifica el uso del área de juego y la posibilidad o no de la simultaneidad de acción de los jugadores, el adoptado por el alto rendimiento cubano es de carácter operacional basado en el uso de un implemento móvil: la pelota o balón, y guardan en común el que no consideran la manifestación fisiológicas de los jugadores en su ejecución, por lo que no existe contradicción entre ambos en el ámbito biológico, visto desde el acondicionamiento físico de los deportistas.

De acuerdo al criterio antes vertido en la presente tesis se acoge la concepción de *juegos con pelota*, teniendo en cuenta las siguientes razones:

1. Es más general, evita recurrir a sub-clasificaciones; por ejemplo: voleibol, deportes cuya acción se desarrolla en un espacio separado con participación sobre implemento móvil de forma alternativa; y fútbol, deportes en espacio común y acción simultánea sobre el implemento móvil.
2. Se valora la capacidad de adaptación de los deportistas, considerando el vínculo de influencias condicionantes del rendimiento deportivo y no el modo de clasificar los deportes colectivos.
3. Se encuentra generalizado para el alto rendimiento cubano.

En deportes colectivos, deportes de juego con pelota o de cooperación/oposición, es común el constante movimiento de los deportista, transitando por estados variables de velocidad, intensidad, aumento de la precisión o la oposición al adversario, en respuesta a las variadas acciones del juego; todo ello en tiempos limitados, con carácter súbito, destacándose entre las principales acciones motoras los rápidos desplazamientos, saltos y lanzamientos, siendo el contacto con el balón o pelota generalmente breve e incluso instantáneo.

Las acciones tácticas son extremadamente dinámicas y los participantes se ven obligados a adaptar su conducta a diferentes factores desestabilizadores, tales como: compañeros, oponentes, implemento móvil (balón o pelota), incluso al público espectador, obligando al jugador a percibirlos y a tomar decisiones operativas racionales que se sustentan sobre capacidades de diferentes naturalezas (físicas, psicológicas, etc.), planteando altas exigencias al razonamiento y la manifestación de variadas e intensas reacciones emocionales.

Guardan entre sí similitudes, de acuerdo a las exigencias para lograr un rendimiento físico deportivo por sus jugadores, siendo especialmente coincidente la sucesión alternada y variable de esfuerzos anaeróbicos y aeróbicos, por lo que el rendimiento se asocia a la resistencia especial; es decir, *“...la capacidad de repetir esfuerzos breves de elevada intensidad y precisión, con intervalos de pausa de diversa duración”*. (Bompa, 2002).

Por el tiempo de juego o competencia, el metabolismo aeróbico tiene un papel preponderante; sin embargo, es innegable que dado el ritmo e intensidad con que se juega, gran parte de las acciones se encuentran cercanas al umbral anaeróbico o en la zona de transición aerobia-anaerobia (Ekblom & Astrand, 2000), con la participación de los mecanismos energéticos alácticos en momentos puntuales como los saltos, carreras cortas de gran intensidad, entre otras acciones; lo que

sugiere una aportación energética mixta (aerobia–anaerobia) (Ossorio, 2003).

Todo ello hace que la orientación metabólica y funcional del jugador que entrena este tipo de deporte y, en general, del desarrollo de su estilo de vida se centra en:

- ☞ Incremento de la potencia y de la capacidad del metabolismo aláctico.
- ☞ Preservación y/o incremento de las reservas de glucógeno muscular bajo tasas controladas de lactato.
- ☞ Aumento de la potencia láctica, para sostener la mayor potencia aportada por la vía aláctica.
- ☞ Favorecer el desarrollo de la capacidad de remoción de lactato muscular, a través de la vía endomuscular y hacia la circulación, evitando elevar la acidez del músculo, y con ello facilitar la potencia y la coordinación neuromuscular.
- ☞ Y, lo que para nuestro estudio es más interesante, potenciar el desarrollo de reservas nutritivas y energéticas a través de un suministro adecuado de micronutrientes y sustratos energéticos.

## **5.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.**

La investigación, encuadrada en el paradigma cuantitativo (Carmenate, 2004; Estévez, Arroyo & González, 2009), comprende un estudio descriptivo de corte transversal, ya que se pretende valorar y analizar dos aspectos básicos de los sujetos, estado nutricional y rendimiento físico deportivo, en un momento concreto, la etapa de preparación física general. En un segundo momento, el estudio analiza la correlación entre ambos estados a fin de intentar conocer en qué

medida interactúan en este grupo de población concreta y, si es posible, determinar el grado en el que el primero de ellos puede estar influyendo en el segundo.

El desarrollo de la investigación se ha organizado en tres fases:

#### Fase 1

-  Revisión y selección bibliográfica que permitió la conformación de la fuente teórica que sustenta la investigación.
-  Definición del problema, los objetivos y las variables de la investigación.
-  Selección de la población de estudio y de las técnicas y procedimientos para la toma de los datos.

#### Fase 2

-  Realización de las mediciones antropométricas.
-  Aplicación de los instrumentos para la determinación de estado nutricional, validados internacionalmente por la FAO, UNU y la OMS y aprobados para Cuba por el INHA y el Instituto de Medicina Deportiva de nuestro país.
-  Aplicación de los test fisiológicos.
-  Confeción de las bases de datos.

#### Fase 3

-  Análisis estadístico de cada una de las variables.
-  Correlación de variables.
-  Discusión de los resultados.
-  Elaboración del informe final.

### **5.2.1. Variables y control en la recogida de datos:**

Tal y como se recoge en la tabla 3, para la evaluación del estado nutricional se analizaron variables de carácter antropométrica: talla, peso, IMC, % de Grasa y Masa Muscular Activa; ingesta energética nutrimental y gasto energético.

Para la valoración del rendimiento deportivo se controlaron los parámetros fisiológicos de resistencia aeróbica y la potencia anaeróbica láctica.

La calidad de los datos se garantiza a partir de las siguientes vías:

1. Realización de un entrenamiento exhaustivo del personal que colabora con la recogida de datos.

Fueron seminariados todos los participantes en el trabajo de terreno, definiendo por principio las mediciones en dúos o tríos y con la participación de un especialista del Instituto de Medicina Deportiva de la provincia Ciego de Ávila, especialmente en la determinación de las variables antropométricas, con vistas a minimizar los errores intra e interobservadores, hasta lograr una variación mínima. Los errores intra e interobservadores se hallaron a partir de las diferencias entre una medición y su re-medición efectuada por el compañero de equipo.

Finalmente se compararon los resultados con los valores propuestos por Lohman, Roche & Martorell (1988), pasando a la aplicación de un análisis de varianza para comprobar estadísticamente el nivel de error técnico propio de las mediciones de estudio.

2. Control de la recogida de datos mediante muestreos de los registros confeccionados en el centro con los estudiantes objetos de la investigación.

Mediante visitas a las áreas de trabajo y siguiendo un muestreo simple aleatorio tomando como nivel de referencia el 20%, se comprobó el estado del sujeto de investigación. Aquellos casos que suscitaron dudas fueron re-evaluados nuevamente.

Igualmente, siguiendo el criterio de aleatoriedad antes indicado, se chequearon otras las variables como edad, fecha de nacimiento, peso y talla.

3. Se utilizaron las mismas técnicas e instrumentos para todos los sujetos durante la investigación.
4. Las mediciones, las encuestas aplicadas y las pruebas de campo fueron realizadas por el mismo investigador.
5. Las mediciones antropométricas, aplicación de encuestas y desarrollo de test fisiológicos fueron realizadas para todos los sujetos en el mismo período de tiempo.
6. Se realizaron las mediciones y toma de datos en varias sesiones, coincidiendo las mismas para todos los sujetos.

7. Se aplicaron los mismos test fisiológicos con los que se trabaja normalmente con los estudiantes practicantes de deportes objetos de nuestra investigación.

**Tabla 3. Operacionalización de las variables de estudio.**

<b>DIMENSIONES</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>
<b>Estado Nutricional</b>	Composición Corporal	- Masa Muscular Activa - % de Grasa
	IMC	- Talla - Peso
	Índice de Peso para Talla	- Talla - Peso
	Talla/Edad Peso/Edad	- Percentiles
	Ingesta energética nutrimental	Ingestión diaria de alimentos
	Gasto Energético	- Actividades realizadas en 24 horas. - Tiempo dedicado a la actividad. - TMB
<b>Rendimiento Físico Deportivo</b>	Resistencia Aeróbica	- Volumen Máximo de Oxígeno
	Potencia Anaeróbica-Lactácida	- Distancia recorrida

### **5.3. METODOLOGÍA**

#### **5.3.1. Métodos del Nivel Teórico.**

##### 1. Análisis y síntesis histórico-lógico.

Permitió el estudio de fuentes impresas de información, en el procesamiento de los fundamentos científicos y de las disímiles apreciaciones de los numerosos autores que tuvieron que ser consultados acerca de los adolescentes deportistas, su nutrición y rendimiento físico deportivo en general, así como la revisión y análisis de la evolución y desarrollo de los antecedentes del problema en la provincia Ciego de Ávila, Cuba.

Todo ello teniendo en cuenta las leyes generales y esenciales del funcionamiento y desarrollo del Estado Nutricional, sus componentes y el Rendimiento Físico Deportivo en los adolescentes y sus interconexiones.

##### 2. Lógico sistémico estructural y lógico causal.

Nos permitió, a partir de los datos obtenidos, caracterizar el estado morfofisiológico de los individuos estudiados, sus necesidades nutricionales y dependencias, así como de las relaciones causales y vínculo entre la nutrición y el rendimiento físico deportivo, la determinación del nivel de actividad física y el desarrollo de estados adaptativos metabólicos de carácter compensatorio entre los sujetos.

### **5.3.2. Métodos del Nivel Empírico.**

#### 1. Aplicación de encuestas:

- Encuesta de Actividad Física por recordatorio de 24 horas, es una encuesta de tiempo - movimiento que permite valorar las actividades cotidianas desarrolladas y el tiempo dedicado a las mismas, y con tales datos determinar el gasto energético total (GET) de los individuos encuestados.
- Encuesta de Ingesta Alimentaria por recordatorio de 24 horas, lo que permite determinar la incorporación diaria al organismo de nutrimentos y energía alimentaria.

#### 2. Mediciones

##### a. Antropométricas.

Estas fueron realizadas por los especialistas del Instituto de Medicina Deportiva de la provincia conjuntamente con los colaboradores seminariados. La valoración de los parámetros antropométrico se realizó teniendo en cuenta los percentiles y normativas establecidas en nuestro país para estos deportes y categoría.

##### b. Test Fisiológicos.

1. Test de Matzudo.
2. Test de Cooper.

#### 3. Análisis estadístico.

Estadística descriptiva: permitió organizar, procesar y clasificar los indicadores cuantitativos recogidos en las

mediciones antropométricas, las encuestas y en los test fisiológicos aplicados.

Estadística inferencial: posibilitó la interpretación y valoración cuantitativa con el empleo de contraste de hipótesis para media y varianza, análisis de correlación y estadígrafos no paramétricos.

En ambos caso de trabajo con software de hoja de cálculo Excel de Microsoft y el paquete estadístico IBM SPSS Statistics 20.

## **5.4. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS**

### **5.4.1. Estado Nutricional**

La evaluación del estado nutricional se realizó teniendo en cuenta la valoración integral de parámetros antropométricos analizados según los percentiles establecidos para la población cubana y para deportistas en estas edades y sexo, la determinación del gasto energético y su adecuación con la ingesta energético nutrimental.

Al respecto, se consideró factible la evaluación del estado nutricional de un grupo poblacional realizando una adecuada valoración antropométrica, y determinando la adecuación entre la ingesta energético nutrimental y el gasto energético de cada uno de los individuos integrantes del grupo poblacional; lo cual se debe realizar de forma seriada para realizar una evaluación lo más exacta posible del problema, debido a que esta determinación se realiza por métodos indirectos.

Es necesario considerar que la selección del método o combinación de métodos a emplear en la evaluación del estado nutricional, está condicionado en gran medida por condicionantes de

carácter eminentemente prácticos como son los costos económicos, factibilidad de las operaciones, disponibilidad de medios, habilidades técnicas requerida, tiempo disponible, nivel esperado de colaboración de los sujetos analizados; así como, por supuesto, de las propias limitaciones de cada método y las necesidades de la investigación. (Hermelo & García, 1993).

En la actualidad se considera que *“...la evaluación del estado nutricional utilizando mediciones antropométricas, sola o combinada con la determinación de la RDA, se enmarcan en la denominada antropometría nutricional, que se define como ‘medición de la variación de las dimensiones físicas y la composición del cuerpo en diferentes edades y grados de nutrición’. El peso, la estatura y otras dimensiones corporales son simples de evaluar, así como el registro de alimentos consumidos, no requieren de un entrenamiento complejo para el personal que los va a obtener... por lo que pueden ser utilizadas en estudios epidemiológicos nutricionales”*. (Daniels, Khoury & Morrison, 1997).

#### **5.4.1.1. - Antropometría Nutricional**

La evaluación antropométrica nutricional se realizó a partir de la determinación del peso, la talla y los pliegues cutáneos.

El peso y la talla se valoraron teniendo en cuenta su adecuación para la edad, según los percentiles establecidos para la población cubana por el Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos (INHA) de nuestro país. De esta misma forma se valoró el Índice de Peso para Talla.

Igualmente, las mediciones antropométricas realizadas permitieron la determinación del Índice de Masa Corporal y la Composición Corporal. Para la clasificación de los individuos según su IMC se tuvieron en cuenta los percentiles establecidos para los adolescentes cubanos por el INHA. La composición corporal se evalúa

según los dominios de sexo/edad y etapa del entrenamiento del deporte que se practica, lo que nos permitió clasificar el estado nutricional de los atletas.

#### ☞ Talla o estatura

La estatura es la distancia directa entre el vértex y el plano de apoyo del individuo en bipedestación. Para su determinación utilizamos un estadiómetro con precisión de 0,5 cm, y la medida la expresamos en metros.

El individuo de pie, sobre un plano horizontal en posición antropométrica con la cabeza, la espalda, los glúteos y los gemelos pegados a la barra vertical del instrumento. La cabeza colocada en el plano de Frankfurt se pone en contacto con la barra móvil del equipo de medición y se realiza la lectura.

Como se puede comprobar la obtención de la estatura es relativamente fácil y de bajo costo del implemento que se utiliza. Sin embargo, la evaluación independiente de la estatura no ayuda en el monitoreo del estado nutricional del individuo, pues esta medición puede estar afectada por situaciones nutricionales en edades tempranas; así, valores bajos de estatura no siempre pueden ser considerados como representativos de problemas nutricionales en el momento en que se realiza la evaluación.

Otra desventaja de la estatura como indicador del estado nutricional es que no refleja en ninguna medida los desequilibrios creados por excesos de acumulación de tejido adiposo. (Monterrey & Porrata, 2001).

La talla del grupo se valoró teniendo en cuenta los valores medios por estratos edad/sexo y la determinación de su adecuación con los percentiles establecidos para los mismos. (Anexo I).

#### ☞ Peso

El peso es la acción de la gravedad sobre la masa corporal. Para su determinación se utilizó una balanza con una precisión de 0.1 kg, y la medida la expresamos en kilogramos.

El individuo debe estar preferiblemente desnudo o con la menor cantidad de ropas posibles y de peso conocido, ajustado al cero de la escala. El sujeto se coloca en posición de firme. Debido a las variaciones diurnas del peso, (aproximadamente de 1 Kg en niños), el mismo se tomó en el horario de la mañana, realizando a todos la pesada a la misma hora del día, con el sujeto en ropa interior mínima, sin zapatos y después de haber vaciado la vejiga, en un local habilitado al efecto del propio centro, con buena iluminación y privacidad.

El peso corporal, es una medida muy sencilla para representar la presencia de músculos y tejido adiposo, pero el mismo, especialmente en los suadultos, está influido por la estatura; por ello, para evaluar el estado nutricional de un individuo es necesario tenerlo en cuenta en relación con a talla.

En la valoración del peso y la talla se tuvieron en cuenta los percentiles publicados por el Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos de Cuba (INHA) (Anexo I)

#### ☞ Índice de peso para la talla (IPT):

Con la intención de realizar una valoración completa de estos parámetros se consideró además la adecuación del peso para la talla en cada uno de los individuos según los percentiles anteriormente señalados.

El índice de peso para la talla (IPT) ha sido utilizado clásicamente para evaluar el estado nutricional. Tiene la ventaja de que no requiere un conocimiento preciso de la edad; sin embargo, durante la adolescencia la relación peso/talla cambia bruscamente con la edad y con el estado puberal, por lo que se ha cuestionado su real utilidad en este periodo. A pesar de esto, el IPT es aún utilizado para diagnosticar obesidad y desnutrición en adolescentes. (Hodgson, 2002a).

La valoración del IPT se realizó teniendo en cuenta los percentiles establecidos para Cuba por el Sistema de Vigilancia Nutricional (SISVAN) y publicados por el INHA. (Anexo I).

#### ☞ Índice de Masa Corporal (IMC)

En nuestro caso se utilizó para corroborar los resultados del mismo con los obtenidos al analizar la relación del peso para la talla.

La fórmula empleada para la determinación es:

$$\text{IMC} = \text{Peso (kg)} / \text{Talla}^2 \text{ (m)}$$

El índice de masa corporal es considerado como un buen indicador del estado nutritivo en adolescentes, por su buena correlación con la masa grasa en sus percentiles más altos y por ser sensible a los cambios en composición corporal con la edad, sin embargo, los puntos de corte definidos internacionalmente para clasificar el estado nutricional en adultos (IMC mayor a 30 para diagnosticar obesidad), no son aplicables para el adolescente, pues no han completado su desarrollo puberal debido a la variabilidad de la composición corporal en el proceso de maduración.

Existen por lo tanto distintas curvas de IMC para población de 0 a 18 años y otros puntos de corte, aún cuando ninguna cumple con las especificaciones de un patrón ideal ó definitivo, la recomendación

actual es usar las tablas de Must, Dall & Dietz (1991) en las que se analiza el estado nutricional usando los valores de los percentiles 10 y 25 para diagnosticar bajo peso y déficit respectivamente; y los valores del 90 y 95 percentil para sobrepeso y obesidad.

Estas tablas fueron confeccionadas a partir de datos del National Center for Health Statistics (NCHS) de EEUU y por lo tanto, establecen una continuidad con los patrones de referencia recomendados para la evaluación de la población infantil. Aún cuando el IMC no ha sido validado como un indicador de delgadez o de desnutrición en adolescentes, constituye un índice único de masa corporal y es aplicable en ambos extremos.

En nuestro caso, la valoración del índice de Masa Corporal se realizó según los percentiles establecidos para la población cubana por el Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos de nuestro país, y reflejan las características de la población adolescente cubana. (Anexo I).

#### ☞ Composición Corporal

Para la valoración de la misma se hizo siguiendo las indicaciones marcadas por Díaz-Sánchez (1999). Así, mediante un plicómetro con precisión de 0,5 mm, se valoraron los siguientes pliegues cutáneos:

- Pliegue tricipital (PTT): Pliegue vertical generado a la altura de la línea acromial-radial en la marca que la cruza en la cara posterior del brazo. Se toma a nivel de la marca media del brazo, el individuo debe permanecer erecto, con los brazos relajados.
- Pliegue Bicipital (PBI): 1 cm distal del pliegue oblicuo generado a la altura de la línea acromial-radial en la marca que la cruza, en la cara anterior del brazo, el individuo se

debe encontrar erecto y relajado, con la palma de la mano orientada hacia el muslo.

- Subescapular (PSE): 1 cm distal del pliegue oblicuo generado a la altura del ángulo inferior de la escápula, en dirección de abajo hacia arriba y de adentro hacia afuera en un ángulo de 45° con el plano horizontal. Palpar el ángulo de la escápula con el pulgar izquierdo, reemplazarlo por el índice, bajar el pulgar y generar el pliegue inmediatamente por abajo, el individuo permanece erecto, pero con los brazos relajados.
- Pliegue suprailíaco (PSI): (en la actualidad llamado cresta iliaca) 1 cm anterior al pliegue inmediatamente superior a la cresta iliaca, a la altura de la línea axilar media. El pliegue corre de atrás-adelante y con tendencia de arriba-abajo. El tronco del sujeto debe estar en posición recta, el individuo debe permanecer erecto.

A partir de la medición de los pliegues cutáneos se determinó el porcentaje de grasa (%G) según la ecuación propuesta por Durnin & Rahaman (1967), empleada en el Instituto de Medicina del Deporte avileño, para edades comprendidas entre 13 y 17 años:

$$\%G = 1.153 + 0.0643 * \text{Log} (PTT + PSE + PBI + PSI)$$

El peso corporal de grasa (PCG) se determinó por regla de tres, a partir del por ciento de grasa y del peso corporal.

$$PCG (kg) = \text{Peso Corporal (kg)} * \% \text{ de Grasa} / 100$$

La masa magra o masa corporal activa (MCA), se determinó por la resta del peso corporal menos el peso corporal de grasa

$$MCA = \text{Peso Corporal (kg)} - PCG (kg)$$

El porcentaje que representa la MCA puede determinarse a través de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ MCA} = \text{MCA}(\text{kg}) * 100 / \text{Peso Corporal}(\text{kg}).$$

Finalmente, el Índice de Sustancia Muscular Activa (ISA o AKS) estima la cantidad de masa muscular activa de acuerdo a la talla. Es el mejor indicador de la proporción de masa muscular para un individuo, ya que la MCA absoluta guarda mucha dependencia con la talla. Para determinar el mismo utilizamos la siguiente fórmula:

$$\text{AKS} = \text{MCA} (\text{g}) * 100 / \text{talla}^3.$$

La valoración de la composición corporal se realizó por comparación con los valores estimados del % de grasa y AKS establecidos por el Instituto de Medicina Deportiva de Cuba para las diferentes etapas del entrenamiento en los deportes con pelota (tabla 4), aunque debemos recordar que en nuestra investigación solo hemos tenido en cuenta la etapa de Preparación Física General (PFG).

**Tabla 4. Valores de por ciento de grasa e índice de sustancia muscular activa para deportes con pelota categoría 14-16 años masculinos.**

<b>DEPORTES</b>	<b>% GRASA -A.K.S P.F.G</b> (Preparación Física General).	<b>% GRASA - A.K.S P.F.E</b> (Preparación Física Especial).	<b>% GRASA - A.K.S P.C</b> (Competencia).
<b>Baloncesto, Voleibol</b>	<b>12.5 - 1.01</b>	<b>10.6 - 1.03</b>	<b>9.6 - 1.04</b>
<b>Fútbol, Hockey, Balonmano,</b>	<b>12.5 - 1.14</b>	<b>10.6 - 1.16</b>	<b>9.6 - 1.17</b>

#### **5.4.1.2 - Gasto Energético**

Para la determinación del mismo se seleccionaron dos métodos:

##### ☞ Diario de actividades

Se aplicó la metodología del diario de actividades por recordatorio de 24 horas, con una regularidad de dos días entre semana y uno de fin de semana (sábado o domingo) según el régimen de pase del centro de estudios. El sujeto indicará en el cuestionario el conjunto de las actividades realizadas el día anterior, así como el tiempo dedicado a cada una. El cuestionario se aplicó durante cuatro semanas consecutivas. (Anexo II)

Para conocer el gasto energético total o las necesidades calóricas diarias, es necesario sumar el gasto energético de cada una de las actividades realizadas en un período de 24 horas, y para determinar el gasto energético de cada una de esas actividades, basta multiplicar el peso corporal (en kg) por el factor correspondiente a la actividad física y por el número de minutos empleados en realizar la actividad de que se trate (ver tabla 6). Los valores de factores por tipos de actividades se muestran en el Anexo III.

Adicionalmente se estableció el patrón de régimen de vida según el gasto de energía por actividad, considerando en ello la proporción del tiempo dedicado a actividades específicas o grupos de actividades, como: horas de sueño, actividades sedentarias, actividades físicas útiles (para la promoción de la salud), entre otras.

Además, a cada actividad o grupo de actividades se le determinó la sumatoria y porcentaje del tiempo empleado en su realización.

**Tabla 6 Ejemplificación de la determinación del gasto energético por el diario de actividades. (Tomada de Carbajal, 2002)**

<b>Varón de 70 kg de peso realiza las siguientes actividades a lo largo de 1 día:</b>	
8 h. sueño x 60 min. x 70 kg x 0.018 =	604.8 kcal
2 h. paseando x 60 min. x 70 kg x 0.038 =	319.2 kcal
2 h. x 60 min. x 70 kg x 0.030 =	252 kcal
8 h. trabajando sentado en la oficina x 60 min. x 70 kg x 0.028 =	940.8 kcal
1 h. destinada al aseo personal x 60 min. x 70 kg x 0.050 =	210 kcal
3 horas sentado leyendo x 60 minutos x 70 kg x 0.028 =	352.8 kcal
<i>Total 24 horas</i>	<i>Total 2680 kcal/día</i>

Si se tratara de una mujer del mismo peso e igual actividad, las necesidades energéticas se verían reducidas en un 10%, es decir, resultarían ser 2412 kcal.

**Nota:** Pese a que el Sistema internacional de Unidades recomienda el uso del *joule* como unidad de expresión de energía, el uso de la caloría, o su múltiplo la kilocalorías, está tan arraigado que, en aras de una mejor comprensión y comparación de los resultados, en este trabajo hemos preferido seguir usando la tradicional Kcal. No obstante, para el lector que prefiera hacerla conversión, estas son las equivalencias: 1 kcal = 4.184 kj ; 1kj = 0.239 Kcal.

El grupo de actividades generales en que se subdividió el cuestionario de actividad física y régimen de vida, son las siguientes:

- Actividades sedentarias
- Higiene personal
- Actividades deportivas para la conservación de la salud

- Práctica de deportes
- Actividades de alimentación
- Actividades de locomoción.
- Actividades de recreación.
- Actividades agrícolas según el régimen estudio-trabajo.
- Actividades domésticas y de la conservación del hogar.

Esta última en la práctica comprende las actividades de autoservicio desarrolladas en el centro o en el hogar (limpieza de aulas, dormitorios, labor de atención en el comedor, entre otras) y de aseo de las prendas de uso personal.

El porcentaje del tiempo de actividades generales consagrado a actividades específicas se obtuvo de forma similar al porcentaje de tiempo para actividades generales, salvo que esta vez *j* fue cada una de las diferentes actividades específicas halladas para cada actividad general, el total fue la sumatoria del tiempo dedicado a la correspondiente actividad general para todos los individuos del rango en cuestión.

#### ☞ Ecuaciones de predicción

Se aplicó un segundo método para determinar el Gasto Energético Total (GET) o Requerimiento Estimado de Energía (REE), esta vez con el uso de la ecuación de predicción del Food and Nutrition Board (FNB), Institute of Medicine (IOM) (USA) reportadas por Godnic (2002). Según esta referencia, y para la edad que nos ocupa, el cálculo sería de aplicar la siguiente fórmula:

$$GET = A + B \times Edad + AF \times (D \times Peso + E \times Talla)$$

Donde GET (o REE) es expresado en kcal/día, edad en años, peso en kilogramos, y talla en metros. En esta ecuación A es el término constante, B es el coeficiente de la edad; AF es el coeficiente de actividad física, que depende del tipo de actividad que desarrolla el individuo; es decir, si el individuo es sedentario, poco activo, activo o muy activo en las categorías de Nivel de Actividad Física (NAF)(ver más abajo); D es el coeficiente del peso; y E el de la talla.

Así, según Hernández-Triana (2005), para los individuos entre 9 y 18 años, la ecuación se expresaría como sigue:

$$REE = 88,5 - 61,9 \times \text{edad [años]} + AF \times (26,7 \times \text{peso [kg]} + 903 \times \text{talla (m)} + 25 \text{ (kcal de depósito de energía)}).$$

Donde AF es el Coeficiente de Actividad Física:

$$AF = 1,00 \text{ si } 1,0 \leq NAF < 1,4 \text{ (sedentario).}$$

$$AF = 1,13 \text{ si } 1,4 \leq NAF < 1,6 \text{ (poco activo)}$$

$$AF = 1,26 \text{ si } 1,6 \leq NAF < 1,9 \text{ (activo)}$$

$$AF = 1,42 \text{ si } 1,9 \leq NAF < 2,5 \text{ (muy activo)}$$

El Gasto Energético en Actividad Física (GEAF) -*Energy Expenditure for Physical Activity (EEPA)*- varía ampliamente entre individuos, así como día a día. El nivel Nivel de Actividad Física (NAF) -*Physical Activity Level (PAL)*- es comúnmente descrito como la relación entre el gasto energético total sobre el basal.

Así, la determinación del (NAF), como ya se indicó, se realiza a partir del cociente entre el Gasto Energético Total (GET) y la Tasa Metabólica Basal (TMB). (Godnic, 2005; Hernández-Triana, 2005)

$$NAF = GET/TMB$$

La determinación de la TMB, se realizó mediante la siguiente fórmula, propuesta por el comité de expertos y aceptada para la población cubana por el INHA de Cuba (Hernández-Triana, 2005).

$$TMB_{(10-18 \text{ años})} = 15,057 \times kg + 692, 2$$

#### **5.4.1.3 - Determinación de la Ingesta Energético Nutricional.**

La anamnesis nutricional nos permite valorar la tendencia de consumo de alimentos mediante una encuesta, cuantificable o no, que nos permita determinar la ingesta energético nutricional dada por el ingreso de macro y micronutrientes y por tanto la biodisponibilidad de energía alimentaria según la Ración Diaria de Alimentos (RDA) de los individuos. Esto posibilita identificar estados carenciales determinados por la alimentación y la adecuación de la ingesta según lo recomendado para la edad, sexo y nivel de actividad física (Martínez-Costa & Pedrón, 2004).

En nuestro caso se aplicó el recordatorio de 24 horas, a través del cual se recogió el consumo de macro y micronutrientes del día anterior y, por tanto, la ingesta energética nutricional mediante la ración diaria de alimentos (RDA) (Anexo IV). Este tipo de encuesta se emplea para la realización de estudios que permiten evaluar la situación nutricional en un momento dado, lo que posibilita determinar:

- 1) La medida de la ingestión de alimentos y nutrientes.
- 2) La disponibilidad de alimentos en relación con las necesidades nutricionales de la muestra.
- 3) Posibles estados carenciales.
- 4) Prácticas y hábitos alimentarios

El cuestionario se aplicó tres días/ semana, distribuidos en dos días entre semana y uno de fin de la misma, durante cuatro semanas consecutivas.

En el instrumento aplicado se recoge la ingesta de nutrientes durante el plazo de tiempo que su nombre indica, lo cual permite la codificación de cada uno de los alimentos declarados por los encuestados para su tabulación según el programa CERES, obteniendo el aporte en la ración diaria de alimentos (RDA) de cada uno de los nutrimentos en gramos o miligramos, según sean las cantidades de macro o micro nutrientes incorporadas, determinando de esta forma carencias en la dieta de los mismos, según las recomendaciones nutricionales establecidas por el Instituto de Medicina Deportiva de nuestro país para estos deportes en esta categoría.

El programa CERES se realizó por un grupo de expertos en nutrición e informática del INHA Instituto Nacional de Higiene de los Alimentos, utilizando las tablas de composición de alimentos cubanos, para lo cual se tienen en cuenta las medidas caseras y su conversión a unidades de peso.

**Tabla 7. Recomendaciones de incorporación de energía alimentaria y macronutrientes realizadas por el Instituto de Medicina Deportiva de Cuba para deportes con pelotas categoría 14 - 16 masculinos.**

Parámetros	Energía (Kcal)	Proteínas (g)	Lípidos (g)	Glúcidos (g)
Recomendación	3906 - 4427	176 - 199	121 - 158	527 - 598

Para evaluar las características de la dieta real respecto a la recomendada, se determinó el porcentaje de adecuación, es decir, el nivel de cumplimiento de la dieta evaluada según los valores que para Cuba del da el Sistema de Vigilancia Sanitaria de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Alcaraz, Fong, Álvarez & Pérez, 2001).

- ↪ Normal: 90 –110 por ciento
- ↪ Desfavorable: 89 – 80 por ciento
- ↪ Crítica o de alarma: 79 – 50 por ciento
- ↪ Muy crítica: < de 50 por ciento

#### **5.4.2. Rendimiento Físico Deportivo.**

En la valoración del rendimiento físico deportivo se tomaron los datos brindados por el instituto avileño de Medicina del Deporte y los preparadores físicos y/o entrenadores en cada uno de los deportes estudiados, que se aplican según el siguiente programa:

1. Segunda semana del curso escolar de los estudiantes-atletas, correspondiente al comienzo de la preparación física general.
2. Semana doce, coincidiendo con el período intermedio de la etapa de preparación física general.
3. Semana veintidós, concluye la etapa de preparación general e inicia la de de preparación especial.

En la Escuela de Iniciación Deportiva cubana (EIDE), el conjunto de acciones y, en general, las actividades físicas que se desarrollan en el proceso de entrenamiento deportivo de niños y adolescentes, se aplica de tal manera que no constituyan factores de riesgo para lesiones deportivas o de su condición física y salud. Para asegurar tal hecho, en

cada una de las etapas de su preparación son sometidos a diferentes test específicos de campo y laboratorio dirigidos a determinar el rendimiento físico deportivo y condición fisiológica.

Los diferentes test de campo y laboratorio se realizan bajo la dirección del Instituto de Medicina Deportiva provincial, en este caso particular el de Ciego de Ávila, y tienen en cuenta las pruebas para capacidades físicas generales y específicas, descritas en las normas deportivas del Instituto Nacional de Deportes, Educación Física y Recreación (INDER) en poder de entrenadores y preparadores físicos; lo que permite obtener información no solo sobre los avances logrados en la preparación para los deportes específicos y la asimilación de las cargas de entrenamientos que requiere el alto rendimiento, sino que también informan sobre el estado de salud, la manifestación de potenciales contraindicaciones médicas, así como la caracterización individual de los mismos.

Considerando la importancia que se le atribuyen a dichas pruebas generales y específicas en el subsistema de enseñanza deportiva cubana, la divulgación entre atletas, entrenadores y preparadores físicos y su seguimiento por el Instituto de Deporte de la Provincia Ciego de Ávila con el establecimiento de un registro detallado de los resultados, en la presente investigación se ha decidido incluir aquellas que de manera común se aplican a todos los deportes con pelota y se relacionan con las capacidades bioenergéticas; valorando a su vez dichos resultados como indicadores del rendimiento físico deportivo general de los adolescentes-atletas objeto de investigación, tales son: prueba para la determinación de la potencia anaeróbica láctica y prueba para valorar la resistencia aeróbica.

**5.4.2.1 - Prueba para la determinación de la potencia anaeróbica láctica. Test de Matzudo (Matzudo, 1989).**

Mediante esta prueba se determina la potencia anaeróbica-láctica; es decir, la capacidad orgánica que tiene el atleta para realizar esfuerzos muy intenso de corta o mediana duración en el menor tiempo posible y bajo condiciones de elevada deuda de oxígeno.

Debe considerarse que un aumento en la duración de un esfuerzo físico intenso por encima de los 10-15 seg, determina el agotamiento de las reservas de fosfágenos, por lo que la energía metabólica debe suministrarse por glucólisis, dado el déficit de oxígeno, con formación de ácido pirúvico y láctico; limitando este último la duración del esfuerzo especialmente al alcanzar su máximo nivel de concentración aproximadamente a los 2:30 min. Por lo que la determinación de la potencia anaeróbica permite el reconocimiento de la adaptación del organismo al trabajo con valores elevados de ácido láctico y favorece la programación de las cargas de entrenamiento y de recuperación.

Metodología test de Mazudo:

- a) Determinación del peso del deportista en Kg.
- b) Medición de la distancia que recorre en 40 segundos el deportista.  
Se aplica la siguiente formula.

Potencia anaeróbica lactácida (kgm/seg.) = Distancia recorrida (m) x peso (kg)/ 40 seg

Para evaluar en qué medida se desarrolla la potencia anaeróbica de los deportistas estudiados, entre una y otra medición, se utilizó una modificación al protocolo utilizado por Carvajal, Rauseo & Rico (1998) del siguiente modo, aunque se mantiene su criterio de evaluación.

**Tabla 8. Protocolo de evaluación de potencia.**

	<b>a) Prueba Inicial</b>	<b>b) Prueba Intermedia</b>	<b>c) Prueba final</b>
<b>Resultados del Test de Matzudo (kgm/seg)</b>			
<b>Diferencia con la prueba inicial</b>		$(b-a) = \Delta_1$	$(c-a) = \Delta_2$
<b>Porcentaje de mejora con la prueba inicial</b>		$PM_{(1)} = \Delta_1(100)/a$	$PM_{(2)} = \Delta_2(100)/a$

Para obtener los porcentajes de mejora con la prueba inicial, se multiplican los resultados de la diferencia con la prueba inicial de cada columna por 100 y se divide entre el resultado de (a). Con este porcentaje se compara el resultado de (c) con la siguiente escala y se clasifica:

**Tabla 9. Calificadores de los resultados de potencia.**

<b>PORCENTAJE</b>	<b>ESCALA</b>
Más de 30 %	Excelente
de 21 % a 30 %	Bueno
de 11 % a 20 %	Regular
de 0 % a 10 %	Deficiente

**5.4.2.2 -Prueba para valorar la resistencia aeróbica. Determinación del Volumen máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub> máx). Test de Cooper. (Cooper, 1968)**

El valor del Volumen Máximo de Oxígeno (VO<sub>2 máx</sub>), constituye el máximo de oxígeno que el organismo puede transportar en un minuto; su determinación representa una manera sencilla y eficiente para medir la potencia aeróbica de un individuo. Así, cuanto mayor sea el mismo, mayor será la capacidad cardiovascular del individuo.

Se mide en ml/kg/min, y al multiplicarse por el peso corporal, el resultado se expresará en litros. En atletas corredores de maratón se registran los valores más altos, hasta del orden de los 6 litros, mientras que en una persona no entrenada estos valores son de alrededor de 2 litros. (George, Garth & Vehrs 1996).

Para su estimación directa se utiliza la espirometría; mientras que en entrenamiento se utilizan test indirectos de campo; siendo uno de los más utilizados el Cooper. (García-Manso, Navarro & Ruiz, 1996).

Metodología del test de Cooper.

- a) Recorrer la distancia máxima posible durante doce minutos de carrera continua, siendo estimulado continuamente para que mantenga un elevado ritmo, que podrá variar a su voluntad e incluso trotar o caminar si la fatiga que aparece es excesiva.
- b) Se anotará la distancia recorrida al finalizar los doce minutos. El resultado se puede valorar en la tabla con la baremación siguiente:

**Tabla 10. Categorías de aptitud física**

CATEGORIA DE APTITUD	SEXO MASCULINO	
	MENOR DE 30 AÑOS	CONSUMO RELATIVO DE OXÍGENO
	metros	mL/kg/min
MUY MALA	< 1610	< 28,0
MALA	1610 - 2009	28,1 - 34,0
REGULAR	2010 - 2414	34,1 - 42,0
BUENO	2415 - 2819	42,1 - 52,0
EXCELENTE	> 2820	> 52,1

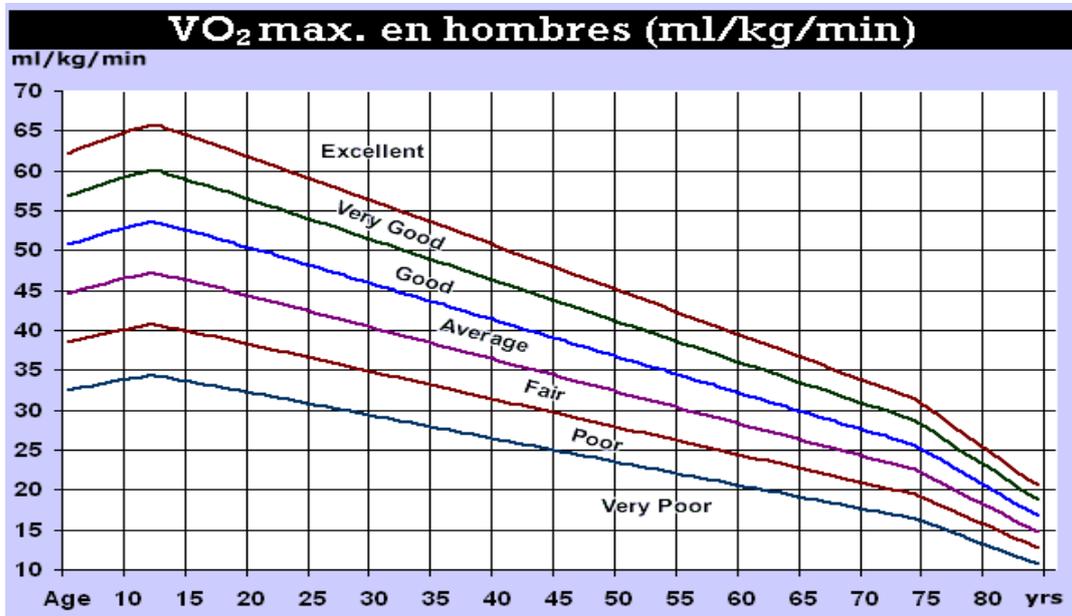
- c) Teóricamente, una carga constante que provoca el agotamiento a los 12 minutos de iniciarse, correlaciona significativamente con el valor del  $VO_{2max}$ . Según esto, el  $VO_{2max}$  se puede determinar según la siguiente ecuación. (Astrand & Rodahl, 1980; Ekblom & Astrand, 2000).

$$VO_{2max} = (Distancia\ en\ metros - 504.9) / 44.73$$

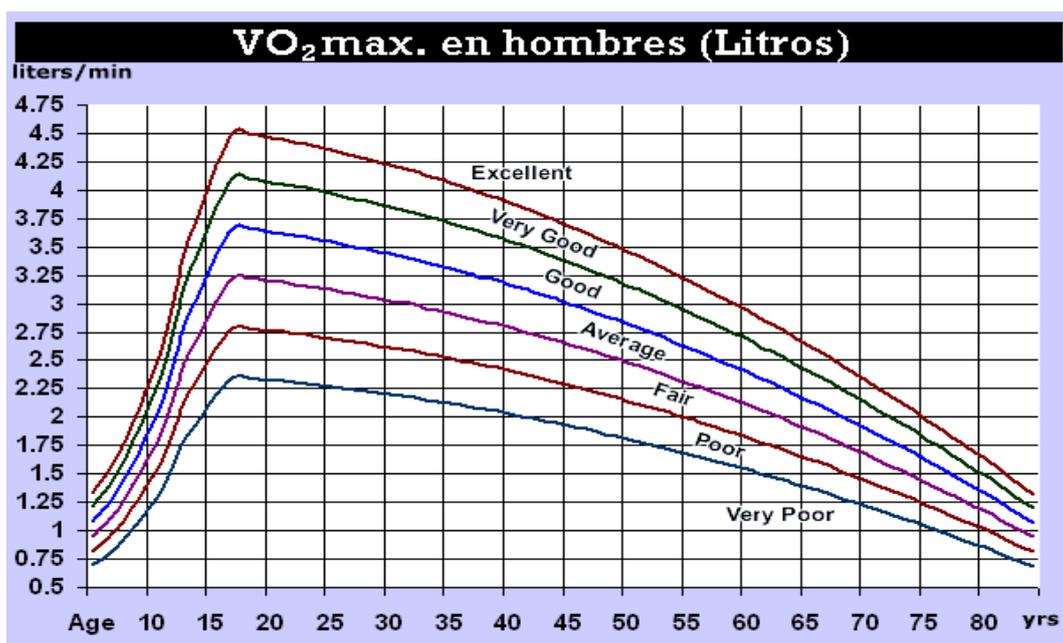
**Nota:** Si dos deportistas tienen el mismo consumo de oxígeno, mejor condición física tendrá el que pese más, puesto que debe trasladar mayor peso corporal.

Otra vía para el cálculo del  $VO_{2max}$  sería con la utilización de las siguientes tablas (Cooper, 1968; American College of Sport Medicine, 2000), aunque permiten valorar la condición física y en un rango muy amplio la estimación del consumo de oxígeno.

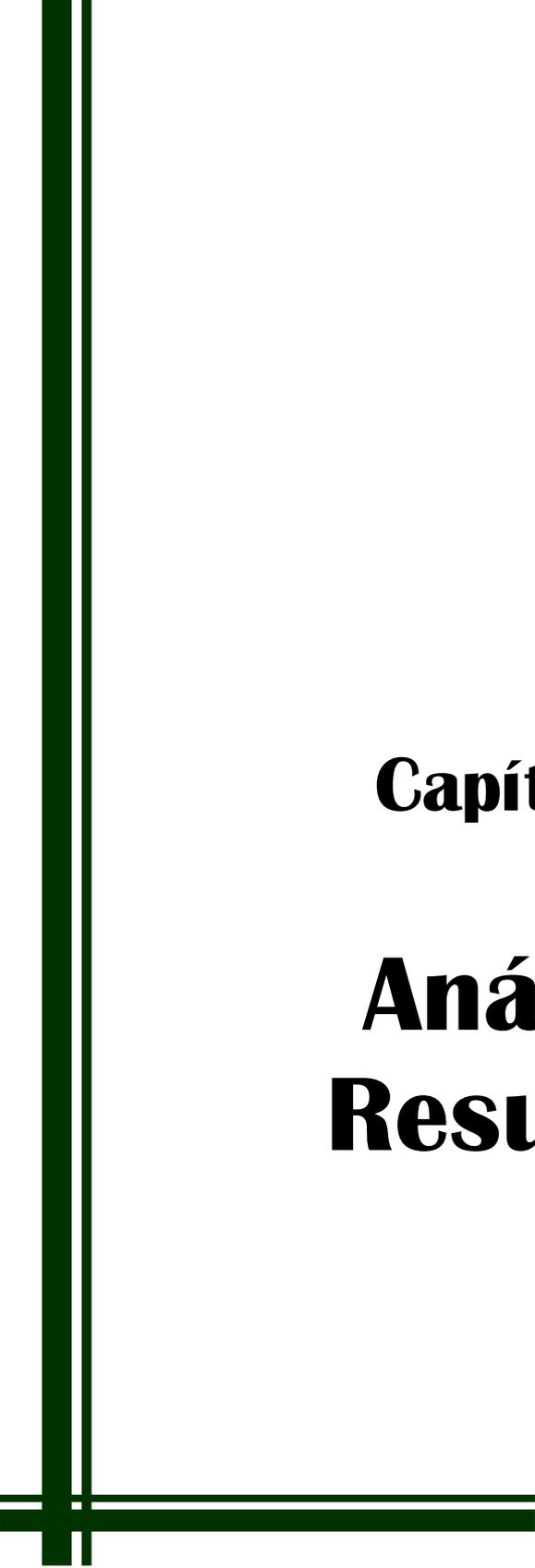
**Tabla 11a. Volumen máximo de oxígeno (ml/kg/min)** (Tomado de American College of Sport Medicine, 2000)



**Tabla 11b. Volumen máximo de oxígeno (en litros).** (Tomado de American College of Sport Medicine, 2000)







# **Capítulo VI**

# **Análisis y Resultados**



En capítulos anteriores se han declarado explícitamente los fundamentos teóricos, métodos y técnicas que sustentan todo el proceso de investigación desarrollado; a continuación se exponen los datos extraídos y su análisis, luego del tratamiento estadístico correspondiente.

### **6.1. ANTROPOMETRÍA NUTRICIONAL.**

La evaluación antropométrica nutricional incluye lo relacionado con la determinación del peso y la talla, obteniéndose a partir de la combinación de los mismos el Índice de Peso para Talla y el Índice de Masa Corporal (IMC) ambos indicadores del estado nutricional de los jugadores objeto de estudio, además comprende la estimación y valoración del por ciento de grasa (%G), la masa corporal activa (MCA) y el índice de sustancia activa (AKS) en la composición corporal de los individuos.

La determinación de la talla y el peso en los jugadores de deportes con pelota, categoría 14-16 años masculinos, nos permitió valorar sus medidas corporales respecto a la edad, además de su ubicación percentilar según el índice de Peso para Talla y el índice de Masa Corporal.

Para la evaluación antropométrica de los mismos partimos de una valoración general de la población de estudio por cada uno de los

parámetros antropométricos, particularizando solo en los aspectos más significativos de los deportes.

**Tabla 12. Medias de parámetros antropométricos.**

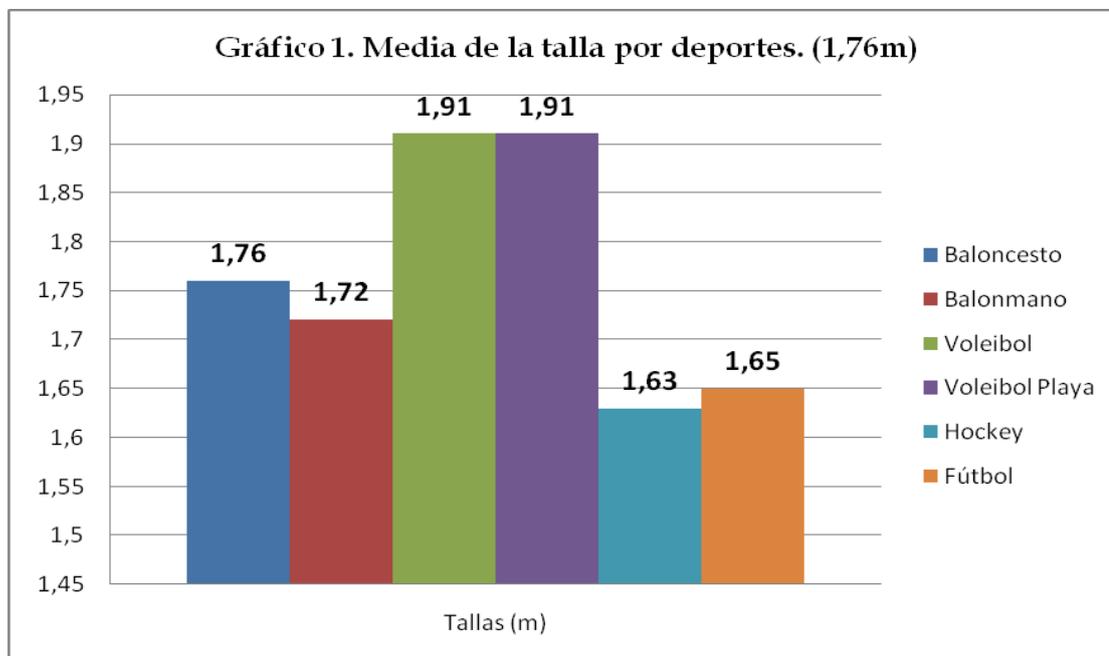
DEPORTES	EDAD	TALLA (M)	PESO (Kg)	% GRASA	A.K.S	IPT	IMC
Baloncesto	15.43	1.76	66.3	10.24	1.03	50	20.9
Balonmano	14.62	1.72	63.15	11.48	1.04	50	21.17
Voleibol	15.78	1.91	70.03	10.02	0.99	25	19.19
Voleibol Playa	16.20	1.91	73.90	10.04	0.96	25	19.81
Hockey	14.31	1.63	53.71	10.11	1.08	50	20.08
Fútbol	14.89	1.65	54.42	9.36	1.13	50	19.83
MEDIA	15.20	1.76	63.58	10.20	1.03	50	20.19

### **6.1.1. Talla**

La valoración antropométrica de la talla en los jugadores de deportes con pelota de la categoría 14 – 16 años masculinos, arrojó un valor medio de 1.76 m. Los de mayor estatura han resultado ser los jugadores de voleibol de playa y sala ( $x=1,91$ ;D.S.=0,04), seguidos de los de baloncesto ( $x=1,76$ ;D.S.=0,08), mientras que en el extremo opuesto, respecto a este parámetro, encontramos los de fútbol ( $x=1.65$ ;D.S.=0,09) y hockey ( $X=1.63$ ;D.S.=0,08), existiendo diferencias significativas ( $p\leq 0,05$ ) entre ellos. Son excepción los integrantes de los equipos de ambas modalidades de voleibol entre sí, los de fútbol tocante a los de Hockey, así como los de balonmano respecto a baloncesto (Gráfico 1).

Pudiendo constatarse, además, que los valores de la desviación estándar (DS) y el coeficiente de variación (CV) del conjunto de los datos aportados individualizados por modalidad deportiva de la talla respecto

a la edad, señalan que no existe una gran dispersión entre los integrantes del propio equipo (Tabla 13).

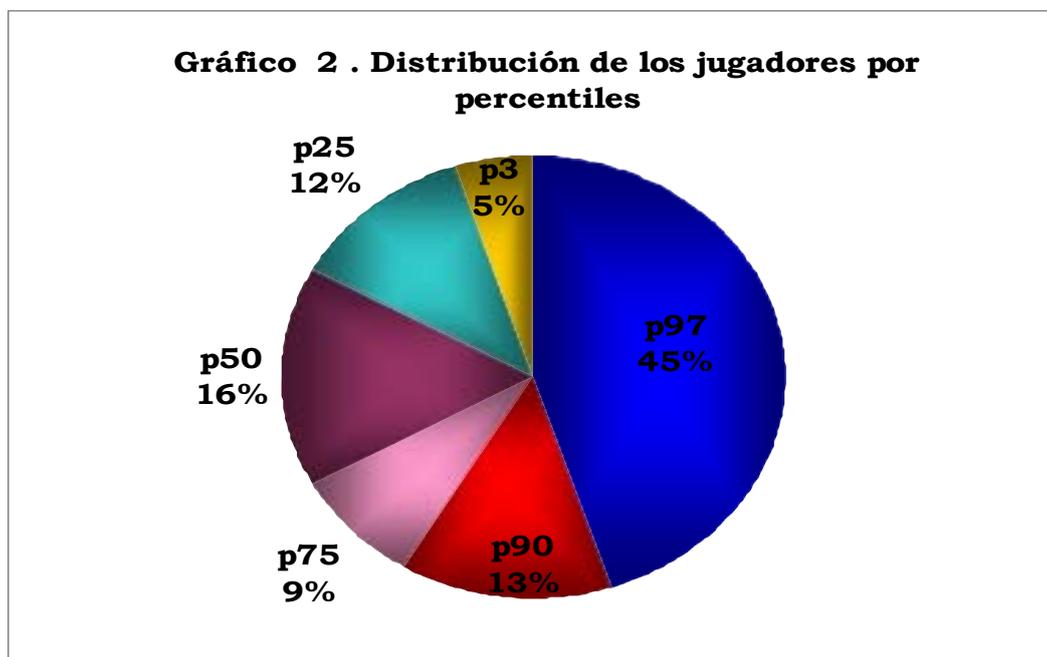


**Tabla 13. Distribución de la talla por deportes**

<b>Talla</b>	<i>BALONCESTO</i>	<i>BALONMANO</i>	<i>VOLEIBOL SALA</i>	<i>VOLEIBOL PLAYA</i>	<i>HOCKEY</i>	<i>FÚTBOL</i>
Máximo	1.88	1.89	1.97	1.97	1.73	1.77
Media	1.76	1.72	1.91	1.91	1.63	1.65
Mínimo	1.60	1.60	1.86	1.87	1.45	1.47
DS	0.08	0.08	0.04	0.04	0.08	0.09
CV	4.33	4.65	1.97	2.27	4.99	5.30

Al realizar la distribución percentilar de la talla respecto a la edad del total de jugadores de deportes con pelota estudiados en la presente investigación se pudo constatar que la media obtenida para este parámetro antropométrico (1,76m), los ubica en el percentil 90; no obstante, de modo individual, el 45% califica para percentil 97, el 13%

en el p90, situándose por debajo de la media el resto de la población de estudio. (Gráfico 2).



Es de destacar que el valor percentilar definido para la selección deportiva en Cuba, se corresponde con el p75; sin embargo, como se puede constatar en el gráfico 2, en él se ubica el 9% del total de los deportistas, quedando por debajo del mismo el 31% de los integrantes de estos deportes. Al valor extremo, representado por el p97, tributan en mayor grado los de las modalidades de voleibol (26 jugadores) que constituyen el 31,7% de todos los jugadores; por el contrario, la media de los integrantes de los equipos de hockey y fútbol los sitúa en el p50, coexistiendo en estos últimos equipos individuos que se distribuyen por todos los percentiles, incluyendo los p25 y p3, como se puede constatar en la tabla 14.

Además, es de destacar que la concentración de los individuos de mayor tamaño en el baloncesto y las modalidades del voleibol — situados por encima del percentil 75 establecido para los deportistas (tabla 14) — responde a que en estos deportes, la talla es un estricto criterio de selección deportiva.

**Tabla 14. Distribución percentilar de Talla respecto a la edad por deportes.**

Talla respecto a la edad	Cantidad de Deportistas	PERCENTILES					
		p97	p90	p75	p50	p25	p3
Baloncesto	12	7,00	3,00	0,00	1,00	1,00	0,00
Balonmano	14	3,00	2,00	6,00	2,00	1,00	0,00
Voleibol Sala	16	16,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Voleibol Playa	10	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hockey	12	0,00	1,00	1,00	6,00	3,00	1,00
Fútbol	18	1,00	5,00	0,00	4,00	5,00	3,00
TOTAL	82	37,00	11,00	7,00	13,00	10,00	4,00
	%	45,12	13,41	8,54	15,85	12,20	4,88

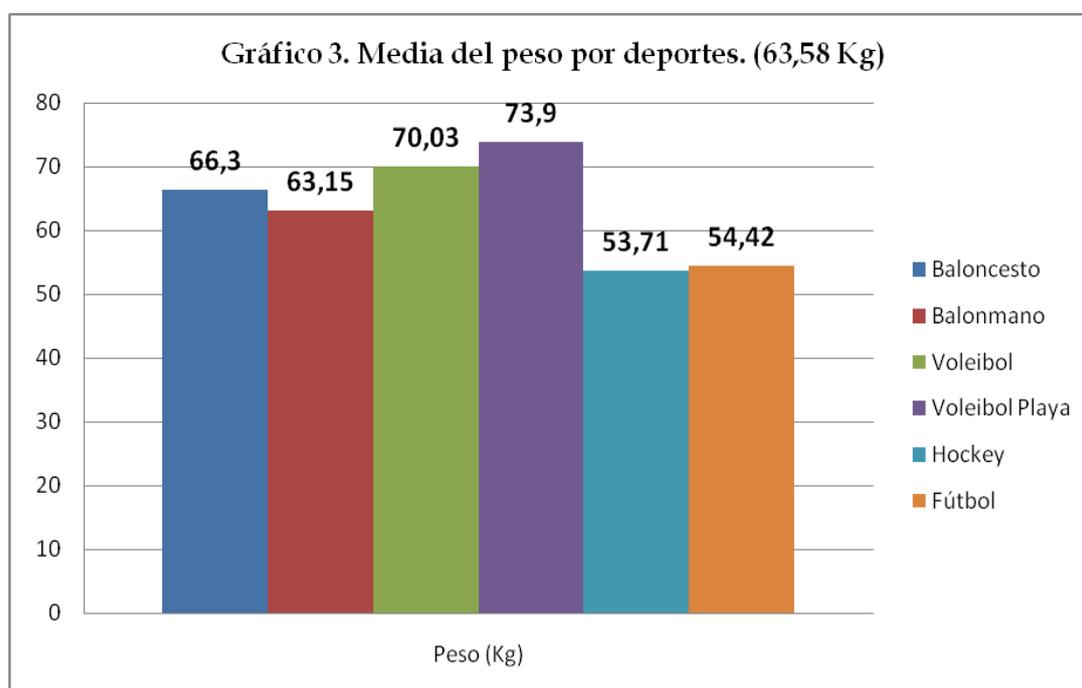
Sin embargo, en los jugadores de hockey y fútbol, a pesar de que la selección deportiva cubana parte del p75, la tendencia es condicionar la permanencia de los jugadores en dichos equipos a criterios que tienen que ver con los resultados y habilidades deportivas mostradas, más que al de alcanzar una talla mínima puesto, que en este caso, no constituye necesariamente una ventaja la posesión de jugadores en extremo altos (p97 y p90),

Sin embargo, en esta valoración no debe obviarse que los sujetos están en un momento crítico de su desarrollo y, por tanto, la posibilidad de que muchos de ellos aumenten significativamente su estatura de acuerdo con la edad. Tal consideración se basa en que la talla refleja el crecimiento lineal alcanzado y si bien estos jugadores se encuentran en el llamado límite superior del “estirón de crecimiento o pico de crecimiento”, y este sufre un proceso de desaceleración, no deja de ser progresivo y gradual hasta alrededor de los 19 años, cuando llega a

alcanzar un valor medio de 11,9 cm por encima del generado entre los 12 a 15 años en la población cubana (Gutiérrez-Muñiz et al., 2002).

### 6.1.2. Peso

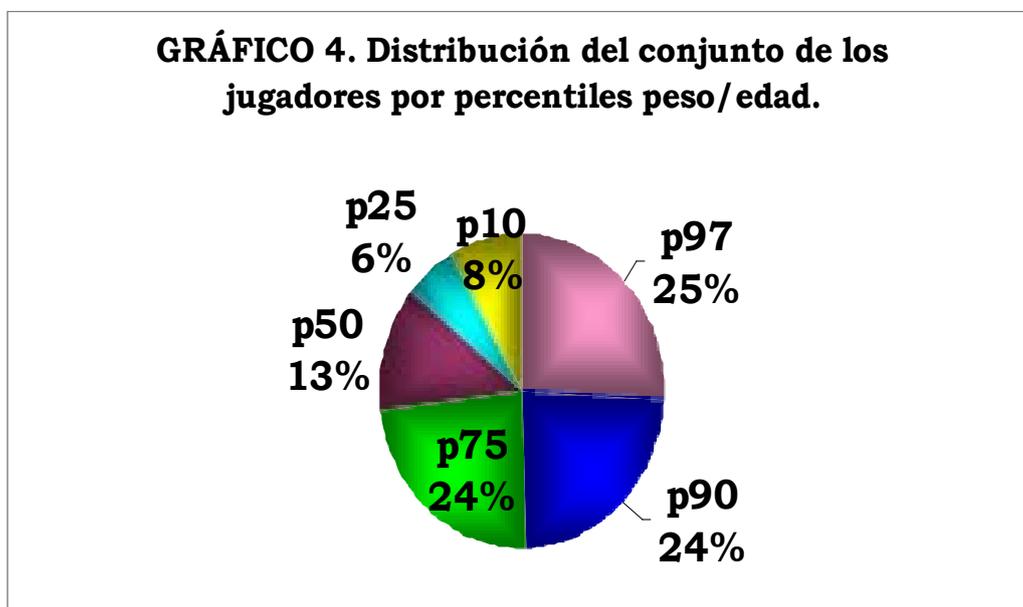
Al determinarse la media del peso respecto a la edad de los practicantes de los deportes seleccionados se constató que la misma es de 63,58 kg; siendo los jugadores de voleibol (playa y sala) los que presentan los valores más altos ( $x=70,03$ ; D.S.=3,4, y  $x=73,90$ ; D.S.=3,52, respectivamente), seguidos de los de baloncesto, mientras que en el extremo inferior se encuentran los de hockey ( $x=53,71$ ; D.S.=9,74) y Fútbol ( $x=54,42$ ; D.S.=12,64). Al igual que con la talla, se han podido constatar diferencias estadísticamente significativas entre los grupos mas extremos. (Tabla 15) (Gráfico 3)



**Tabla 15. Distribución del peso por deportes**

<b>Talla</b>	BALONCESTO	BALONMANO	VOLEIBOL SALA	VOLEIBOL PLAYA	HOCKEY	FÚTBOL
Máximo	78	83	79.5	80	69.50	68.50
Media	66.3	63.15	70.03	73.9	53.71	54.42
Mínimo	51	46	61.4	71.5	38	43
DS	10.55	17.87	3.52	3.4	9.74	12.64
CV	15.91	16.02	4.77	4.89	18.13	14.37

Sin embargo, a pesar que la media poblacional en cuanto al peso respecto a la edad de estos jugadores permite situarlos en el p75, la categorización de los mismos según los percentiles establecidos para la población cubana de igual edad y sexo, indica que existe una amplia distribución por los diferentes percentiles, salvo el p3. (gráfico 4)



En referencia a lo expresado se llama la atención sobre los valores que arrojan los percentiles 97, 90 y 75, debido a que agrupan al 75,7% de la población, como se puede constar en el gráfico 4. Estos datos

podrían hacernos pensar en la existencia de sobrepeso e incluso obesidad entre estos adolescentes, No obstante, como veremos más adelante, no se descarta la posibilidad de que un análisis de peso para la talla o el índice de masa corporal, reflejen una condición nutricional diferente a la expresada y se vincule a un gran desarrollo de la masa muscular en estos jugadores.

En la tabla 16, puede además determinarse que el mayor aporte a la ubicación de los jugadores en los percentiles extremos se encuentra dado por las modalidades de voleibol y baloncesto (p97 y p90) y hacia el extremo opuesto fútbol, hockey y balonmano.

**Tabla 16. Distribución percentilar del Peso respecto a la edad por deportes.**

Deportes	Cantidad de Deportistas	PERCENTILES						
		p97	p90	p75	p50	p25	p10	p3
Baloncesto	12	4,00	5,00	3,00	3,00	0,00	0	0,00
Balonmano	14	2,00	2,00	5,00	1,00	2,00	2	0,00
Voleibol Sala	16	4,00	8,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Voleibol Playa	10	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hockey	12	2,00	3,00	3,00	3,00	0,00	1,00	0,00
Fútbol	18	0,00	2,00	5,00	4,00	3,00	4,00	0,00
TOTAL	82	22	20	20	11	5	7	0,00
	%	26,83	24,39	24,39	13,41	6,10	8,54	0,00

Pero con independencia a lo expresado en cuanto al patrón de distribución percentilar de la población, según sus integrantes, la sola presencia de individuos por debajo del p50 (14,63%), constituye una referencia a la existencia de riesgos reales de un estado de desnutrición, considerando especialmente el estrés físico a que se encuentran

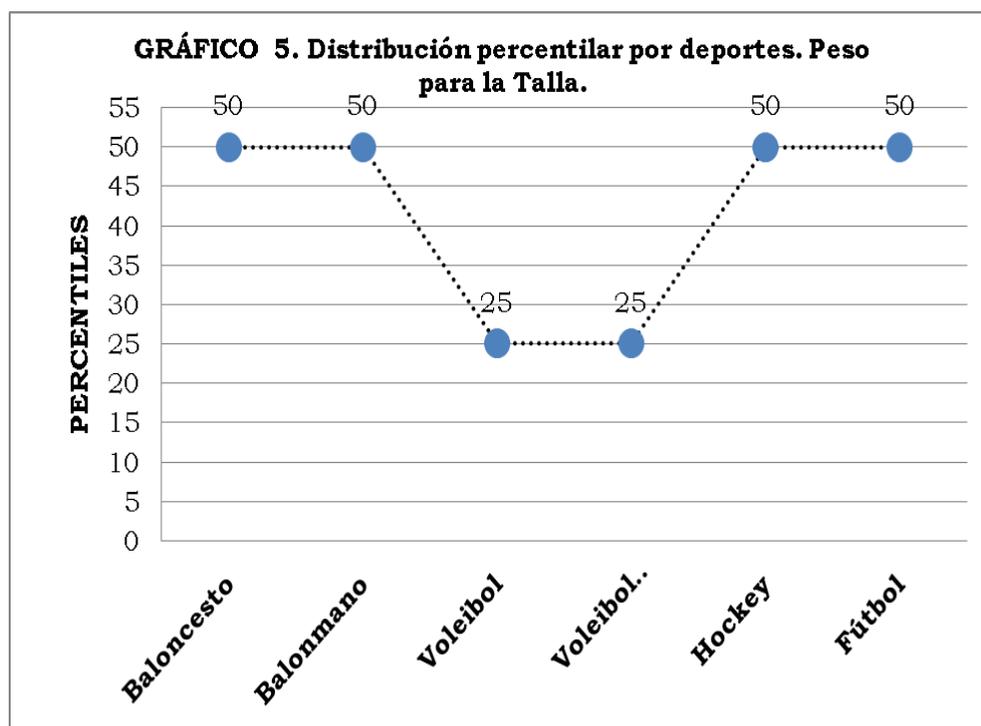
sometidos estos jugadores, con independencia de que su peso actual podría ser expresión resultante de modificaciones en su composición corporal y de una selección deportiva que no tuvo en cuenta el valor del peso corporal.

Además en la tabla 15, puede observarse que los estadígrafos de dispersión (DS y CV) en todos los deportes estudiados, con excepción de las modalidades del voleibol, son altos y significativos, por lo que no existe uniformidad en cuanto a esta variable entre los mismos.

Finalmente, hay que recordar que el peso, cuando aún no se ha concluido el desarrollo, depende tanto del crecimiento del esqueleto como de los cambios de la composición corporal, ganancia de grasa y músculos (Monterrey & Porrata, 2001), por lo que se encuentra notablemente influido tanto por el aspecto alimentario-nutricional como la ejercitación física desarrollada y la talla alcanzada

### **6.1.3. Índice de Peso para Talla.**

Los datos obtenidos de las variables antropométricas talla y peso, favorecen la clasificación del estado nutricional de los deportistas analizados en cuanto a la relación peso para la talla, según las normas antropométricas cubanas; constatándose que la mayor parte se ubican en el percentil 50, coincidente con la media de cuatro de las seis modalidades deportivas estudiadas (Gráfico 5); la excepción son el voleibol de sala y voleibol playa, que se ubican en el p25, lo que indica que, si bien, como ya hemos visto, en estos casos, son individuos de gran tamaño y su peso corporal absoluto se encuentra en los percentiles 90 y 97 fundamentalmente, por el contrario no presentan la proporcionalidad esperada entre ambos parámetros; lo que puede estar dado por el rigor de las actividades físicas que desarrollan durante su entrenamiento deportivo y sugiere, como se verá más adelante, un mayor gasto calórico en estos sujetos que el resto.



En la tabla 17 se puede comprobar que solo poco más de un tercio de los deportistas analizados (36,58%) se ubican en niveles superiores o iguales al p75, mientras que el 63,42% lo hace por debajo de este valor de referencia, apareciendo individuos incluso en percentiles p10 y p3 que, según Díaz-Sánchez (1999) o Peña, Madruga & Calvo (2001), podrían considerarse como marcadores de estado de desnutrición.

En este sentido, llama especialmente la atención los datos aportados por el voleibol sala, con más de la mitad de sus jugadores (56,25%) por debajo del percentil 50 y un número muy significativo de jugadores en el p10 (31,25%). Algo similar, aunque menos acusado, ocurre con el voleibol playa (50% < p50 y 10% ≤ p10) y balonmano (50% < p50 y 21,43% < p10)

**Tabla 17. Distribución percentilar del Peso para la Talla por deportes**

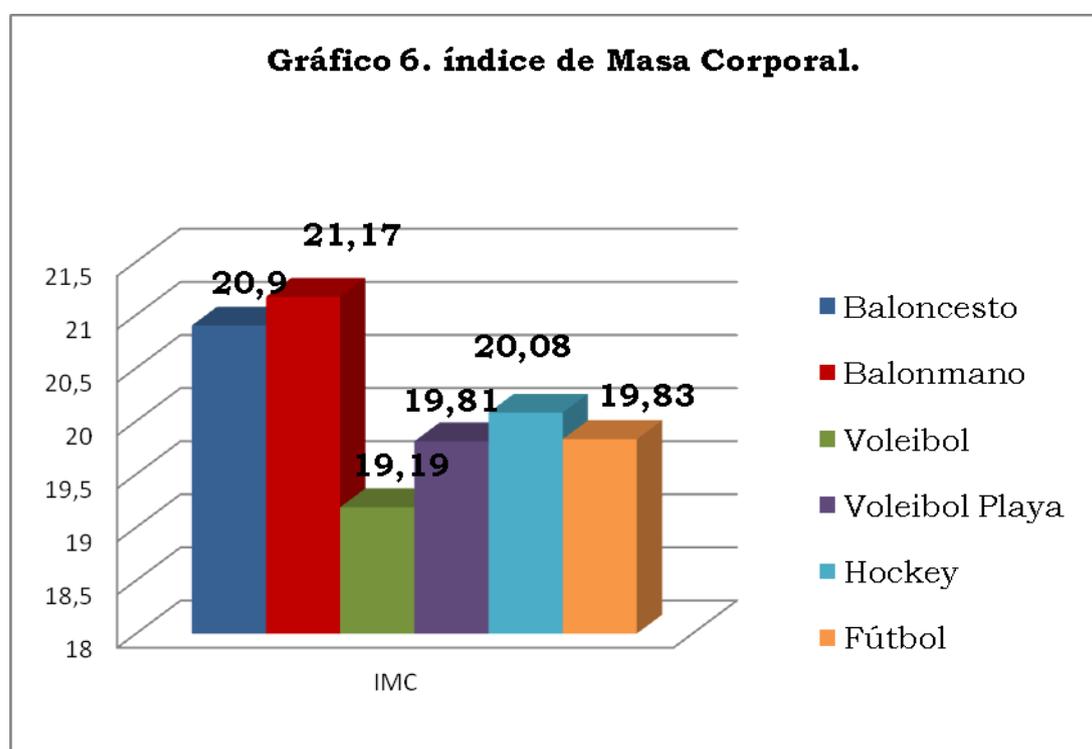
Deportes	Cantidad de Deportistas	PERCENTILES						
		p97	p90	p75	p50	p25	p10	p3
Baloncesto	12	2,00	3,00	1,00	4,00	0,00	2	0,00
Balonmano	14	0,00	4,00	3,00	0,00	4,00	0	3,00
Voleibol Sala	16	0,00	2,00	1,00	4,00	4,00	5,00	0,00
Voleibol Playa	10	0,00	1,00	1,00	3,00	4,00	1,00	0,00
Hockey	12	0,00	1,00	5,00	2,00	3,00	1,00	0,00
Fútbol	18	0,00	1,00	5,00	8,00	3,00	1,00	0,00
TOTAL	82	2,00	12,00	16,00	21,00	18,00	10,00	3,00
	%	2,44	14,63	19,51	25,61	21,95	12,20	3,66

De la valoración de los datos acerca del peso para la talla, queda claro que los deportistas muestran una tendencia generalizada alejada del p75 recomendado para los deportistas cubanos; lo que los sitúa en condición de riesgo de desnutrición más que en posibilidad de alcanzar el percentil indicado, muy posiblemente como consecuencia del desgaste natural derivado de un incremento de la actividad física por encima de los requerimientos normales de la población adolescente no deportiva, además del gasto por la fase de desarrollo ontogénico en que se encuentran. Precisamente por el gasto energético nutrimental acaecido durante el período de entrenamiento, los sujetos de la modalidad de voleibol son los que muestran peores condiciones (peso/talla en percentil 25).

#### 6.1.4. Índice de Masa Corporal

De acuerdo a los resultados obtenidos de la medición de peso y talla se realizó también el cálculo del Índice de Masa Corporal (índice de Quetelet), obteniendo como valor promedio de todo el grupo un índice de 20,19, lo que nos permite ubicarlo el percentil 50, por debajo de lo establecido a nivel nacional para los deportistas, coincidiendo estos resultados con los obtenidos al valorar el peso respecto a la talla, pero dentro de la condición de normo peso teniendo en cuenta las categorías establecidas para el conjunto de la población.

Es de destacar que los únicos jugadores que como media de equipo se ubican en el percentil 75 son los de baloncesto y balonmano, con IMC de 20,9 y 21,17 respectivamente, el resto sitúa a sus integrantes en el p50; sin embargo, no existen diferencias estadísticamente significativas entre ellos.



**Tabla 18. Valores determinados del IMC por deporte.**

<b>IMC</b>	BALONCESTO	BALONMANO	VOLEIBOL SALA	VOLEIBOL PLAYA	HOCKEY	FÚTBOL
Máximo	26,42	23,85	21,1	20,1	23,77	21,86
Media	20,9	21,17	19,81	19,56	20,09	19,83
Mínimo	16,35	17,36	19,73	18,37	17,63	16,71
DS	2,59	2,14	0,96	0,88	2,14	1,53
CV	12,37	10,09	4,83	4,48	10,63	7,72

Se puede observar en la tabla 19 que una fracción importante de los jugadores (59,76%) se encuentra ubicada en el p50, lo que corrobora los valores medios obtenidos para los equipos deportivos al analizar el índice de peso para talla. Debe señalarse igualmente que el 74,3% de los deportistas se distribuyen entre los percentiles p50 y p10, y aunque tales canales percentilares no son indicadores de la existencia de estados de desnutrición energético nutrimental en la población cubana, representan marcadores de la potencialidad de aparición de la misma dado el estrés físico a que se someten durante el período de entrenamiento diario, por otro lado, debe considerarse que el IMC se encuentra altamente correlacionado con el peso y es independiente de la talla. (Díaz-Sánchez, 1999)

Es de destacar que en las dos modalidades de voleibol (y en hockey) todos los jugadores se ubican por debajo del percentil recomendado para los deportistas cubanos. Lo que confirma lo analizado al valorar el peso para la talla.

Según Daniels et al., (1997), el IMC se correlaciona con la medida de grasa corporal en niños y adolescentes.

**Tabla 19. Distribución percentilar del Índice de Masa Corporal por deportes**

Deportes	Cantidad de Deportistas	PERCENTILES						
		p97	p90	p75	p50	p25	p10	p3
Baloncesto	12	1,00	2,00	3,00	4,00	2,00	0	0,00
Balonmano	14	0,00	5,00	3,00	4,00	2,00	0	0,00
Voleibol Sala	16	0,00	0,00	0,00	16,00	0,00	0,00	0,00
Voleibol Playa	10	0,00	0,00	0,00	7,00	3,00	0,00	0,00
Hockey	12	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	0,00	0,00
Fútbol	18	0,00	0,00	7,00	6,00	3,00	2,00	0,00
TOTAL	82	1,00	7,00	13,00	49,00	10,00	2,00	0,00
	%	1,22	8,54	15,85	59,76	12,20	2,44	0,00

A su vez, Monterrey & Porrata (2001), destacan que “...el IMC refleja las reservas corporales de energía y lo hacen un buen descriptor de estados deficitarios, es por ello que permite describir, además de la presencia de obesidad, la deficiencia energética crónica (DEC), caracterizada por un estado estable del balance energético, en el que el gasto energético es igual a la ingestión de energía, pero se llega a este estado de balance porque el organismo regula o reduce la actividad metabólica como respuesta a bajas ingestiones de energía. Este proceso de adaptación o termorregulación ocasiona reducciones en el peso corporal y limitaciones en la actividad física...”.(p4); por lo que, en consideración a los criterios antes vertidos, se puede considerar que los deportistas que no se sitúan en el p75, en relación a su IMC en los deportes estudiados, se encuentran sometidos a diferentes riesgos, en particular la depresión de sus reservas lipídicas energéticas, de mantenerse por períodos prolongados de tiempo sometidos a un trabajo

aeróbico como el que tiene lugar en su preparación física general, requiere un seguimiento antropométrico nutricional particular.

#### **6.1.5. Composición Corporal.**

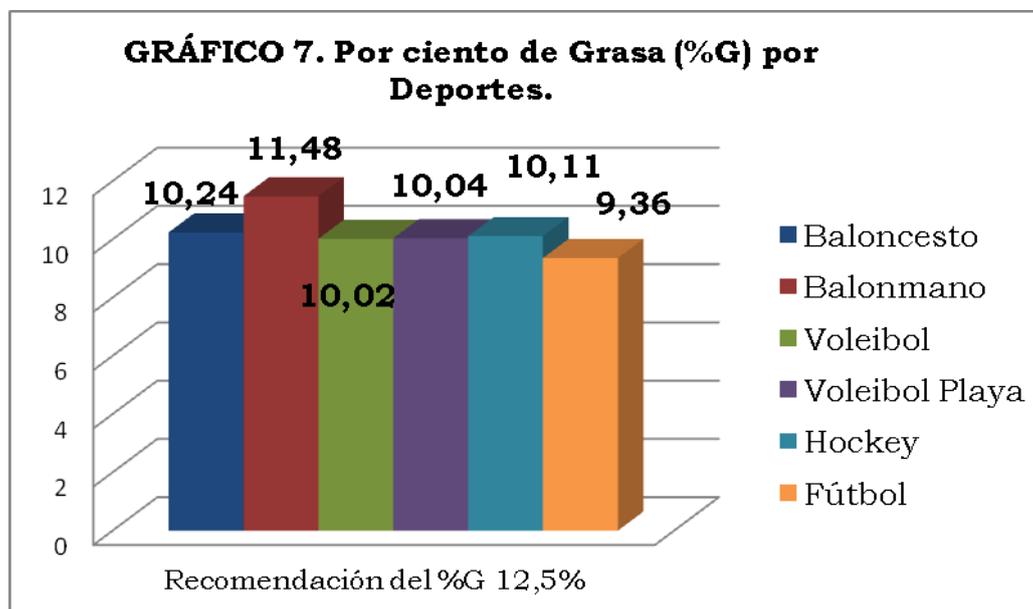
Los cambios que tienen lugar en el desarrollo físico durante la adolescencia, se reflejan en la composición corporal con modificaciones en la cantidad y distribución de la grasa corporal y del tejido muscular, así como con un incremento del peso respecto a etapas anteriores,; por lo que su análisis en deportistas aporta información útil para una más precisa determinación acerca del estado nutricional de los jugadores, según lo establecido para los deportes y categoría estudiada en la presente investigación.

Al analizar la media del por ciento de grasa (%G) y el índice de sustancia activa (AKS) de los jugadores de los deportes con pelota objeto de estudio en la presente investigación, se pudo constatar que se encuentran por debajo de los parámetros establecidos por el Instituto de Medicina Deportivo para Cuba, lo que corrobora lo obtenido al analizar el índice de Peso para Talla y el índice de Masa Corporal. (tabla 12)

El valor medio del %G de estos jugadores es de 10,20%, lo que indica que se encuentra por debajo de la media nacional establecida para deportes con pelota (12,5%), por el Instituto de Medicina Deportiva de Cuba, existiendo diferencias significativas entre este valor medio obtenido y dicha recomendación.

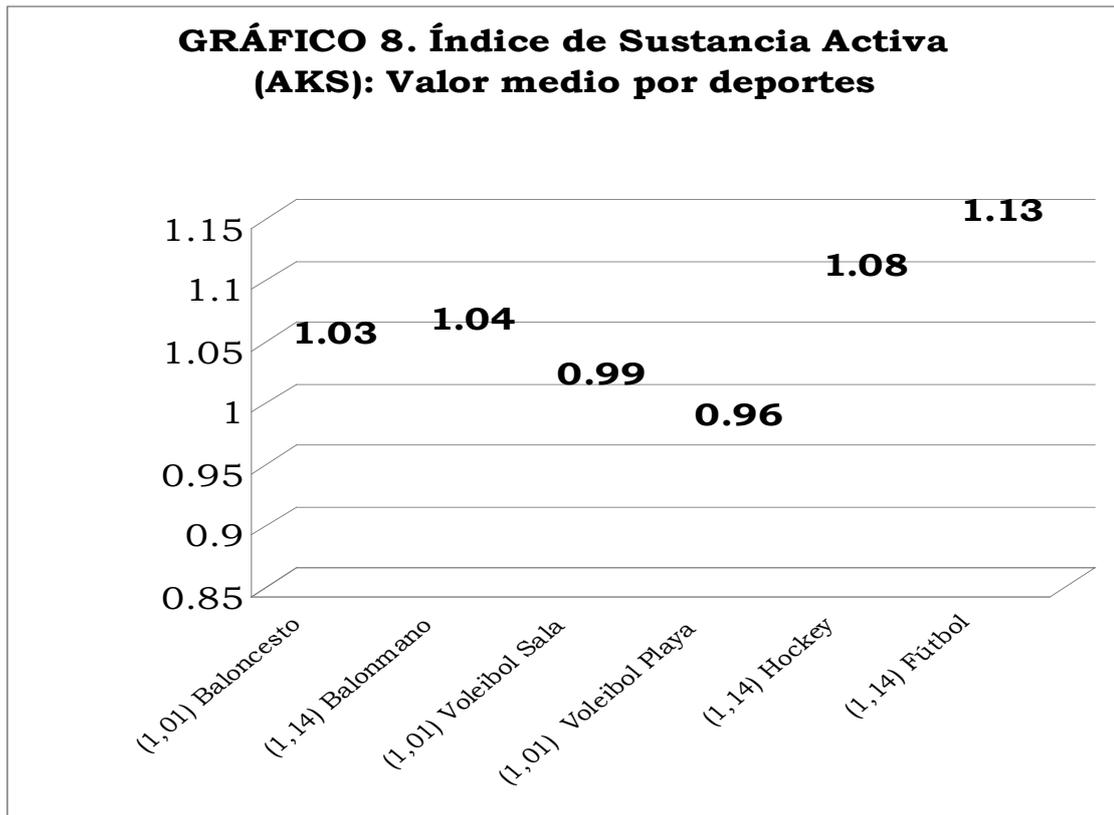
Al respecto, se pudo constatar que esta misma situación se manifiesta al comparar la media obtenida para cada uno de los equipos deportivos y la recomendada para estos deportes. Los más cercanos a tal parámetro son los integrantes del equipo de balonmano, mientras

que los más alejados son los del equipo de fútbol, no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre todos ellos. (Gráfico 7)



La media del AKS encontrada en nuestro estudio es de 1,03, mientras que la media nacional establecida por el Instituto de Medicina Deportiva de Cuba para los deportes con pelota y en esta etapa del entrenamiento es de 1,14, exceptuando baloncesto y voleibol para los cuales se establece un AKS de 1,01.

Si hacemos una valoración individual por deportes (gráfico 8), podemos observar como únicamente los integrantes del equipo de baloncesto, con un valor medio de 1,03, se sitúa por encima de la referencia nacional establecida; el resto presentan valores inferiores a lo definido para sus respectivos deportes; siendo los de mayor depresión los practicantes de las modalidades del voleibol, balonmano y hockey; estos dos últimos con diferencias estadísticamente significativas respecto a la media nacional.



En lo referente a la especialidad de voleibol, nuestros datos coinciden con los resultados obtenidos por Estupiñán & Fernández (2007) en la provincia de Matanzas ( $0.90 \pm 0.25$ ) para la misma categoría y sexo en el alto rendimiento; sin embargo, dicha autora señala %G más elevados ( $13,42 \pm 2.08$ ), que los obtenidos por nosotros en de Ciego de Ávila.

En el caso particular del baloncesto se determinó que el 41.6% de sus jugadores se encuentran por encima del valor medio del %G calculado, y su AKS, excede del valor referencia a obtener en esta etapa de preparación física general, acercándose a los valores esperados para la siguiente etapa de preparación física especial. En este caso, según los datos conocidos hasta ahora, se plantea una situación en la que los jugadores de baloncesto, peso a los valores absolutos de peso y talla, en realidad se encuentran por debajo del peso que debían manifestar, con un por ciento de grasa y AKS, que difiere de lo recomendado para la

categoría y deporte (situación ésta última que se repite en el balonmano) y los sitúa en un estatus cercanos a los límites inferiores del rango de tolerancia fisiológica que les impone la actividad física deportiva que realizan.

Los resultados obtenidos en cuanto al %G, denota que las reservas energéticas lipídicas de los jugadores estudiados se encuentran deprimidas respecto a los valores ideales indicados para estos deportes; lo que pone en riesgo la capacidad de los mismos para sostener un trabajo físico aeróbico a partir de las propias reservas por períodos de tiempo prolongados, limitando así su ejecutoria deportiva en acciones competitivas. Por otro lado, esta situación puede estar afectando a su componente muscular, ya que según Amzallag (2000) podrían llegar a catabolizar hasta el 25% de su composición corporal proteica. Además, esta depleción sería independiente (no quedaría reflejada) de la valoración nutricional calificada a través del IMC (Gastmann & Lehmann, 1998).

En cuanto a los valores del A.K.S, salvo en el baloncesto, en todos los demás casos se encuentran deprimidos respecto a los de referencia para esta etapa de de preparación, no pudiendo llegar a establecerse ningún tipo de correlación entre este parámetro y el %G ( $r=-0,010$ ;  $p=0,939$ ) como a priori cabría esperar.

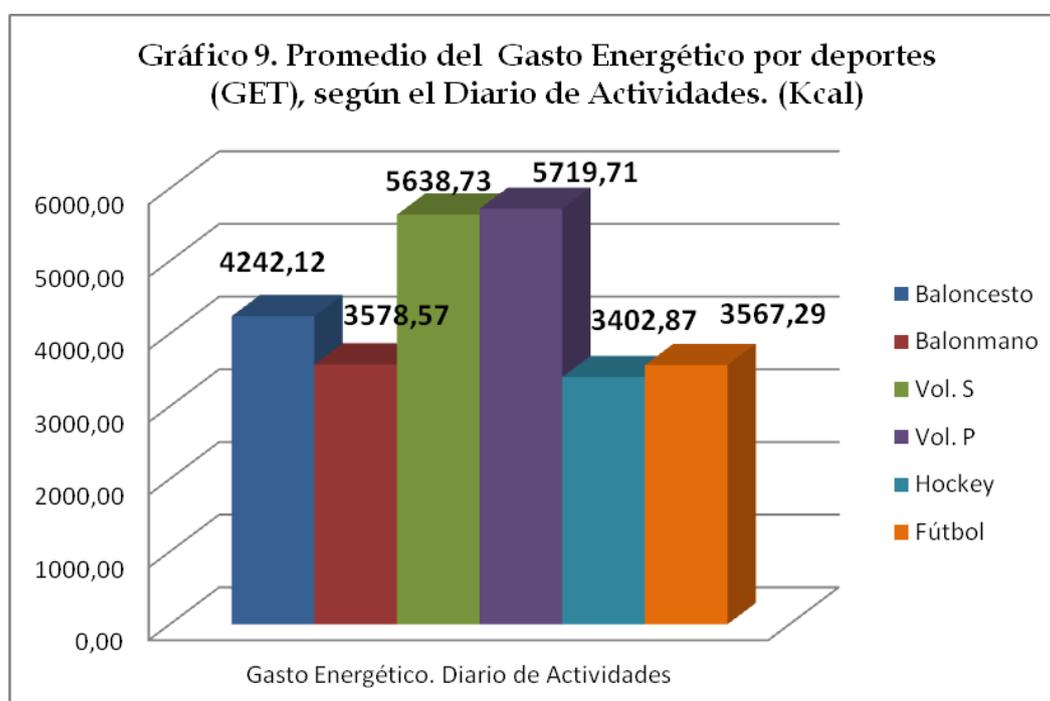
## **6.2. GASTO ENERGÉTICO.**

Como ya se comentó, el análisis del gasto energético se realizó a partir de los datos obtenidos tanto mediante el cuestionario recordatorio de 24 horas de actividades realizadas, como de la estimación de requerimiento energético mediante la ecuación de la Food and Nutrition Board del Institute of Medicine estadounidense.

Para la valoración del gasto energético, al igual que en el caso de la antropometría nutricional, se parte de un análisis general de todos los jugadores practicantes de deportes con pelota, para posteriormente particularizar en aspectos singulares de los deportes considerados en este estudio.

### 6.2.1. Gasto Energético Total, según Diario de Actividades.

Al determinar el gasto energético diario (GET) según la encuesta del Diario de Actividades por recordatorio de 24 horas se obtuvo un gasto calórico promedio de  $4358,22 \pm 1063,29$  Kcal, con un coeficiente de variación (CV) de 24,41%, lo que indica la existencia de una dispersión estadística significativa entre el conjunto de los integrantes de estos equipos deportivos, siendo el de mayor gasto energético diario el voleibol, modalidades de sala y playa, con totales de 5638,73 Kcal y 5719,71 Kcal respectivamente y en el extremo opuesto encontramos al fútbol y el hockey (3567,29 y 3402,87 Kcal. respectivamente). (gráfico 9)



Las actividades con mayor consumo de energía en los jugadores de todas las modalidades deportivas analizadas son las dedicadas al entrenamiento deportivo con valor promedio de  $1983,56 \pm 714,28$  Kcal, con un coeficiente de variación de 36,01% y las de tipo sedentaria, donde se agrupan las correspondientes al estudio y al sueño nocturno, con  $1141,92 \pm 231,02$  Kcal y un coeficiente de variación de 35,17%.

Merece la pena destacar que a las actividades deportivas se les dedica un tiempo aproximado dos a tres horas diarias, mientras que en las segundas se emplean hasta catorce horas diarias. Debe observarse, además, que tanto la desviación estándar como el coeficiente de variación del gasto en ambas es elevado, señalando una gran dispersión entre los deportistas.

Es de destacarse igualmente que existen diferencias marcadamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre los valores de gasto energético de las actividades físicas dedicadas al deporte y el resto de las acciones desarrolladas a lo largo del día; consumiendo las primeras aproximadamente el 45,51 % de la energía total gastada en un período de 24 horas.

Considérese que si bien estos jugadores no son profesionales del deporte, dedican un tiempo relativamente apreciable a su preparación física, general o especial, con volúmenes y capacidades de carga variable y de relativa intensidad. Por tanto, no es el tiempo lo que determina que sean estas las actividades de mayor gasto energético, sino la intensidad de la misma, pues el mayor período de su vigilia lo emplean en las denominadas “actividades sedentarias” y básicamente a las horas de docencia y autoaprendizaje; detectándose una disminución de las actividades físicas de manera muy drástica luego de cumplir con sus tareas fundamentales: el estudio y el entrenamiento.

**Tabla 20. Clasificación de las Actividades Cotidianas desarrolladas por los deportistas en 24 horas y gasto energético (Kcal)**

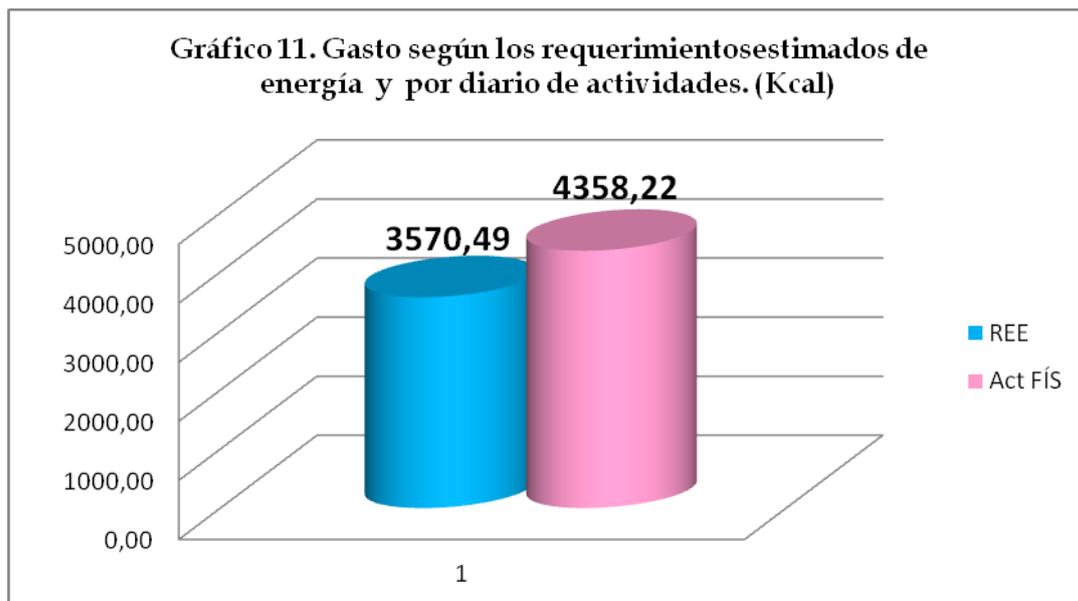
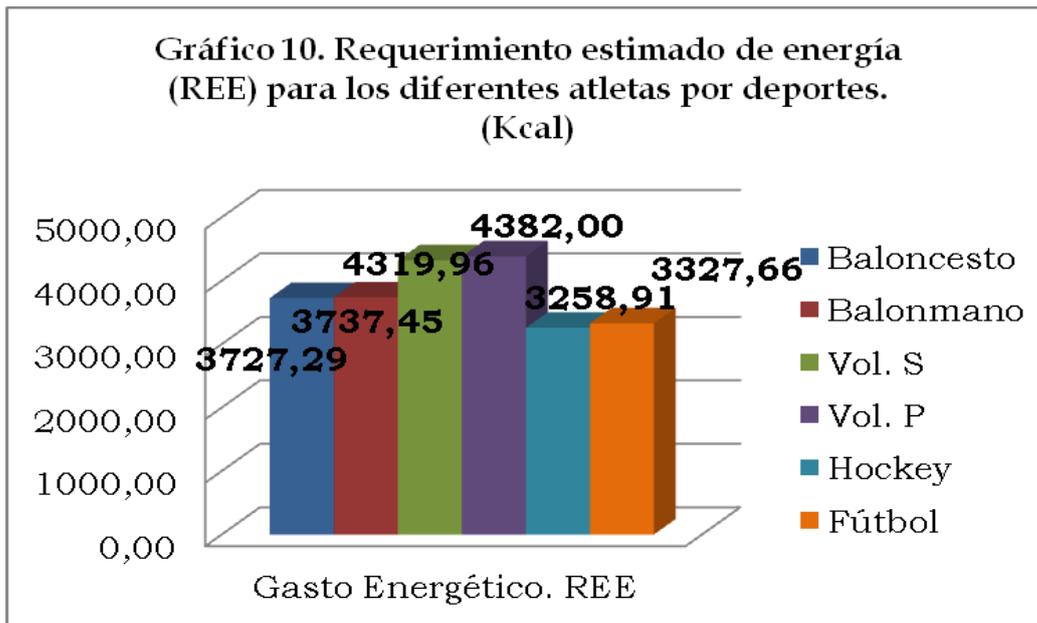
DEPORTES	Sedentarias			Higiene personal	Domésticas	Recreativas	Ejercicios Conserv. Salud	Deporte	Alimentación	Locomoción	Gasto Energético total
	Docencia	Dormir									
Baloncesto	478,26	665,46		250,81	7,16	236,81	0,00	2273,38	173,53	156,72	4242,12
Balonmano	527,06	502,41		81,36	65,38	400,81	120,08	1255,67	89,55	536,26	3578,57
Vol. Sala	585,14	814,18		112,86	25,00	191,02	74,06	2766,39	81,62	988,47	5638,73
Vol. Playa	590,99	822,32		113,99	47,33	195,44	74,80	2794,05	82,44	998,35	5719,71
Hockey	492,54	453,90		50,24	35,43	204,26	75,68	1414,23	86,42	590,17	3402,86
Fútbol	520,66	498,62		101,46	50,22	239,85	100,69	1397,64	86,95	672,65	3567,29
<b>MEDIA</b>	532,44	626,15		121,85	38,42	244,70	74,22	1983,56	100,09	657,10	4358,22
DS	46,69	165,31		76,71	20,55	79,24	40,78	714,28	36,10	314,95	1063,29
CW	8,77	26,40		62,96	53,49	32,38	54,95	36,01	36,07	47,93	24,40

Si se observa la tabla 20, se puede comprobar que las actividades “recreativas” y “ejercicios para la conservación de la salud” como promedio presentan valores de gasto energético muy reducido, indicador de la baja intensidad y poco tiempo que se dedica a las mismas. No obstante, estas actividades, tienen un elevado componente volitivo y de preferencias individuales muy dispares que finalmente se revierten en condición de diversión personal, especialmente en personas que gozan de una buena condición física; lo que queda reflejado igualmente en los altos valores de los estadígrafos de dispersión.

### **6.2.2. Gasto Energético según fórmulas de Requerimientos Estimados de Energía.**

Este método nos permite un estimación teórica de lo que se espera consuman en energía alimentaria los jugadores de los distintos deportes, pudiendo constatarse que la media del mismo es de 3570,49, D.S.= 447, 09 Kcal y un coeficiente de variación de 12,13%, lo que indica que la dispersión no alcanza una significación tan elevada como en el caso del gasto energético según el diario de actividades; sin embargo, coincide en el hecho de que los jugadores con mayor gasto energético son los pertenecientes a los equipos de voleibol de sala y playa con 4319,96 Kcal y 4382 Kcal respectivamente y los de menor gasto calórico son los integrantes de los equipos de hockey (3258,91 Kcal) y fútbol (3327,66 Kcal).(Gráfico 10).

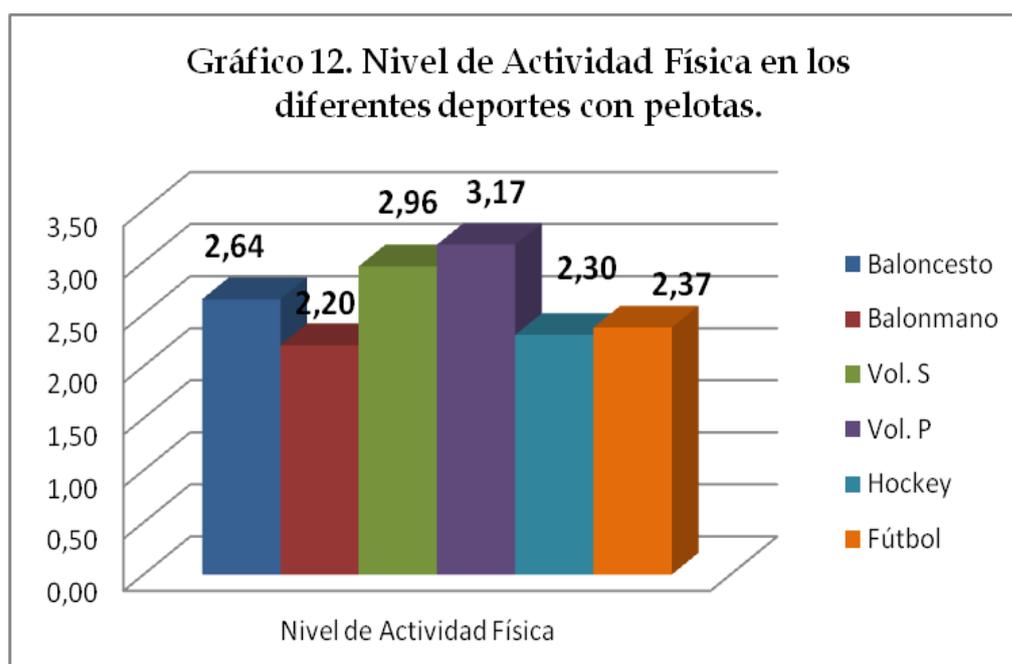
Además, puede observarse en el gráfico 11, que el valor medio de los resultados obtenidos según esta fórmula del GET son significativamente inferiores a los obtenidos por el recordatorio 24h (REE); situación que se repite al comparar los resultados de forma individualizada para cada deporte, exceptuando el balonmano.



Las diferencias entre ambos valores, GET y REE en la población estudiada, constituyen una señal inequívoca de que las ecuaciones para determinar el REE deben utilizarse de manera discreta en el caso de los deportistas, ya que la realidad señala que los valores de gasto por actividades físicas cotidianas exceden el pronóstico definido por Godnic (2002).

### 6.2.3. Nivel de Actividad Física.

Para el cálculo del Nivel de Actividad Física fueron utilizados los datos correspondientes al GET obtenido del modo ya descrito y los valores de la Tasa Metabólica Basal (TMB). El valor promedio del nivel de actividad física determinado para el conjunto de los individuos ha sido de  $2,54 \pm 0,39$ , (un coeficiente de variación de 15,31%) que se corresponde con un coeficiente de actividad física (AF) de 1,42, y una clasificación de muy activo. Los valores más elevados son los del voleibol en sus dos modalidades (2,96 y 3,17 respectivamente), seguidos por los de baloncesto (2,64); y en el extremo opuesto, con diferencias estadísticamente significativas, encontramos a los jugadores de balonmano (2,20), hockey (2,30) y fútbol (2,37) (Gráfico 12).

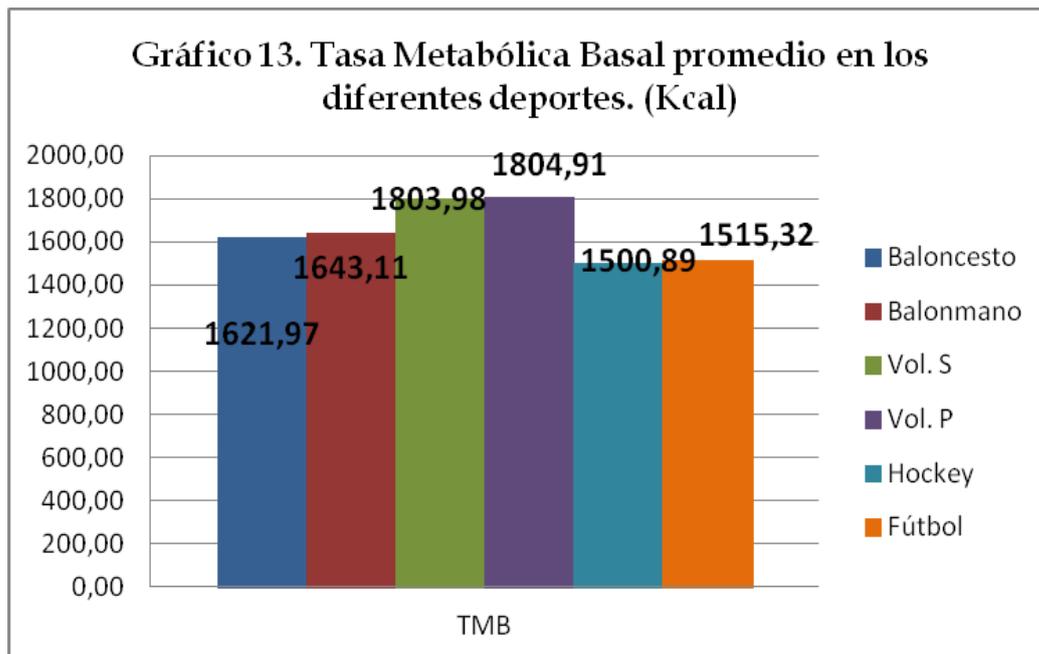


Estos valores del nivel de actividad física guardan una estrecha correlación con los resultados de gasto energético según los métodos aplicados; es decir, los jugadores de mayor gasto energético coinciden con los de mayor nivel de actividad física., lo que es compatible con el

hecho de que, en estos sujetos, el principal componente del gasto energético total, sea el gasto por actividad física deportiva

#### 6.2.4. Tasa Metabólica Basal.

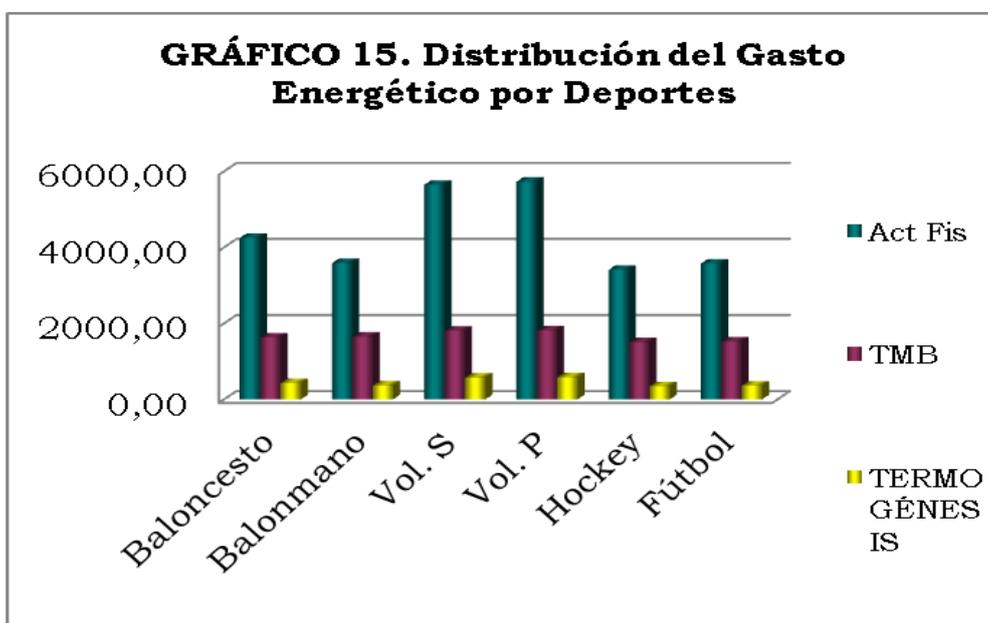
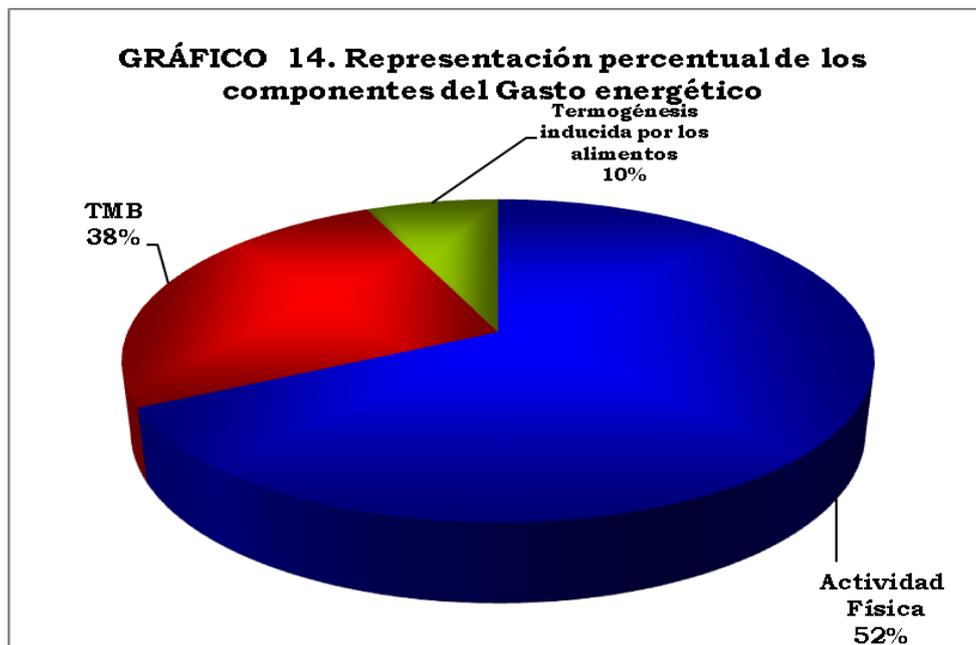
En cuanto a los resultados de la Tasa Metabólica Basal (TMB) el valor promedio obtenido es de  $1617,24 \pm 122,31$  Kcal, (C.V.= 7,46%,) correspondiendo los valores más elevados con los jugadores de los equipos de voleibol de playa y voleibol sala con 1804,91 Kcal y 1803,91 Kcal respectivamente, y los de menos valor son los de los equipos de hockey y fútbol con valores de 1500,89 Kcal y 1515,32 Kcal para cada uno de ellos como promedio. (Gráfico 13). Diferencias que no ha resultado ser estadísticamente significativas. ( $p > 0,05$ ).



Según Suárez (2001) y Metral (2006), el peso magro es considerado como el mejor predictor de la tasa metabólica basal, representando el principal componente de las necesidades energéticas diarias en población n deportista. De acuerdo con ello se considera justificado que sean los jugadores de las modalidades de voleibol los que manifiesten los mayores valores de la TMB, por ser precisamente

ellos los de mayor tamaño peso y menor por ciento graso en sus organismos.

Ahora bien, los componentes del Gasto Energético comprenden tanto la Tasa Metabólica Basal, como el Gasto por Actividad Física realizada, así como la Termogénesis inducida por los Alimentos; por lo que, considerando los valores de los dos primeros y partiendo del principio de que el tercero representa solo un 10%, la proporción del gasto total correspondiente a cada uno de los componentes en la población estudiada, es la representada en el gráfico 14.

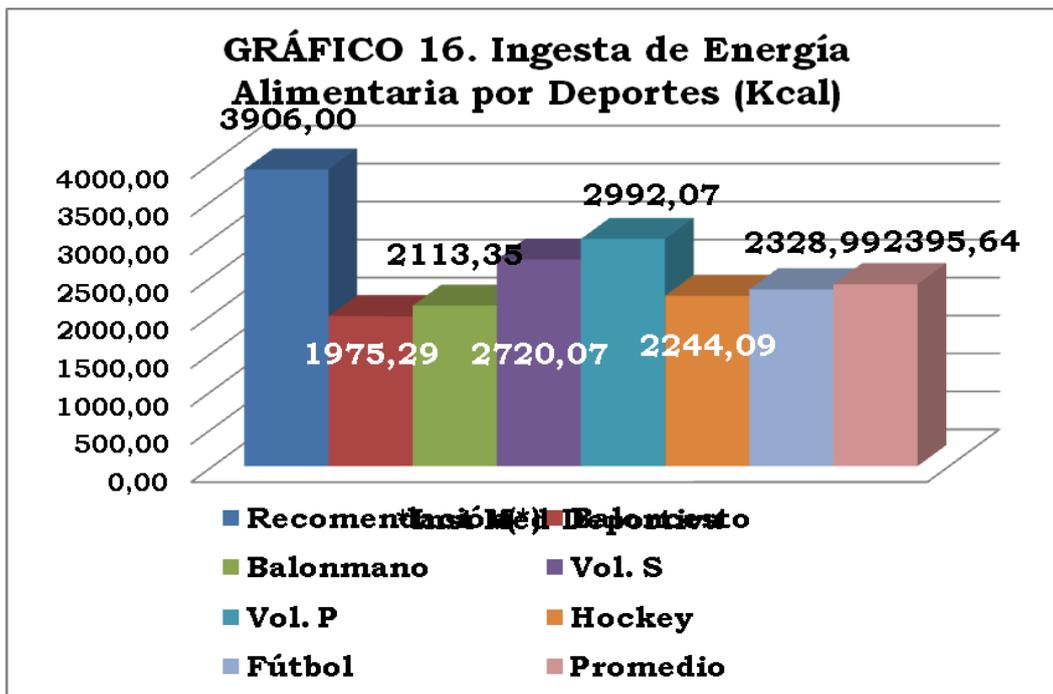


### 6.3. INGESTA ENERGÉTICO NUTRIMENTAL

La ingesta energético nutrimental se determinó a partir del cuestionario por recordatorio de 24 horas, aplicada durante cuatro semanas consecutivas.

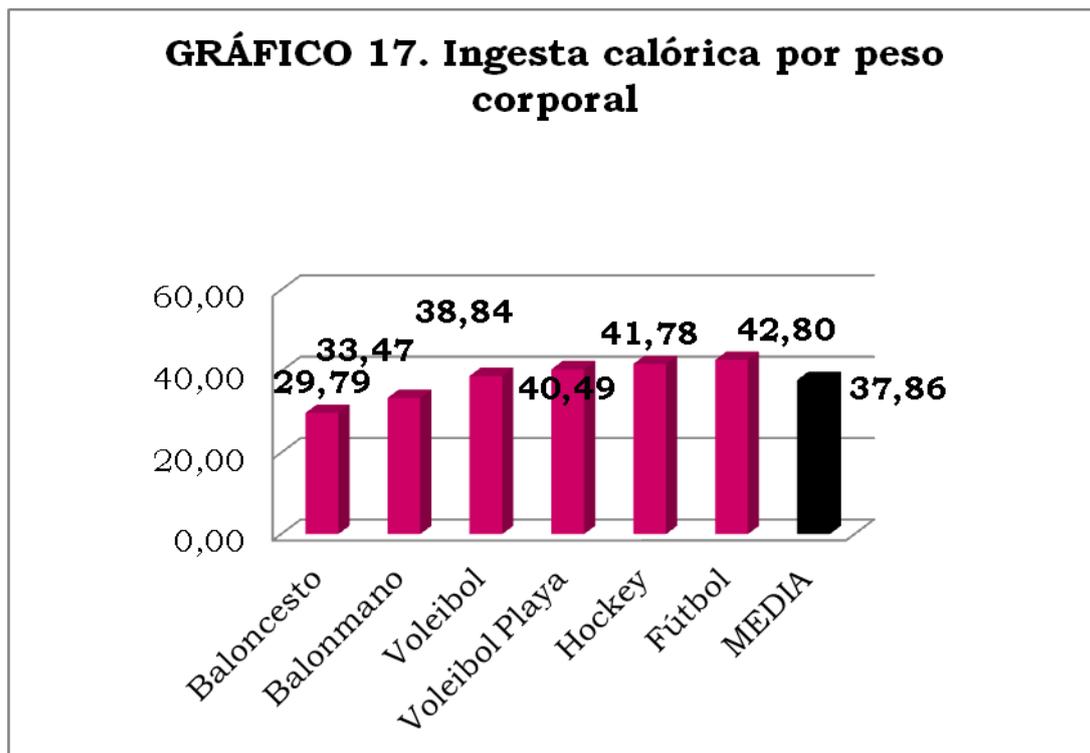
El análisis de la disponibilidad de nutrientes en la ración diaria de alimentos (RDA), se realizó considerando separadamente macronutrientes y micronutrientes, tanto en la población general estudiada como por modalidades deportivas.

El valor promedio de ingesta real obtenido para la totalidad de los deportes con pelota estudiados es de  $2395,64 \pm 728,37$  Kcal que resulta ser significativamente inferior a lo recomendado por el Instituto de Medicina Deportiva (Cuba) para estas modalidades deportivas y categoría (gráfico 16). El valor más bajo se da entre los jugadores de baloncesto con  $1975,29 \pm 409,33$  Kcal., mientras que el más elevado corresponde al voleibol de playa con  $2992,07 \pm 308,53$  Kcal.



Esta situación de aporte energético insuficiente, no mejora si se valora el aporte relativo por kg de peso corporal, ya que el aporte promedio estimado para el conjunto de nuestra población es de 37,86 kcal/kg de peso/día, mientras que, según González-Gross et al., (2003), en términos generales, se recomienda la ingesta de 45-50 kcal/kg de peso corporal/día para los deportistas que entrenen durante más de 75-90 min/día (valores inferiores podría conducir a un riesgo de inmunodepresión).

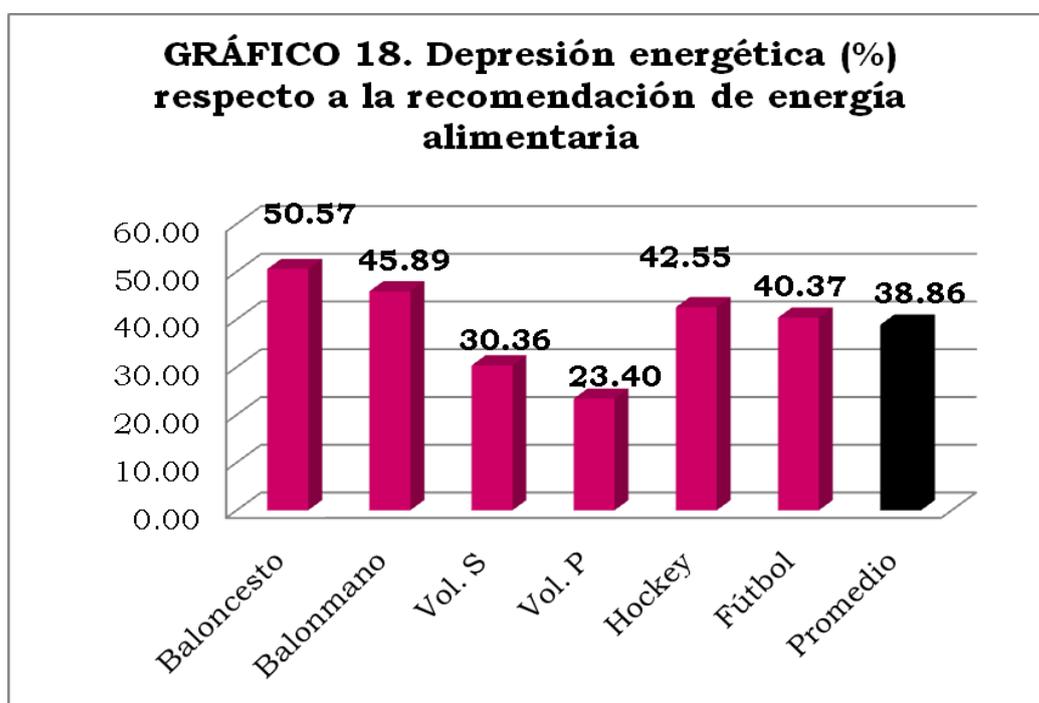
En el gráfico 17 se puede observar el consumo de energía por kilogramo de peso corporal de los jugadores en cada uno de los deportes estudiados y como ninguno de ellos alcanza los valores recomendados; e incluso se manifiestan estados de alarma, como ocurre con el baloncesto y el balonmano.



En cualquier caso, nos parece un desacierto considerar únicamente un valor medio para la recomendación en la ingesta de energía, sino que consideramos más adecuado, especialmente entre los deportistas, hacer propuestas individualizadas que se encuentre acorde

con las necesidades reales de los individuos y se corresponda con los niveles de gasto energético en que se involucran, de tal modo que contribuya a la conservación de su condición física y estado de salud presente y futuro. Máxime si tenemos en cuenta que la combinación de la reducción de ingesta calórica con la actividad física intensa puede producir una pérdida de grasa corporal de hasta el 98% (Cooper, 2001) Así, de acuerdo a lo antes expresado, en el caso de nuestros deportistas, puede considerarse la posibilidad de una depresión tanto en la masa magra como grasa, sin posibilidades inmediatas de recuperación si la restricción se mantiene.

Como se puede ver en el gráfico 18, la restricción calórica de los deportistas estudiados alcanza un valor medio de 38,86%, excediendo el valor del 30% indicado por Guarente (2001), como criterio para definir los niveles de riesgo por desnutrición hipocalórica de estos deportistas.



Además, según Insua & Fuks (2005) en los mamíferos que están bajo restricción calórica, el metabolismo se dirige hacia la descomposición de la grasa; siendo conocido desde hace más de tres

décadas que el aumento de la oxidación de los ácidos grasos libres (AGL) en músculo, restringe tanto la captación como la utilización de glucosa por este tejido (competencia de sustratos), secundaria a una inhibición de enzimas clave involucradas en la cascada de la vía oxidativa y no oxidativa de la glucosa; es decir, se observa una incapacidad para oxidar la glucosa como energía y almacenarla como glucógeno.

Ahora podemos decir que esta restricción energética por escaso aporte alimentario, ya estaba reflejado en el peso corporal de los deportistas estudiados (gráfico 4), y en la composición corporal de los mismos (gráfico 6).

### **6.3.1. Macronutrientes.**

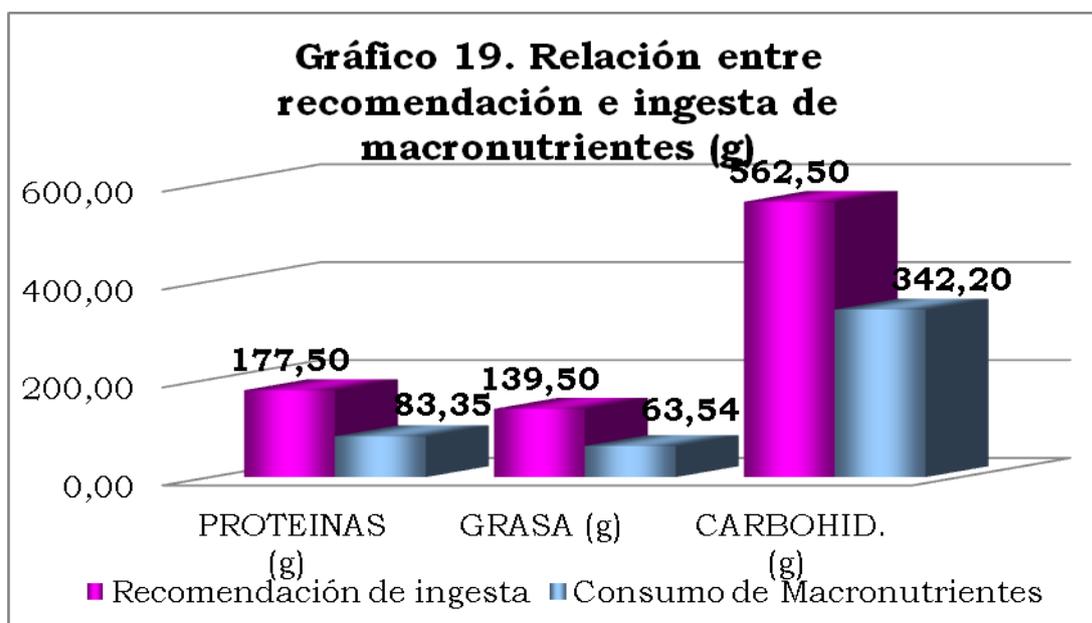
Al considerar los resultados por cada uno de los grupos de macronutrientes (proteínas, lípidos y glúcidos), en la tabla 21 puede observar que su ingesta se encuentra extremadamente deprimida respecto a lo recomendado; provocando con ello, inevitablemente, una disminución en el aporte de energía alimentaria, como se señaló anteriormente, y de manera particular por la depresión en el consumo de lípidos y glúcidos (Gráfico 18).

**Tabla 21. Disponibilidad de macronutrientes en la ración diaria de los deportistas y valores recomendados**

Parámetros	Energía (Kcal)	Proteínas (g)	Lípidos (g)	Glúcidos (g)
Recomendación	3906 - 4427	176 - 199	121 - 158	527 - 598
Promedio de consumo	2395,64 ±728,37	83,35 ±38,26	63,54 ±33,14	342,20 ±90,79
Coef. de Var	28,38%	45,90%	52,16%	26,53%

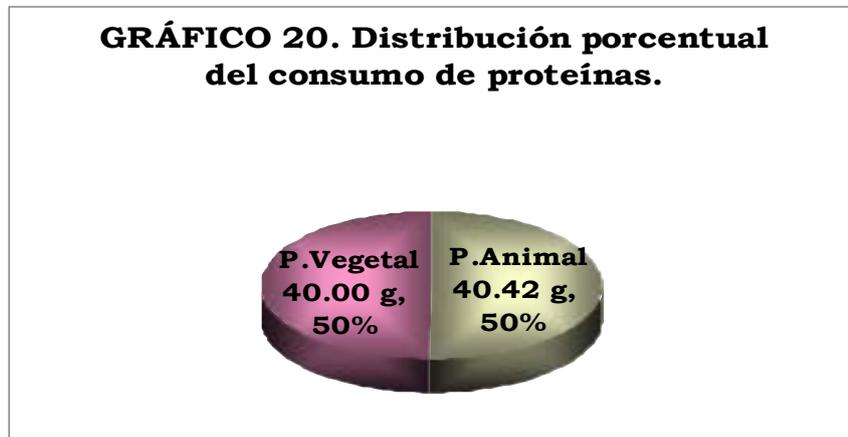
Analizando los datos individuales se puede decir que la importante variabilidad intragrupo que se aprecia en la tabla 21, está más relacionada con el consumo de colaciones o comida snack aportada adicionalmente por la familia que con los a los hábitos alimentarios regulares asociados al aporte alimentario proporcionado por la institución.

En el Gráfico 19 se muestra la relación entre la ingesta media de cada macronutriente y su valor medio de recomendación), haciendo evidente la distinción entre una y otra condición.

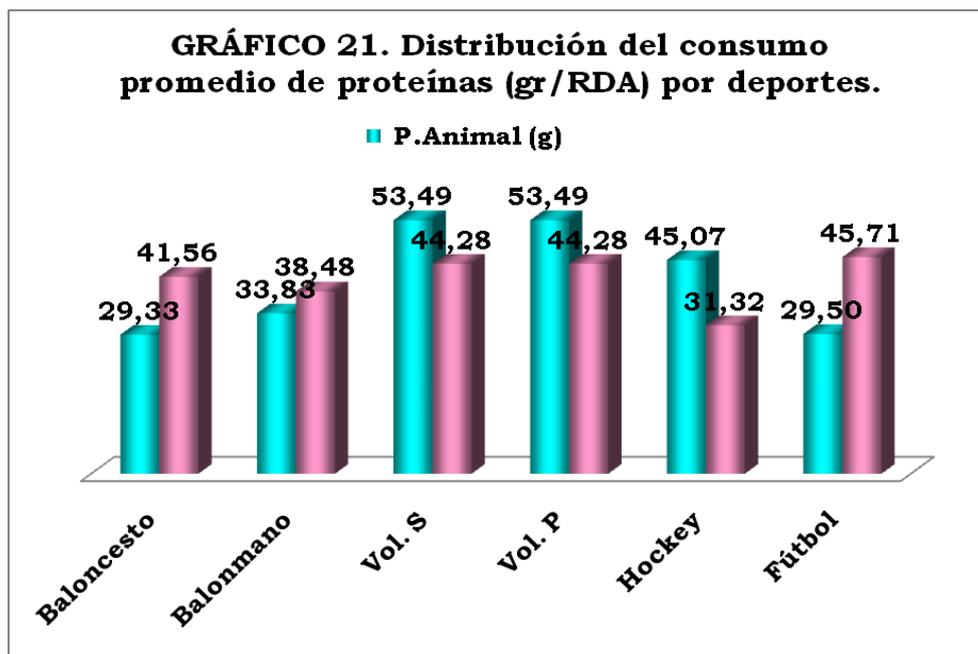


Haciendo un análisis más pormenorizado para cada uno de los macronutrientes, y empezando por el aporte proteico, constatamos que, sin perder de vista el aporte deficitario general, la distribución porcentual del aporte de proteínas de origen animal y vegetal se acerca mucho al 50% propuesto por Jeukendrup et al., (2007); siendo esto acorde con su valor biológico y su puntaje bioquímico (aporte de los mencionados aminoácidos esenciales), e incluso con su carácter aportador de hierro hemo (fundamental en la constitución de la

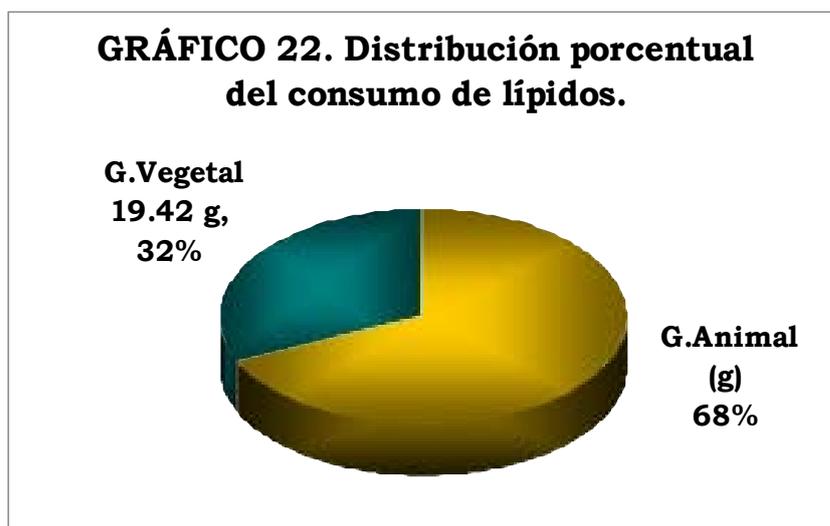
hemoglobina en sangre), ya que en las de tipo vegetal la presencia de oxalatos, propias del cuerpo vegetativo, inhiben competitivamente la incorporación del hierro; del cual, además, solo se absorbe el 10% cuando se suministra en forma no hemo. (Vera, 2004).



Sin embargo, el carácter adecuado de este valor promedio, se diluye al considerar la ingesta de proteínas de acuerdo a la ración diaria de alimentos realizan las modalidades deportivas (gráfico 21), ya que se comprueba que mientras que en voleibol y el hockey predomina el consumo de proteína animal, en el resto, especialmente en fútbol y baloncesto, este tipo de proteína es claramente muy inferior a la de origen vegetal.



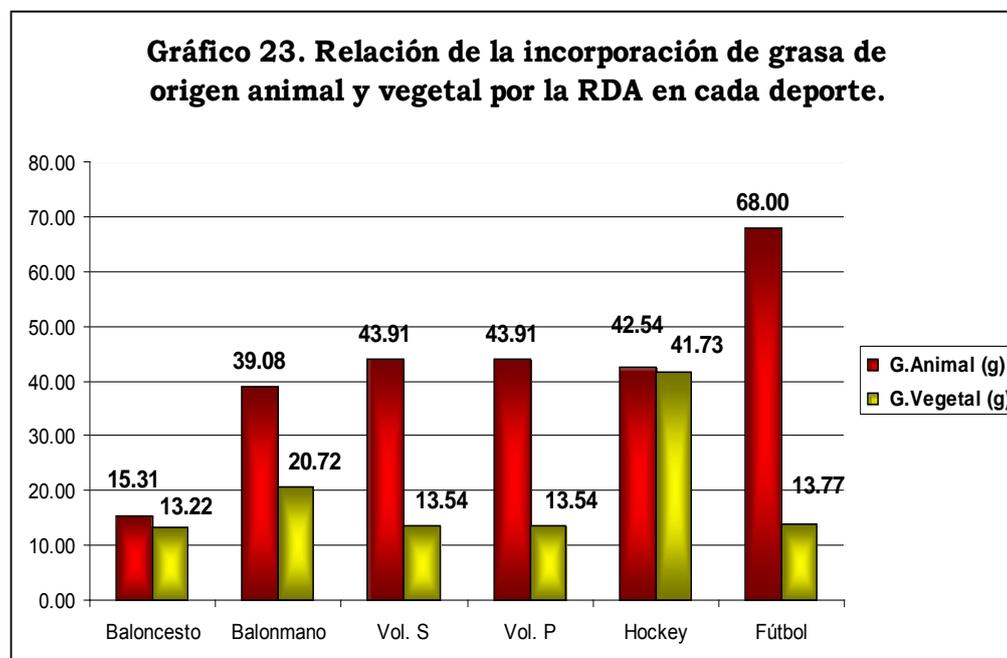
En cuanto a los lípidos, en el gráfico 22 aparece recogida la relación porcentual entre el consumo de lípidos o grasas de origen animal y vegetal, pudiendo determinarse que, como valor promedio el uso de las primeras alcanzan una cifra mayoritaria (68%).



En este caso el valor promedio si se puede considerar representativo de la situación puesto que, como se puede apreciar en el gráfico 23, se corresponde con lo que ocurre en la práctica totalidad de las especialidades deportivas analizadas.

Este predominio en el aporte de grasas procedentes de alimentos de origen animal se asocia con la presencia de un alto porcentaje de ácidos grasos saturados en la dieta frente a un menor porcentaje de mono y poliinsaturados, incumpliendo con las recomendaciones que tradicionalmente se han dado para este tipo de nutriente (Porrata et al., 1997). No obstante hay indicar que recomendaciones nutricionales vigentes actualmente en Cuba (INHA, 2004) no se señala ninguna indicación acerca de la ingesta de los dos primeros, aunque sí se especifican recomendaciones para el ácido linoleico (ácido graso esencial cuya deficiencia genera piel rugosa y escamosa, dermatitis y

una elevación del cociente eicosatrienoico/araquidónico) y para los ácidos grasos poliinsaturados, los que desempeñan un papel fundamental en los lípidos estructurales de las membranas celulares, particularmente en el tejido nervioso y en la retina de los ojos.



Los glúcidos constituyen el tercer grupo de macronutrientes y son considerados un caso particular entre ellos, según el criterio de distintos autores (González-Gross et al., 2001; Coyle, 2004) ya que difieren de las proteínas y las grasas en su carácter específico de solo energizantes, y pudiera entenderse que su aportación puede hacerse en cantidades variables siempre y cuando otro nutrimento compense esa necesidad orgánica en el individuo.

Sin embargo, no se debe obviar que los glúcidos constituyen la principal fuente de energía para la actividad muscular, pues los mismos se movilizan rápidamente, se degradan tanto en condiciones anaerobias como aerobias y con un menor coste metabólico. Incluso, algunos órganos vitales como el cerebro presentan una dependencia del suministro de glúcidos para su adecuado funcionamiento, y por ello se

ha llegado proponer la cantidad promedio de glucosa utilizada por este órgano para establecer un requerimiento estimado promedio (130g/día); no obstante, las recomendaciones actuales están más cerca de las propuestas por Hernández-Triana (2005) en las que los glúcidos deberían aportar entorno al 55% de la energía total, considerando que los azúcares añadidos, representen un nivel máximo de ingestión tolerable de 25 % o menos de la energía alimentaria.

Con estas premisas, y viendo los datos que ya se describieron en el gráfico 19, podemos afirmar que la incorporación de los glúcidos en la RDA de los deportistas analizados es insuficiente y se aleja significativamente de las recomendaciones establecidas para los mismos.

Tal depresión en el consumo de los glúcidos, afecta no solo al aporte calórico de la dieta, sino también algunas otras funciones asociadas a su papel metabólico como, por ejemplo, el denominado ahorro de proteínas, ya que estas últimas son desviadas a la producción de glucosa ante el efecto de la oxidación de los ácidos grasos libres en los músculos, a consecuencia de la llamada competencia de sustratos, y esto implicaría disminución en los niveles corporales proteicos, especialmente musculares, lo que en condiciones extremas puede causar una reducción significativa del tejido magro y la sobrecarga renal, al excretarse productos nitrogenados procedentes de las propias proteínas. (Tipton & Wolfe, 2001).

Además, y de acuerdo con lo expresado por Ramírez-Campillo (2007), por un efecto de retroalimentación entre los niveles de glucosa en sangre y la movilización de glucosa hepática durante el ejercicio, que en el caso analizado con una ingesta deprimida, implicaría la disminución de reservas glucídicas a nivel del hígado.

Además, la depresión en la ingesta de glúcidos y la movilización activa de sus reservas hepáticas tiene otro reflejo importante en cuanto a la aparición temprana de la fatiga muscular, ya ésta ocurre cuando los depósitos de glucógeno muscular y hepático son críticamente bajos, a pesar de suficiente disponibilidad de oxígeno a nivel muscular y de un potencial suministro energético, casi ilimitado, desde los depósitos grasos” (Brouns, 1997).

Por otro lado, cuando hay un metabolismo insuficiente de los glúcidos, por agotamiento de glucógeno debido a una dieta inadecuada y/o por ejercicio físico prolongado, el organismo empieza a movilizar las grasas a un ritmo mayor del que se puede utilizar, el resultado, tanto en reposo como tras ejercicio, es un metabolismo incompleto de los lípidos y con ello la acumulación de cuerpos cetónicos (Tipton & Wolfe, 2001)

Al valorar el nivel de adecuación entre el ingreso energético y de macronutrientes, respecto a las recomendaciones definidas según los valores para Cuba del sistema de vigilancia sanitaria de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Alcaraz et al., 2001), se ha podido determinar que, en todos los parámetros, nuestros jugadores se encontraría en una situación de alarma crítica o muy crítica (tabla 22).

**Tabla 22. Adecuación del consumo promedio alimentario en relación con las recomendaciones de ingesta de macronutrientes.**

Parámetros	Energía (Kcal)	Proteínas (g)	Lípidos (g)	Glúcidos (g)
Adecuación alimentaria de acuerdo al consumo recomendado	59,99 ± 11,95%	46,23 ± 9,52%	44,81 ± 4,45%	59,22 ± 8,24%
	<b>Crítica</b>	<b>Muy crítica</b>	<b>Muy crítica</b>	<b>Crítica</b>
Coef de Var(%)	19,93	20,60	32,25	13,91

En la tabla 23 se recoge este mismo parámetro pero desglosado por modalidades deportivas, y los resultados obtenidos no nos permite ser más optimistas, puesto que el patrón de situación de alarma alimenticia es similar e igualmente preocupante en todos ellos; máxime si se tiene en cuenta la edad y estado de desarrollo de estos deportistas, en plena adolescencia y sometidos a las exigencia y el rigor, no solo de un entrenamiento deportivo, sino de la ejecución del conjunto de actividades físicas que forman parte de sus estilo y régimen de vida en el ámbito escolar en que conviven.

**Tabla 23. Adecuación de la dieta en relación a las recomendaciones energético nutrimentales establecidas por deportes.**

Deportes	Proteínas	Lípidos	Glúcidos
Baloncesto	39,7% Muy Crítica	28,7% Muy Crítica	64,2% Crítica
Balonmano	38,56% Muy Crítica	42,86% Muy Crítica	57,0% Crítica
Voleibol de Sala	52,14% Crítica	41,18% Muy Crítica	65,6% Crítica
Voleibol de Playa	57,3% Crítica	45,3% Muy Crítica	72,31% Crítica
Hockey	35,5% Muy Crítica	68,8% Crítica	54,2% Crítica
Fútbol	35,51% Muy Crítica	68,8% Crítica	54,28% Crítica

No obstante lo reflejado con anterioridad, hay que hacer constar igualmente que, si analizamos los porcentajes que corresponden a las cantidades ingeridas de cada uno de los macronutrientes respecto al aporte calórico total y los comparamos con los recomendados para atletas adolescentes en las Escuelas de Iniciación Deportiva cubanas (Hernández-Triana, 2004), el conjunto de la dieta de nuestros

jugadores, aunque claramente insuficiente, se podría calificar como “equilibrada” (tabla 24).

**Tabla 24. Aporte porcentual energético de los diferentes macronutrientes ingeridos en la ración diaria de alimentos.**

MACRO NUTRIENTE	Proteínas (g)	Lípidos (g)	Glúcidos (g)
Recomendación % Kcal	10 – 35%	20 -35%	45 – 65%
Consumo % Kcal	14,03%	24,06%	57,64%
Coef de Var	5,63%	31,03%	10,30%

### **6.3.2. Micronutrientes.**

Los micronutrientes (vitaminas y minerales) son indispensables para el ser humano y su incorporación es básicamente exógena, ya sea mediante la ración diaria de alimentos o el empleo de suplementos alimentarios. En ambos casos su detección, para los efectos de la presente investigación, se realiza a partir de la composición nutrimental de los artículos alimentarios declarados por los deportistas adolescentes en la encuesta nutricional aplicada, delimitándose solo a las vitaminas y minerales que se recogen en las tablas 25 y 26.

Para el caso de las vitaminas (tabla 25), se puede comprobar que solo para la Vitamina E y la Piridoxina (Vit. B<sub>6</sub>) el consumo promedio excede la recomendación establecida, mientras que el resto se encuentran en cifras inferiores a las definidas por el Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos de Cuba (INHA), aplicable a los adolescentes practicantes de deportes.

**Tabla 25. Promedio de la ingesta de Vitaminas en la ración diaria de alimentos de los deportistas.**

VITAMINAS	Vit A (mcg)	Vit E (mg)	Tiamina (B1) (mg)	Niacina (B3) (mg)	Riboflavina (B2) (mg)	Piridoxina (B6) (mg)	Ac. Fólico (mcg)	Vit C (mg)
Recomendado	800,00	10,00	1,30	19,00	1,60	1,30	250,0	60,00
Promedio	429,07	10,07	1,27	13,35	0,87	1,43	144,5	29,27
DS	136,84	1,78	0,27	2,74	0,08	0,20	20,66	7,10
Coef de Var. (%)	31,89	17,73	21,51	20,53	9,49	13,76	14,30	24,27

Estos datos serían consistentes con los aportados por el estudio de la dieta de la población cuba realizado por el INHA (2004) en el que se ha detectado una baja ingestión de frutas y vegetales, así como una pobre diversidad en su selección y la presencia de hábitos inadecuados de manipulación, almacenamiento y cocción, los cuales aumentan las pérdidas de vitaminas.

Si a la insuficiente ingesta de las vitaminas por las causas antes indicadas, se le agrega las pérdidas por sudor de las hidrosolubles que acaecen a consecuencia de las condiciones climáticas (Benítez, 2006) y la actividad física intensa de los deportistas adolescentes, nos situamos ante una situación de riesgo en el funcionamiento adecuado del metabolismo, especialmente en su función energética y antioxidante; sin olvidar que los incrementos en la demanda de energía metabólica por una actividad motriz elevada, incide sobre el aumento de las necesidades vitamínicas, iniciándose un círculo vicioso o

retroalimentación positiva (Hawley & Burke, 2000) que profundiza en la condición de riesgo.

En la tabla 26 aparece recogida la ingesta de minerales mediante la ración diaria de alimentos, pudiendo determinarse que la misma es insuficiente para suplir las necesidades indicadas en las recomendaciones cubanas en cuanto a hierro (14,53 mg), calcio (406,9 mg), potasio (1700,03 mg) y cinc (9,96 mg),

**Tabla 26. Ingesta promedio de Minerales en la ración diaria de alimentos de los deportistas.**

<i>MINERALES</i>	<i>Hierro (mg)</i>	<i>Calcio (mg)</i>	<i>Fósforo (mg)</i>	<i>Sodio (mg)</i>	<i>Potasio (mg)</i>	<i>Cobre (mg)</i>	<i>Cinc (mg)</i>
Recomendado	16,00	1200	1200,00	500,00	2000,00	1,50	15,00
Promedio	14,53	406,80	1121,23	2465,24	1799,03	1,92	9,96
DS	2,58	98,35	142,89	243,01	233,29	0,21	2,40
Coef. de var. (%)	17,75	24,18	12,74	9,86	12,97	10,93	24,09

Rowland (1990) afirma que “... es necesario considerar que las necesidades de minerales aumentan durante la adolescencia, siendo las de hierro, calcio y cinc de especial importancia para el crecimiento y aquellas que con más frecuencia no se alcanzan”, (p. 261

Por otro lado Tipton & Wolfe (2001) afirman que, aunque no existe una clara evidencia de que la suplementación de micronutrientes pueda mejorar el rendimiento deportivo, si que está demostrado que el ejercicio físico aumenta sus pérdidas corporales, acentuando el déficit a nivel orgánico; lo que pueden comprometer el rendimiento deportivo.

Es de destacar, además, que los valores de ingesta de sodio son los más elevados respecto a las recomendaciones establecidas entre todos los micronutrientes minerales - lo que muy probablemente responde a los malos hábitos existentes en la dieta secular del cubano - poniendo en condición de riesgo asociado al desarrollo de hipertensión a los deportistas estudiados tanto para el momento como para un futuro.

Vera (2004) destaca que las recomendaciones diarias tiene un margen de seguridad que plantea niveles de ingestión de 66 a 75 por ciento que se consideran adecuadas para la ingesta mineral; sin embargo, para los deportistas se desconoce si los valores de las mismas son los adecuados, por la falta de estudios que permitan el establecimiento de dichas recomendaciones (Laura y cols, 2007).

No obstante, varios autores (González-Gross et al., 2001; Centelles & Lancés, 2004) coinciden en plantear que las necesidades nutricionales en minerales y oligoelementos son superiores al sujeto no entrenado, como consecuencia de las pérdidas durante los entrenamientos y períodos competitivos, particularmente en climas cálidos, a través del sudor y la orina, aunque los datos obtenidos no son concluyentes.

La situación descrita, pone de manifiesto el estado llamado "*hambre oculta*"; es decir, la ingesta de una dieta en la que la preocupación principal es la disponibilidad en cantidad y calidad energética de los alimentos, sin tener en cuenta el posible déficit en micronutrientes.

El "hambre oculta" es causa fisiológica de la pérdida de la salud y de potencial humano, teniendo una amplia variedad de consecuencias, a menudo de forma grave e irreversibles, que comprometen la capacidad cognoscitiva y el sistema inmunológico del individuo, llegando incluso a la ceguera y la muerte. Generalmente es tratada con medicamentos o

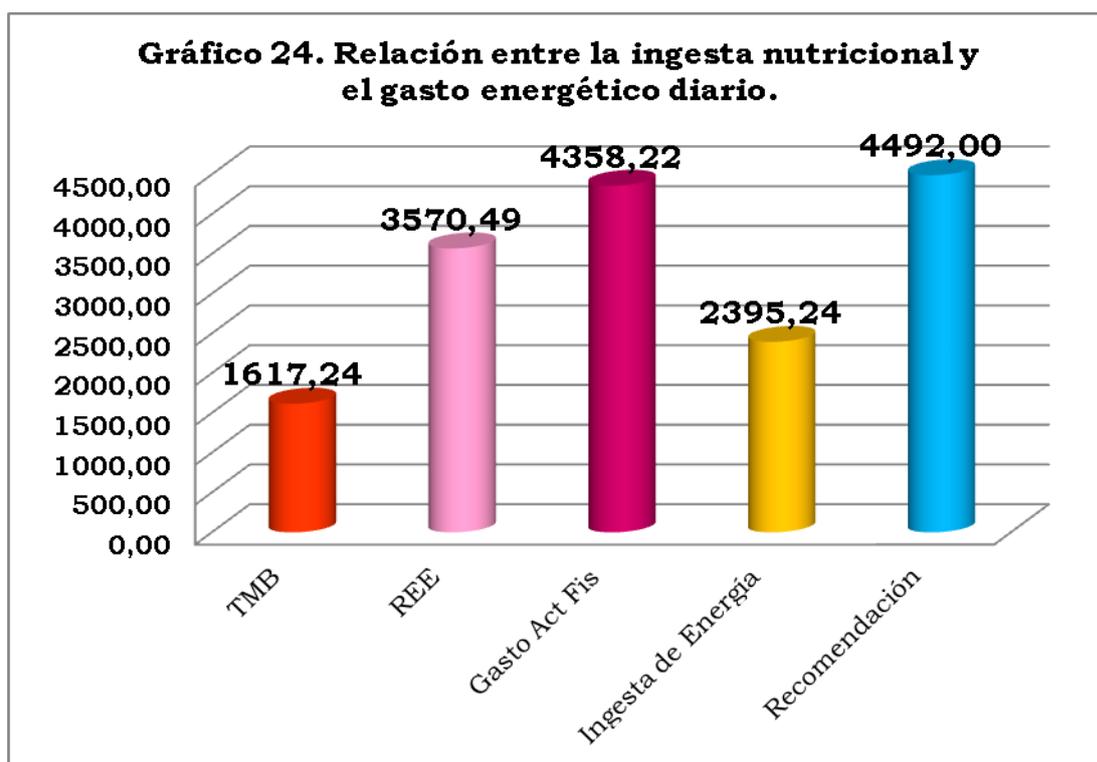
suplementos alimentarios cuando ya la sintomatología de sus manifestaciones es evidente. (Hernández-Triana, 2005)

Informes del Instituto Internacional de Investigaciones de Política Alimentaria ponen de manifiesto que esta situación se encuentra muy generalizada en los países en vías de desarrollo; afectando aproximadamente al 40% de la población sin distinción de sexo o edad.

#### **6.4. RELACIÓN GASTO ENERGÉTICO-INGESTA ENERGÉTICO NUTRIMENTAL.**

Al analizar y comparar los valores de energía incorporados y el gasto energético diario, se pudo determinar, como ya sabíamos, que la ingesta energética diaria de los jugadores analizados (RDA= 2395,64 kcal/día) no cumple con la recomendación propuesta por el Instituto de Medicina Deportiva de Cuba, y, en el mejor de los casos, les permite cubrir las necesidades correspondientes a la tasa metabólica basal obtenida como promedio de estos deportistas (TMB= 1617,24 kcal/día) quedando un pequeño margen energético utilizable para otras actividades, pero que resulta claramente insuficiente para satisfacer las necesidades calóricas totales, ya sean estimadas como requerimientos energéticos (REE= 3570,40 kcal/día) o como gasto energético real (GET= 4358,22 kcal/día) (gráfico 24).

Tal situación sugiere que la actividad física durante el entrenamiento deportivo de los atletas que nos ocupa, conjuntamente con el resto de las otras acciones físicas propias del ámbito de vida de los mismos, constituyen un fuerte componente estresante para su organismo, a tal extremo que basan sus esfuerzos extras en la movilización de las reservas nutrimentales, lo que de hecho puede ser causa de que sus pesos corporales se encuentren en percentiles inferiores a los esperados para los atletas.



Según Grandjean & Ruud, (2008), para mantener un programa de entrenamiento deportivo y las actividades cotidianas de un individuo se requiere un mínimo 2 000 kcal/día, valor que podemos comparar con los de la tabla 27 para los distintos deporte analizados

**Tabla 27. Relación entre ingesta y gasto energético por deportes**

Deportes	Ingesta Energética (RDA. Kcal)	GET (Kcal)	TMB (Kcal)
Baloncesto	1975,29	4242,12	1621,97
Balonmano	2113,35	3578,57	1643,11
Voleibol de Sala	2720,07	5638,73	1803,98
Voleibol de Playa	2992,07	5719,71	1804,91
Hockey	2244,09	3402,87	1500,89
Fútbol	2328,99	3567,29	1515,32

Al analizar los valores de correlación (r) entre las variables de ingesta energética diaria (RDA), nivel de actividad física (NAF), y gasto energético total (GET) (tabla 28), podemos comprobar que, tanto en el computo global como si se desglosa por tipos de deporte, existe, como era de esperar, una estrecha relación entre el gasto por actividad física y el gasto energético total

Sin embargo, cuando enfrentamos los valores de ingesta energética con cualquiera de las variables representativas del gasto energético, dicha correlación se revela inexistente; es decir, la ingesta se comporta como una variable independiente respecto al gasto.; lo que viene a corroborar lo expresado en cuanto a las insuficiencias de consumo respecto al nivel de actividad física de estos deportistas, así como su dependencia de las reservas energéticas alimentarias establecidas en períodos previos.

**Tabla 28. Correlación entre RDA, NAF y GET, por deportes**

<b>CORRELACIÓN (r)</b>	<b>VOLEIBOL</b>	<b>BALONCESTO</b>	<b>FÚTBOL</b>	<b>HOCKEY</b>	<b>BALONMANO</b>	<b>GENERAL</b>
<b>NAF – GET</b>	<b>0.88</b>	<b>0.62</b>	<b>0.91</b>	<b>0.93</b>	<b>0.96</b>	<b>0.87</b>
<b>r<sup>2</sup> (%)</b>	<b>77.44</b>	<b>37.95</b>	<b>82.81</b>	<b>87.05</b>	<b>92.16</b>	<b>76.21</b>
<b>NAF – RDA</b>	<b>-0.20</b>	<b>-0.31</b>	<b>0.13</b>	<b>0.23</b>	<b>-0.17</b>	<b>-0.01</b>
<b>r<sup>2</sup> (%)</b>	<b>4.00</b>	<b>9.49</b>	<b>1.69</b>	<b>5.48</b>	<b>2.99</b>	<b>0.01</b>
<b>GET - RDA</b>	<b>-.538</b>	<b>-0.29</b>	<b>-0.12</b>	<b>.233</b>	<b>-0.04</b>	<b>0.07</b>
<b>r<sup>2</sup> (%)</b>	<b>28.96</b>	<b>8.47</b>	<b>1.44</b>	<b>5.42</b>	<b>0.16</b>	<b>0.53</b>

### **6.5. VALORACIÓN GENERAL DEL ESTADO NUTRICIONAL**

En un análisis del estado nutricional de los deportistas estudiados, según los resultados obtenidos de la aplicación de los métodos descritos, resalta en primer lugar la baja ingesta energético nutricional para niveles de actividad física tan elevados como presentan estos adolescentes practicantes de deportes con pelota. Esto justificaría que su peso no alcancen la razón percentilar 75 definida por el Instituto de Medicina del Deporte de Cuba y, de acuerdo con ello, se califica de insuficiente, ya que se encuentran bajo una condición de riesgo para la ejecución de una actividad física motriz como la que constituye el deporte que practican. No obstante, cuando se valora su estructura corporal mediante los parámetros antropométricos (especialmente IMC) se califica como adecuado o normo peso.

La condición de normo peso, a pesar de la ruptura existente entre el peso para la talla, puede estar evidenciado por la existencia de diversos factores, tales como:

1. Consumo —por parte de los individuos objeto de estudio— de una dieta suficiente, a lo largo de la infancia, pubertad y adolescencia muy temprana, para suplir el metabolismo basal y que en momentos cubriera su gasto energético total, la cual llegaría a garantizar el despliegue del potencial genético individual asegurando el desarrollo ontogénico del mismo, aún cuando pueda ocurrir interferencia en el pleno despliegue de todas sus potencialidades. (Santana et al., 2003) Debe considerarse que la presente investigación es de corte transversal y no tiene en cuenta la evaluación de la historia nutricional de los deportistas estudiados.
2. Una dieta hipocalórica, que no implique un estado de desnutrición permite en los individuos el alcance del máximo de

su talla., Por otra parte, se debe tener en cuenta que en la pubertad o adolescencia se acelera el crecimiento en talla y peso, aunque el “acelerón” del peso es el doble que el de la talla, lo que hace que en esta etapa los adolescentes tiendan a ser más altos que el promedio y más pesados en relación también con la talla que manifiestan, (Hodgson, 2002a), Esta justificación no parece que sea aplicable a la población de nuestro estudio, puesto que, como ya se vio, al analizar el índice de peso para talla, como promedio se ubican en el percentil 50, no en el 75 como es recomendado para el deporte en Cuba.

3. La disminución sostenida de la ingestión de alimentos genera en el organismo serie de modificaciones encaminadas a alcanzar un nuevo estado estable de intercambio con su medio ambiente.

No existe un acuerdo con respecto al hecho de considerar esas modificaciones como el resultado de una adaptación sin costo o como secuelas de una malnutrición silente.

A este respecto, Porrata & Hernández (1995) manifiestan que en el organismo se pueden dar tres tipos de adaptación: adaptación de comportamiento, adaptación biológica y adaptación metabólica.

Según los resultados obtenidos de los parámetros antropométricos y valores de ingesta nutrimental como descriptores del estado nutricional de los deportistas, en nuestro estudio se evidencian, en mayor o menor medida, estos tipos de adaptación.

- a) Adaptación del comportamiento, en este caso, implica disminuir la actividad física como respuesta involuntaria a la restricción alimentaria Según los resultados de la encuesta del diario de actividades por recordatorio de 24 horas se pudo constatar que el gasto energético mayor es el obtenido en las actividades de entrenamiento deportivo que duplica el gasto energético de las

actividades del resto del día, cuando solamente dedican a este entrenamiento tres horas y media aproximadamente de las 24 horas/día; lo que hace pensar en una disminución de las actividades físicas de manera muy drástica luego de cumplir con el entrenamiento deportivo.

- b) Adaptación biológica., asociada a la disminución del peso corporal y la talla. No disponemos de un diagnóstico de la historia nutricional de estos individuos, como tampoco predicción de su crecimiento en base a su potencial genético, por lo que, en este punto, es arriesgado pretender ir más allá de lo anteriormente referido sobre la detección de un peso por debajo de lo que correspondería a su talla; pero dejamos una puerta abierta para seguir indagando en estudios posteriores
  
- c) Adaptación metabólica .o aumento de la eficiencia en la utilización energética de los alimentos que permita un buen desempeño de las actividades que demandan energía, Esto podría justificar que, a pesar de las condiciones de dieta manifiestamente hipocalórica detectada entre los atletas adolescentes objeto de estudio, los mismos no se expresan signos que denoten deterioro físico de los mismos, por lo que los individuos parecen gozar de buena salud. No obstante, recordemos que en nuestra investigación no se han valorado parámetros clínicos o bioquímicos , por lo que no se puede descartar patologías incipientes que terminen manifestándose más adelante

Es necesario enfatizar que las adaptaciones metabólica a una ingesta energética disminuida no han sido estudiadas suficientemente en niños y adolescentes, pero todo parece indicar que solo después de que el crecimiento se ve afectado, disminuye la TMB. (FAO, 1985; Porrata & Hernández, 1995)

En este sentido, investigaciones previas con estos mismos sujetos (Hernández Gallardo et al., 2006) se obtuvieron resultados que evidenciaban una disminución de la TMB en los atletas, respecto a un grupo de adolescentes de pre universitario de igual edad y sexo.

Además, según Carbajal (2002) y Hernández-Triana (2005) la Tasa Metabólica Basal de un individuo debe presentar un gasto energético que oscila entre el 45% y 70%, del gasto energético diario total; sin embargo, en los deportistas estudiados la misma solo representa el 38%

La relación entre la ingestión energética y el rendimiento físico merece atenta consideración cuando se evalúan las necesidades de energía ya que no pueden lograrse altos resultados en el rendimiento deportivo incremento si existe una reducción de la ingestión de alimentos por debajo de los requerimientos básicos para el mantenimiento de las funciones vitales, el crecimiento, la salud, el bienestar psíquico y social, rendimiento físico e intelectual y potencialidad para el cambio.

Demos señalar que, aunque en este estudio se utiliza el término de deportistas para denominar a los sujetos de estudio, en realidad son también estudiantes que dedican el mayor tiempo de sus horas de vigilia a su preparación técnica pre-profesional, pues no todos seguirán el camino del alto rendimiento deportivo, sino que se acogerán a estudios técnicos o universitarios del mismo modo que aquellos otros que desarrollan sus estudios en pre universitarios.

Un adecuado estado nutricional significa el logro del éxito en prácticamente todas las esferas de la vida, sin riesgos más allá de los que emanan del potencial genético, expresable en la sensibilidad para la

adquisición o manifestación de enfermedades, transmisibles o no, bajo condiciones concretas higiénico-sanitarias y de desarrollo social, en que se despliega la ontogenia del individuo.

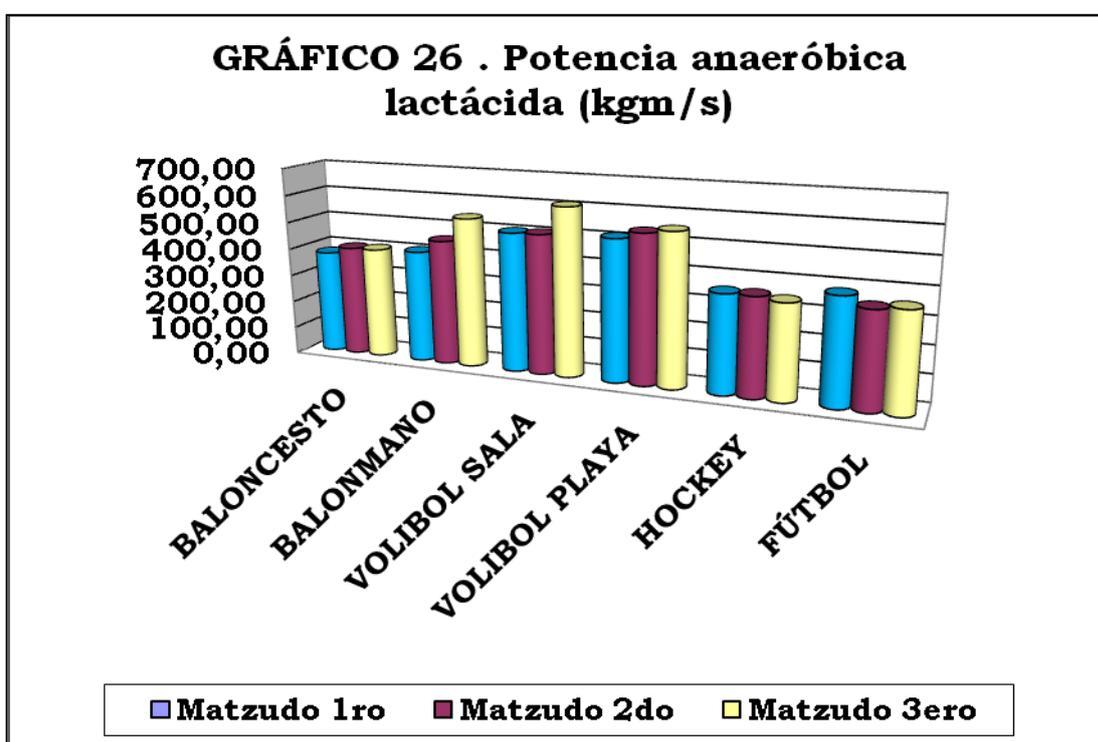
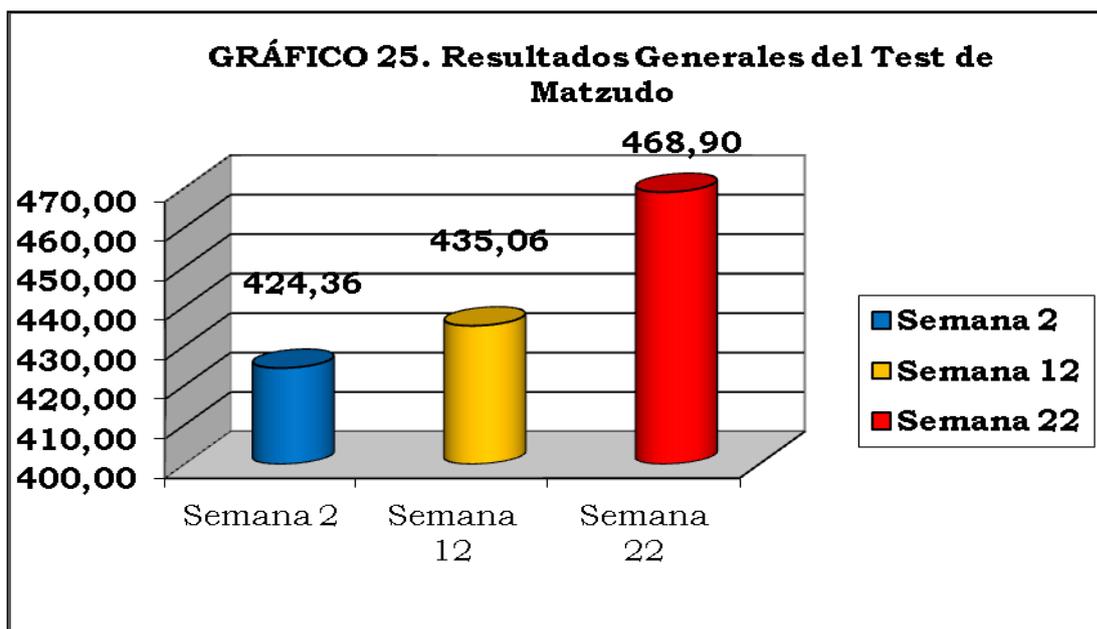
## **6.6. RENDIMIENTO FÍSICO DEPORTIVO.**

Como elementos para la valoración del rendimiento físico deportivo se toman como referencia los resultados de los test de Matzudo (1989) (potencia anaeróbica láctica) y Cooper (1968) (resistencia aeróbica, determinación del  $VO_2$  máx), obtenidos por especialistas del Instituto de Medicina Deportiva de Ciego de Ávila, quienes de manera histórica y sistemáticamente, realizan tal seguimiento conjuntamente con los preparadores físicos y/o entrenadores en cada uno de los deportes estudiados, obteniéndose los siguientes resultados.

### **6.6.1. Potencia anaeróbica láctica. Test de Matzudo.**

Los resultados de la aplicación del test de Matzudo a la población deportiva estudiada tomada globalmente, demuestra que si bien se presenta un incremento progresivo en cuanto a la potencia anaeróbica láctica, este no es estadísticamente significativo entre la segunda y duodécima semana, (primera y segunda medición) pero si entre las mediciones de la preparación física general anteriores a la semana 12 y la obtenida en la 22, (medición inicial y final) (gráfico 25).

Sin embargo, cuando se individualiza por deportes (gráfico 26) se comprueba como el tipo de respuesta no es ni mucho menos homogéneo para todas las modalidades. Así, mientras que la progresión media entre los jugadores de balonmano y voleibol sala es claramente positiva, en fútbol y hockey lo que se produce es un retroceso.



La situación descrita se podría ajustar a lo expresado por Silla (1999), sobre que los deportes de sala cuentan con una potencia anaeróbica más elevada que el resto, aunque en nuestro caso, los

resultados para los jugadores de baloncesto son significativamente inferiores en comparación con las modalidades del voleibol y el balonmano.

El gráfico 27 brinda información acerca del estado de desarrollo o potencial de mejora (%PM) alcanzada por los deportistas en la población estudiada, y en la tabla 30 puede observarse los porcentajes obtenidos entre una y otra prueba; corroborando que los mayores resultados se dan en el balonmano (33,20%) y voleibol de sala (20,76%), mientras que en el resto de los deportes son extremadamente pobres a nulos, e incluso se puede hacer referencia a un decremento

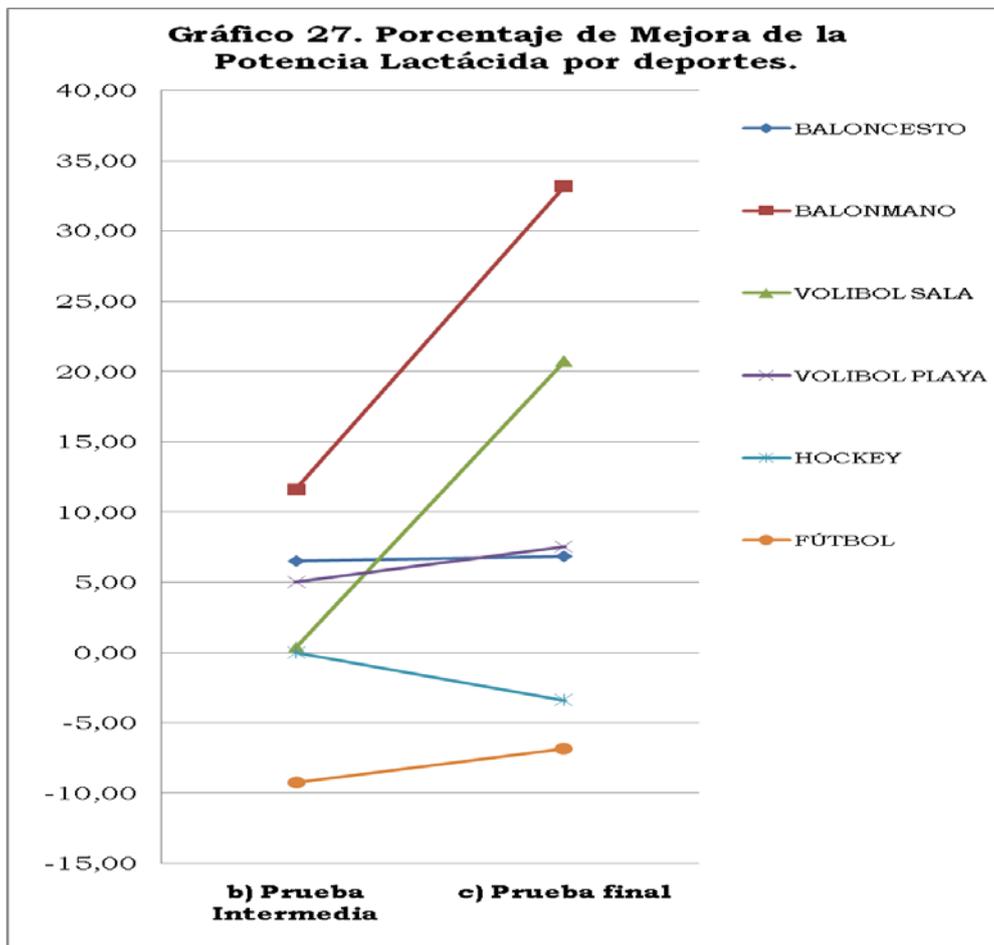


Tabla 30. Evaluación del porcentaje de mejora de los deportistas.									
DEPORTES	PRUEBAS APLICADAS (Unidades en kgm /seg)			Diferencia con la prueba inicial		Porcentaje de mejora con la prueba inicial		EVALUACIÓN	
	a) Prueba inicial	b) Prueba intermedia	c) Prueba final	b) Prueba intermedia	c) Prueba final	b) Prueba intermedia	c) Prueba final	b) Prueba intermedia	c) Prueba final
BALONCESTO	378.22	402.92	404.19	24.70	25.97	6.53	6.87	D	D
BALONMANO	408.92	456.29	544.70	47.37	135.78	11.58	33.20	R	E
VOLIBOL SALA	505.97	507.72	611.01	1.75	105.05	0.35	20.76	D	B
VOLIBOL PLAYA	513.61	539.47	552.40	25.87	38.80	5.04	7.55	D	D
HOCKEY	355.82	355.82	343.73	0.00	-12.08	0.00	-3.40	D	D
FÚTBOL	383.63	348.18	357.38	-35.45	-26.25	-9.24	-6.84	D	D
GENERAL	424.36	435.06	468.90	10.71	44.54	2.52	10.50	D	D
CLAVE DE EVALUACIÓN: E {excelente ≥30%}; B {bien 21 a 29%}; R {regular 11-20%}; D {deficiente ≤10%}									

Es de destacar que la potencia anaeróbica es altamente influyente sobre varias capacidades físicas, entre ellas la resistencia muscular, la potencia muscular y la velocidad por otro lado, cuando se realizan actividades anaeróbicas no se quema la grasa del cuerpo, sino los glúcidos circulantes y sus reserva,

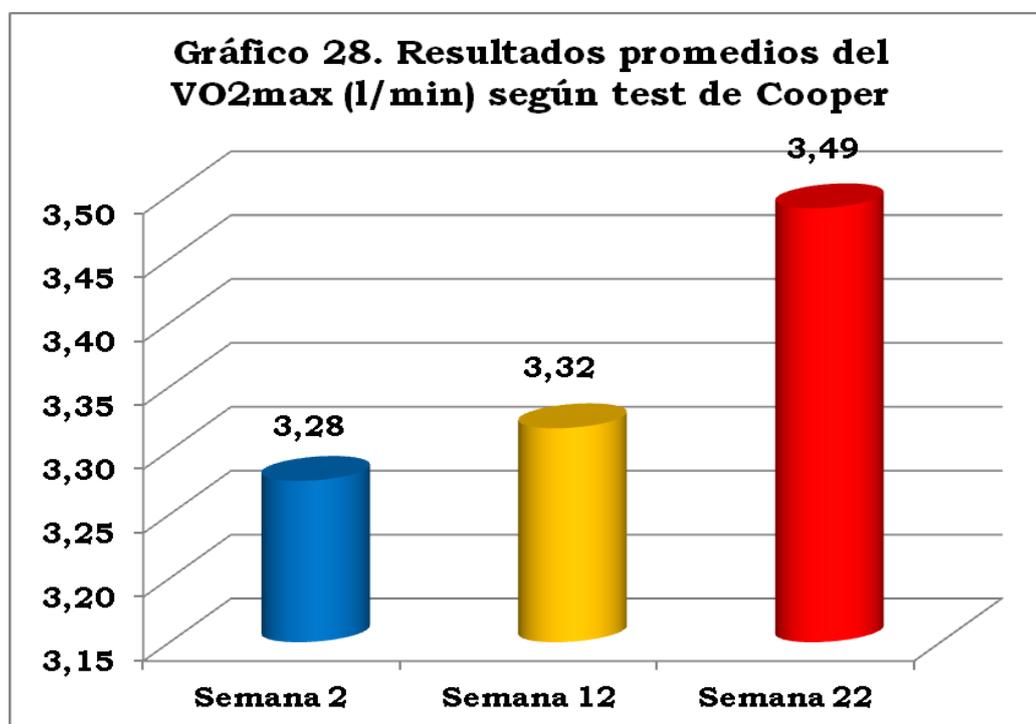
En correspondencia con lo expresado por Mouche (2001), no debe obviarse que la ejercitación física que se desarrolla bajo las condiciones de una elevada deuda de oxígeno (anaeróbica láctica), tienen su apoyo energético en la glucólisis; por tanto, se genera ácido láctico resultante de esta reacción, cuya acumulación en el miocito produce una disminución del pH (acidosis), que termina por bloquear el propio sistema energético (glucólisis), ya sea por disminución de la actividad enzimática (principalmente la enzima fosfofructoquinasa) y/o por alteraciones en la formación de puentes entre la actina y la miosina, con lo que se afecta la capacidad de generar fuerza en el músculo, todo lo cual deteriora el rendimiento físico deportivo.

De acuerdo con lo anterior y los resultados obtenidos, es evidente que los jugadores valorados en la presente investigación, con excepción del balonmano y el voleibol de sala, desde el punto de vista de su rendimiento físico deportivo y su vínculo con la potencia anaeróbica láctica, no se encuentran en condiciones orgánicas de sostener acciones muy intensas de corta o mediana duración (elevada deuda de oxígeno) pudiendo calificarse su situación como deficientes, de acuerdo al potencial de mejora calculado (tabla 30).

### **6.6.2. Potencia aeróbica. Volumen Máximo de Oxígeno**

El valor  $VO_2$  máx, constituye el máximo volumen de oxígeno que el organismo puede transportar en un minuto, y permite medir la potencia aeróbica de un individuo. Los resultados se pueden brindar en ml/kg/min o en litros/min, siendo más frecuentemente usada la última.

Los resultados obtenidos en cuanto a  $VO_{2\text{máx}}$  promedio según la aplicación del test de Cooper, se ilustra en el gráfico 28.

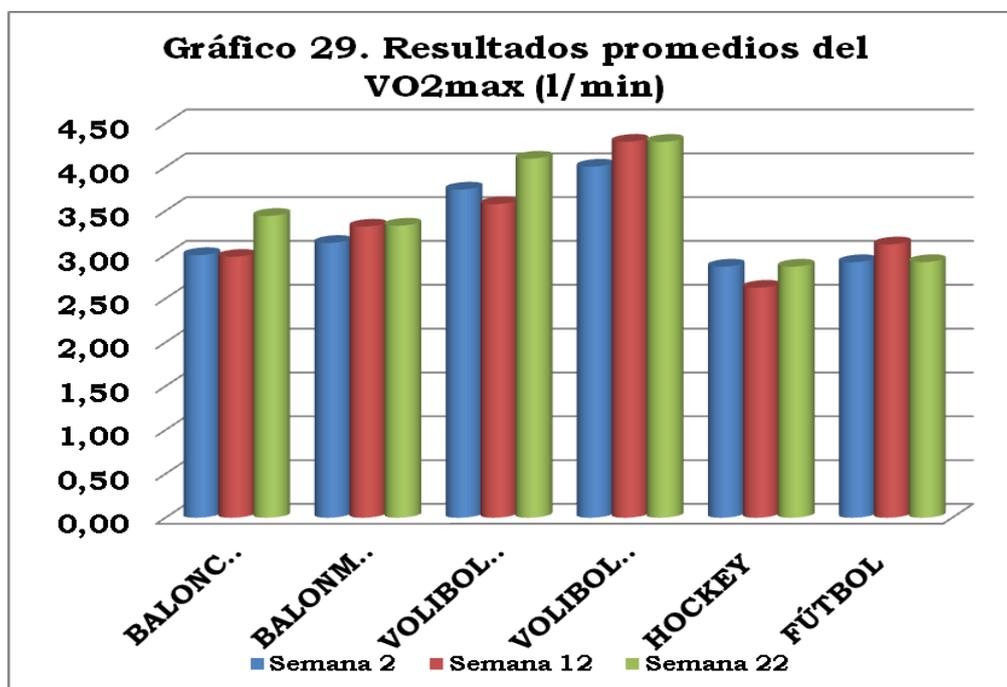


Esta imagen recuerda mucho a la que hemos visto en el apartado anterior en cuanto a que no se aprecian diferencias significativas entre las dos primeras tomas, pero sí que existe una mejora significativa en la tercera.

Obsérvese igualmente que en todas las mediciones los valores se sitúan por encima de los 3 l/min, superando el valor promedio de las personas no entrenadas (2 l/min aunque sin alcanzar los valores de hasta 6 l/min observados en deportistas de elite (García Manso et al., 1996).

Estos resultados nos permiten situar a los jugadores que nos ocupan entre las categorías de aptitud física Buena o Muy Buena, respecto a la población no entrenada.

Por deportes los valores de media se ilustran en el gráfico 29, estando los mayores valores en las modalidades del voleibol, en las que los deportistas se sitúan sobre los cuatro litros.



A este respecto, y a modo de ejemplo, la Federación Cubana de Baloncesto (2000) recomienda que el jugador de baloncesto no debe estar por debajo de los 50 ml/kg/min en su VO<sub>2</sub> max. (3,25 l/min para un peso medio de 65 kg) La media del VO<sub>2</sub> max, en torneos de mayores y sub-22 oscila entre el 60 y el 50 para un valor medio del 57,6 ml/kg/min.; por lo tanto, se debe velar porque los escolares, no se sitúen en volúmenes inadecuados.

Esta referencia adquiere importancia al comprobar en la tabla 31 que los valores obtenidos en los jugadores de baloncesto estudiados, en su última medición solo alcanza 55.76±2.87 ml/kg/min (3.44 l/min); valor que, pese a ser significativamente mejor que las anteriores mediciones realizadas, está por debajo de la media definida para los sub 22, no debiendo perderse la perspectiva de que un consumo de oxígeno elevado, permite entrenamientos de más intensidad y una mejor recuperación post-ejercicio y a la inversa.

**Tabla 31. Resultados de la Evaluación del Volumen Máximo de Oxígeno**

MEDICIONES		Primera Medición		Segunda Medición		Tercera Medición	
		VO <sub>2</sub> max (ml/kg/min)	VO <sub>2</sub> max (l/min)	VO <sub>2</sub> max (ml/kg/min)	VO <sub>2</sub> max (l/min)	VO <sub>2</sub> max (ml/kg/min)	VO <sub>2</sub> max (l/min)
BALON CESTO	Promedio	48.51	3.00	48.20	2.98	55.76	3.44
	DS	3.60	0.47	0.34	0.20	2.87	0.67
	CoefVar	7.42	15.69	0.70	6.60	5.14	19.40
BALON MANO	Promedio	49.63	3.13	52.58	3.32	52.75	3.33
	DS	3.13	0.41	3.15	0.35	3.17	0.62
	CoefVar	6.30	13.00	6.00	10.60	6.00	18.60
VOLIBOL SALA	Promedio	53.46	3.74	51.08	3.58	58.49	4.10
	DS	0.53	0.45	0.87	0.40	4.16	0.62
	CoefVar	1.00	12.00	1.71	11.20	7.11	15.10
VOLIBOL PLAYA	Promedio	54.19	4.00	58.04	4.29	58.02	4.29
	DS	3.25	0.43	4.06	0.78	11.06	0.89
	CoefVar	6.00	10.70	7.00	18.07	19.07	20.70
HOCKEY	Promedio	53.32	2.86	48.85	2.62	53.32	2.86
	DS	1.55	0.51	0.44	0.47	2.62	0.83
	CoefVar	2.91	17.91	0.91	17.91	4.91	29.10
FÚTBOL	Promedio	53.33	2.92	57.06	3.12	53.52	2.92
	DS	2.72	0.43	1.80	0.43	4.81	0.41
	CoefVar	5.09	14.91	3.16	13.80	8.99	13.96
GENERA L	Promedio	52.07	3.28	52.64	3.32	55.31	3.49
	DS	2.37	0.48	4.13	0.57	2.50	0.59
	CoefVar	4.56	14.63	7.84	17.31	4.52	16.96

Llama la atención sobre el hecho de que solo en el hockey y el fútbol las diferencias no son significativas entre las mediciones de la semana 2 ó 12 respecto a la última (semana 22), siendo los deportes de peores resultados en cuanto a potencia anaeróbica y aeróbica.

Es innegable que en el hockey y el fútbol, como en la regularidad de los deportes colectivos, el jugador debe ser preparado en el trabajo aeróbico para una resistencia general o básica, que constituye la base sobre la que se construirá una resistencia específica; pero, a la par, sus acciones, a pesar de estar marcadas por posiciones de juego, llegan a ser altamente explosivas, por lo que una situación como la que se describe, pone en duda la posibilidad competitiva de ambos equipos, al menos de acuerdo a la preparación recibida a lo largo de las semanas estudiadas.

Por su parte, los resultados en el voleibol son superiores al resto de los deportes estudiados, no solo por alcanzar valores más altos (semana 22: v. sala 4.10 l/min y v. playa 4.29 l/min) sino porque se produce en los deportistas de mayor peso corporal. No obstante, la capacidad aeróbica alcanzada por deportistas de igual modalidad, categoría y etapa de preparación en la Escuela Superior de Perfeccionamiento Atlético (ESPA) de la provincia Matanza (Cuba) se sitúa en 6.73 l/min, valor muy superior al obtenido en la presente investigación

Al respecto es adecuado considerar, de acuerdo con Estupiñán & Fernández (2007), que el estado físico y la capacidad de trabajo de los jóvenes voleibolistas cambia constantemente por la influencia de acciones externas al entrenamiento y a la competencia; siendo esto lo que posiblemente justifica que en voleibol sala los peores resultados se encuentran en la segunda medición (semana 12), mientras que en voleibol de playa, se presenta un valor constante entre la semana 12 y la 22.

De acuerdo a los resultados expuestos se puede resumir que los valores obtenidos tanto en potencia anaeróbica láctica como  $VO_2 \text{ máx}$  —si bien como generalidad denotan avances discretos en la preparación física deportiva— se encuentra limitada en sus alcances fisiológicos para sostener la siguiente etapa de preparación de los jugadores, especialmente cuando la demarcación táctica en el juego establece funciones específicas para los participantes.

Es imprescindible considerar que los avances que se logran en el incremento de la potencia aeróbica mejorará la capacidad de un jugador, para mantener una alta tasa de esfuerzo total, a lo largo de un partido, pero también podrá minimizar la disminución de la ejecución técnica y los lapsos en la concentración, inducidos por la fatiga hacia el final del juego.

Un acercamiento al comportamiento del rendimiento físico deportivo, desde la óptica de los resultados obtenidos de las mediciones de las potencias anaeróbica láctica y aeróbica, permite afirmar que los deportistas estudiados presentan mejores condiciones orgánicas para poder mantener la duración total del partido, que para acciones de elevada deuda de oxígeno que se desarrollan en un corto plazo de tiempo.

## **6.7. VALORACIÓN DE LA INCIDENCIA DEL ESTADO NUTRICIONAL SOBRE EL RENDIMIENTO DEPORTIVO.**

De acuerdo a lo expresado acerca del rendimiento físico deportivo de la población de estudio, se evidencia que los mismos —salvo excepciones— se encuentran en mejores condiciones, aunque deprimidas, para enfrentar las acciones que requieran de mecanismos de producción de energía por vía aeróbica que por la anaeróbica, sin

olvidar que las bases bioquímicas de la primera favorecen el restablecimiento de los niveles energéticos de la segunda.

Tal resultado en cuanto a potencias guarda relación no solo con el nivel de entrenamiento alcanzado, para el momento de preparación deportiva en que se encuentran, sino con el mantenimiento de reservas corporales y la ingesta de energía alimentaria, todos relacionados con el Estado Nutricional del individuo y su correspondencia con la actividad física, deportiva y cotidiana, que desarrollan.

Así, como ya fue expresado, los valores de peso para la talla, de índice de masa corporal (IMC) y composición corporal, con reflejo en el %G corporal y el AKS., se encuentran deprimidos en los deportistas estudiados, por debajo de los valores recomendados para los deportes que practican; lo que significa que no se encuentran en condiciones de emprender el siguiente período de preparación especial con total eficiencia y coincide con los resultados de las potencias fisiológicas analizadas, aún cuando tienen una situación más favorable para la potencia aeróbica.

En particular, si se considera que la potencia aeróbica se sostiene sobre el compartimento lipídico, y el %G describe la reserva energética del mismo en los adolescentes estudiados, al correlacionar dicho %G con componentes tales como peso corporal ( $r = 0,24$ ), IMC ( $r = 0,25$ ), AKS ( $r = -0,01$ ), gasto energético ( $r = 0,25$ ), ingesta energética ( $r = 0,01$ ) potencia anaeróbica ( $r = 0,01$ ) y potencia aeróbica ( $r = 0,4$ ), se manifiestan valores que estadísticamente no son significativos y señalan un aparente divorcio entre el contenido graso de la composición corporal y cada uno de ellos.

Sin embargo el valor de correlación entre el %G y el nivel de actividad física (NAF) de estos deportistas alcanza un índice estadísticamente significativo pero de rango negativo ( $r = -0,5$ ), lo que se

corresponde a las consideraciones definidas como de adaptación a un baja ingesta energética, la depresión de las actividades físicas cotidianas y los pobres resultados en los índices de potencia fisiológica analizadas.

En otras palabras, las reservas energéticas lipídicas en estos deportistas, se protegen a partir de una disminución de la actividad física hasta valores tolerables por las exigencias de los deportes que practican, y se restablecen con la suplementación alimentaria familiar, adicional a la oferta institucional, aunque influye favorablemente las potencialidades del efecto acumulativo del entrenamiento recibido en períodos previos.

Las reservas lipídicas se establecen a partir del consumo fundamentalmente de glúcidos, sin excluir la ingesta directa de lípidos; sin embargo, los valores de ingesta de los primeros en la población estudiada se encuentran en valores inferiores a los recomendados, por lo que si se considera que la potencia anaeróbica láctica depende del contenido de glucosa circulante, así como de las reservas de glúcidos, (glucógeno muscular y hepático) (García,1998) la misma se encuentra limitada en cuanto al sustrato energético a utilizar. Y aún cuando De la Paz (2000) sostiene que la misma está dirigida fundamentalmente hacia la preparación física específica y, por lo tanto, sería propia del entrenamiento a desarrollar en la siguiente etapa, de no cambiar la situación de ingesta esto limitaría el establecimiento de las reservas energéticas lipídicas.

Por otro lado, si consideramos que el mantenimiento del equilibrio energético constituye un elemento esencial para cualquier individuo, pero es aún más importante para los deportistas. (Zanker, 2006), y observamos en la población de estudio la media de gasto energético se encuentra en  $4358,22 \pm 1063,29$  Kcal, con un coeficiente de variación de 24,40%, en comparación con el nivel de ingesta de  $2395.64 \pm 385.95$

Kcal, (CV=16.11%), podremos decir que tal equilibrio no existe. Y, por tanto que se está dando una situación de riesgo.

En otras palabras, una mejora en los niveles de ingesta energética alimentaria, favorecería el incremento de la actividad física desarrollada y con ello el rendimiento físico deportivo, ya que la extensión de la ejercitación física motriz, como elemento integrante del entrenamiento deportivo —en esencia— debe favorecer el desarrollo de las capacidades y potencias fisiológicas.

Además, pese a considerar que los porcentajes de aporte energético por macronutrientes son relativamente adecuados para el período de preparación física en que se encuentran (Proteína: 14,03%; Lípidos: 24,06% Glúcidos: 57,64%), debemos considerar que las modificaciones citadas deben tener tanto un carácter cuantitativo como cualitativo, en especial en el tipo de grasas y calidad de las proteínas.





## **Capítulo VII**

# **Conclusiones y Recomendaciones**



## 7.1 - CONCLUSIONES

Luego de las valoraciones realizadas sobre los bases de los datos obtenidos se arriban a las siguientes conclusiones.

1. La población deportiva estudiada según los valores medios obtenidos se encuentra ubicada en los percentiles definidos como normo talla y normo peso, según talla/edad y peso/talla, situación que se manifiesta también al valorar el índice de peso para talla y el índice de Masa Corporal (índice de Quetelet); si bien existe una amplia distribución en los valores individuales. Los valores más elevados de talla y peso corresponden a los deportistas de baloncesto y voleibol, en sus dos modalidades.
2. La composición corporal, comprendiendo tanto el por ciento de grasa (%G) como el índice de sustancia activa (A.K.S), se encuentran en valores inferiores a los parámetros establecidos por el Instituto de Medicina Deportivo para Cuba en todos los deportes, (exceptuando el A.K.S para el caso del baloncesto); lo que expresa, por una parte, reservas energéticas lipídicas deprimidas respecto a los valores indicados para estos deportes y, por otra, un inadecuado desarrollo de la masa muscular.
3. El gasto energético diario (GET) según el método factorial es de  $4358,22 \pm 1063,29$  Kcal y según los requerimientos estimados de energía (REE) es de  $3686,66 \pm 447,09$  Kcal; donde los gastos más elevados son los de los jugadores de voleibol, y las actividades físicas de mayor consumo de energía son las dedicadas al entrenamiento

deportivo y las de tipo sedentaria, siendo estas últimas a las que mayor tiempo se les dedica, con reducción significativa del dedicado a otras actividades de la vida cotidiana. El valor medio de la Tasa Metabólica Basal (TMB) de  $1617,24 \pm 122,31$  Kcal, representando un 38% del gasto energético total; significativamente inferior al generado por actividad física (52%).

4. El Nivel de Actividad Física (NAF) obtenida como promedio es de  $2,54 \pm 0,39$ , coincidiendo con la clasificación de muy activos, lo que se corresponde a su función social.
5. La ingesta energética alimentaria alcanza un promedio de  $2566,63 \pm 728,37$  Kcal/diaria, con un consumo de  $40,37$  Kcal/Kg de peso corporal, en una condición muy desfavorable hasta un estado de alarma, ya que estos valores son suficientes para satisfacer la TMB, pero solo proporcionan un margen energético pequeño utilizable para las actividades físicas. Todo ello está dado por la insuficiente incorporación de macronutrientes según la RDA clasificándose de crítica (glúcidos) a muy crítica (proteínas y lípidos).
6. La población deportiva estudiada manifiesta un estado de “hambre oculta”, dada la baja incorporación de micronutrientes (en el caso de las vitaminas solo se cumple con la recomendación para la Vit. E y la Piridoxina (Vit. B6) y en el caso de los minerales solo se cumple con la recomendación de sodio, potasio y cobre) a través de la ración diaria de alimentos.
7. Los jugadores comprendidos en la presente investigación, con excepción del balonmano y el voleibol de sala —según la potencia anaeróbica láctica que expresan— no se encuentran en condiciones orgánicas de sostener acciones intensas de corta o

- mediana duración, por no tener desarrollada esta potencia según la etapa de preparación física deportiva en que se entrenan.
8. Los deportistas estudiados, de acuerdo a la potencia aeróbica ( $VO_{2max}$ ) se encuentran en las categorías de Aptitud Física de Buena a Excelente, por encima de la población no deportiva, con excepción del hockey y fútbol.
  9. El rendimiento físico deportivo de acuerdo a los valores de las potencias anaeróbica láctica y aeróbica, sugiere que los deportistas estudiados presentan mejores condiciones orgánicas para mantener la duración total del partido, que para acciones de elevada deuda de oxígeno; pues si bien, como generalidad denotan avances discretos en cuanto a la preparación física deportiva, se encuentran limitados en sus alcances fisiológicos para sostener la siguiente etapa de preparación, especialmente cuando la demarcación táctica en el juego establece funciones específicas para los participantes.
  10. El Estado Nutricional tiene una incidencia decisiva sobre la actividad física de los deportistas estudiados e influye determinantemente sobre el rendimiento físico deportivo. Un incremento en las reservas orgánicas potenciaría una mayor ejercitación física motriz, favoreciendo el desarrollo de las capacidades y potencias fisiológicas.
  11. El Estado Nutricional de los deportistas estudiados, permeado por una baja ingesta energético nutrimental para niveles de actividad física elevados y la estructura corporal (composición corporal e IMC) que manifiestan, es insuficiente para sostener sin riesgos para la salud una ejecutoria de actividad física cotidiana y deportiva, asumiendo como estrategia fisiológica la adaptación conductual y metabólica.



## 7.2 - RECOMENDACIONES

Sobre la base de las conclusiones se realizan las siguientes recomendaciones:

1. Proporcionar a los entrenadores deportivos, preparadores físicos de los deportes baloncesto, balonmano, voleibol de sala y playa, hockey y fútbol, de las categorías 14-16 años masculinos de la EIDE provincial en Ciego de Ávila y médicos deportivos los resultados del presente trabajo, con vistas a su análisis.
2. Proponer a los entrenadores, médicos deportivos y dirigentes de los deportes con pelota que se desarrollan en la EIDE de Ciego de Ávila, planificar la alimentación de los deportistas de la población estudiada, teniendo en cuenta la edad, sexo, y actividad física, etapa de preparación deportiva, a la par de la que se realiza para el entrenamiento deportivo propiamente dicho.
3. Sugerir a entrenadores y preparadores físicos de la EIDE provincial en Ciego de Ávila, encargados de la selección de niños y adolescentes para los deportes estudiados en la presente investigación, el empleo del percentil correspondiente a la relación peso para la talla y no los de peso para edad o talla para edad, por ser aquel en nuestro contexto un mejor descriptor del estado de desarrollo orgánico y condición nutricional alcanzado por el individuo.
4. Proponer a la Dirección Provincial del Instituto de Deportes y Recreación (INDER) la realización de un seminario taller con los entrenadores y preparadores físicos de los deportes con pelota de la

EIDE avileña para, en base a los resultados del trabajo, debatir las técnicas y métodos de análisis nutricional.

5. Proponer a la Sub-Dirección de Docencia de la Dirección Provincial del Instituto de Deportes y Recreación (INDER) en Ciego de Ávila, incluya entre sus prioridades de superación para entrenadores y preparadores deportivos, temas asociados a la nutrición general humana y para el deportista, así como su relación con el entrenamiento físico deportivo.

A decorative graphic consisting of two parallel dark green lines forming an L-shape. One line is vertical and extends from the top of the page down to the bottom, where it meets a horizontal line that extends to the right.

# Bibliografía



- Alarcón, F. & Piñar, M. (2003). La vitamina E como complemento nutricional en rendimiento deportivo. *Revista Digital, Efdeportes* 9, 61.
- Alcaraz, M., Fong, J. A., Álvarez, N. & Pérez, A. (2001). Evaluación del estado nutricional del adulto mayor en el reparto Flores. *MEDISAN* 5(1), 46-51.
- Alevro, F. (2008). *Cervantes Diccionario Manual de la Lengua Española*. Ciudad de la Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Álvarez de Zayas, C. (1998). *Metodología de la investigación*. Ciudad de la Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- American College of Sports. (2000). Joint Position Statement: nutrition and athletic performance. *MedSciSportsExerc*, 32(12), 2130-2145.
- Amzallag, W. (2000). De perder peso, al control del peso: Experiencia de un Programa. *Rev Cubana Invest Biomed*, 19(2), 98-115.
- Andrade, M. & Zacarías, I. (1998). Estilos de vida y conducta alimentaria del adolescente. Módulo de Ciencias Naturales y Educación Física. Material producido por el Componente Gestión Pedagógica para los Grupos Profesionales de Trabajo. (Ministerio de Educación, República de Chile). Recuperado de Publicación del Programa MECE / Educación Media.
- Arencibia, R. (2012). *Estado Nutricional y Actividad Física en el Adulto Mayor*. Tesis Doctoral.
- Astrand, P.O. & Rodahl, K. (1980). *Fisiología del trabajo físico*. Buenos Aires: Ed. Panamericana.
- Barbany, J.R. (1990). *Fundamentos de fisiología del ejercicio y del entrenamiento* (Segunda ed.). Barcelona: Editorial Paidotribo.

- Bar-Or, O. (2000). Nutrición para niños y adolescentes atletas. Recuperado de [www. Alimentación.org.ar: http://www.alimentacion.org.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2125:nutricion-para-ninos-y-adolescentes-atletas&catid=65:nutricion-en-deporte-&Itemid=74](http://www.alimentacion.org.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=2125:nutricion-para-ninos-y-adolescentes-atletas&catid=65:nutricion-en-deporte-&Itemid=74)
- Bar-Or, O & Rowland, T. W. (2004). *Pediatric exercise medicine from physiologic principles to health care applications*. Champaign: Human Kinetics.
- Becerro, M. (1997). Entrenamiento de la velocidad en la infancia y pubertad. Recuperado de [www.monografias.com: http://www.monografias.com/trabajos11/velocinf/velocinf.shtml](http://www.monografias.com/trabajos11/velocinf/velocinf.shtml)
- Beek Van Der, E.J. (1985). Vitamins and endurance training: food for running or faddish claims. *SportsMed*, 2(3), 175-197.
- Benítez, D. E. (2006). Vitaminas y oxidorreductasas antioxidantes: defensa ante el estrés oxidativo. *Rev Cubana Invest Bioméd*, 25(2).
- Berardi, J. & Brooks, J. (2006). BCAA y el Rendimiento Deportivo. Recuperado de: <http://www.fuerzaypotencia.com/articulos/Download/BCAA.pdf>.
- Billat, V. (1991). *Fisiología y metodología del entrenamiento deportivo. De la teoría a la práctica. El músculo: Transformador de energía*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Blot, W.J., Li, J.Y., Taylor, P.R., Guo, W., Dawsey, S., Wang, G.O et al. (1993). Nutrition intervention trials in Linxian, China: supplementation with specific vitamin, mineral combinations, cancer incidence and disease specific mortality in the general population. *J Nutr Clin Invest* 15, 85 (18), 1483-1489.
- Boileau R.A. & Hoswill A. C. (2000) Composición corporal en el deporte: medidas y aplicaciones para la ganancia y pérdida de peso. *Exercise and Sport Science*. Recuperado de <http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/>
- Bompa, T. (2002). Periodización. *Teoria e metodologia do treinamento*. Guarulhos: Phorte editora.

- Bonce, L. (2000). "EnergyDrinks": ¿ayudan, perjudican ó hiperenergizan? Recuperado de [www.nutrinfo.com.ar](http://www.nutrinfo.com.ar): <http://www.um.es/lafem/Nutricion/DiscoLibro/02-Nutrientes/Complementarias/BebidasEnergeticas.pdf>
- Brouns, F. (1997). *Necesidades nutricionales de los atletas*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Cámara, V.K. & Gavini, J.. (2002). Fútbol: aspectos fisiológicos, antropométricos y nutricionales. Recuperado de Lo último en nutrición: <http://www.nutrinfo.com/pagina/info/futbol.html>
- Campbell, B.L. Kreiser, R.B., Ziegenfuss, T., La Bounty, P., Roberts, M., Burke, D., et al. (2007). Protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 4(8).
- Campos, J. & Cervera, R. (2003). *Teoría y planificación entrenamiento deportivo*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Cañete, R. & Cifuentes, V. (2000). Valoración del Estado Nutricional. Recuperado de [http://infantil.unir.net/cursos/lecciones/ARCHIVOS\\_COMUNES/versiones\\_para\\_imprimir/GMEI11\\_nuevo/TEMA9.pdf](http://infantil.unir.net/cursos/lecciones/ARCHIVOS_COMUNES/versiones_para_imprimir/GMEI11_nuevo/TEMA9.pdf)
- Capetillo, R. (2005). Factores condicionantes de la producción de rendimiento del futbolista. *Revista Digital efdeportes, Año 10 (91)*. Recuperado de <http://www.efdeportes.com>
- Carbajal, A. (2002). Energía. En: Carbajal, A (Ed.) Manual de Nutrición. Recuperado de La nutrición en la red: <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/nutri1/carbajal/manual.htm>
- Cardinali, D.P. (1991). *Manual de Neurofisiología*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Carli, G., Bonifazi, M. & Lodi, L. (1992). Changes in exercise-induced hormone response to branched chain amino acid administration. *European Journal of Applied Physiology*, 64 (3), 272-277.

- Carmenate, L. (2004). *Compilación de artículos sobre la investigación científica escritos por Beatriz Castellanos Simons*. Universidad de Ciego de Ávila: Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas.
- Carvajal, N., Rauseo, R. & Rico, H. (1998). *Educación Física de Educación Básica*. Venezuela: Editorial Romor, C.A.
- Casanova-Bellido, M. & Casanova, M. (2002). Nutrición en la Adolescencia. Recuperado de [http://www.scptfe.com/microsites/Congreso\\_AEP\\_2000/Ponencias-htm/Casanova\\_Bellido](http://www.scptfe.com/microsites/Congreso_AEP_2000/Ponencias-htm/Casanova_Bellido).
- Casanova-Román, M. (2002). Técnicas de valoración del estado nutricional. *Vox Paediatrica*, 11(1), 26-35.
- Centelles, L. & Lancés, L. (2004). Algunos aspectos de la nutrición del deportista. *Revista Digital Efdeportes, Año 10*, 71. Recuperado de <http://www.efdeportes.com>
- Chaar, J. M., Barbosa, N., Sanchez, C. E., Serrato, M. & Galeano, E. (2002). Correlación de Potencia Anaeróbica y Gasto calórico en niños a la altitud de Bogotá. *ACTA colombiana de medicina del deporte*: <http://www.encolombia.com/medicina/amedco/deporte12111correlacion.htm>
- Chávez, E. & Lanier, A. (1980). *Introducción a la teoría del entrenamiento deportivo*. Ciudad de la Habana: Pueblo y Educación.
- Chew, I., Brand, J.C, Thorburn, A.W. & Truswel, A.S. (1988). Application of glycemic index to mixed meal. *Am J Clin Nutr*, 47, 53- 56.
- Chueca, M., Azcona, C. & Oyárzabal, M. (2002). Obesidad Infantil. *Anales Sist San Navarr*, 25(1), 127 – 141.
- Clarkson, P.M. (1991). Minerals: exercise performance and supplementation in athletes. *J Sports Sci*, 9, 91-116.

- Cobas, M.J. (2002). *Capítulo XV. Educación para la salud. Educación Alimentaria y Nutricional en la Adolescencia. En Colectivo de autores (2da Ed) Manual de Prácticas Clínicas para la Atención Integral a la Salud en la Adolescencia.* (pp. 451 – 461). Ciudad de la Habana, Cuba: MINSAP.
- Comisión Nacional de Grados Científicos. (2005). *Normas para la redacción y presentación de las tesis de Doctor en Ciencias de determinada especialidad. En Normas para la obtención de Grados científicos* (pp. 5-24). Ciudad de la Habana, Cuba: Ministerio de Educación Superior.
- Cooper, K. (1968). *The New Aerobics.* New York: Evans and Company Inc.
- Coyle, E. F. (2001). Los Carbohidratos y el Rendimiento Deportivo. Recuperado de Lo último en nutrición. Gatorade Sports Science Institute: <http://www.nutrinfo.com/pagina/info/carbdepo.html>
- Coyle, E. F. (2004). Highs and Lows of Carbohydrate Diets. *Sports Science Exchange*, 93(17), 1-5.
- Daniels, S.R., Khoury, P.R. & Morrison, J.A. (1997). The utility of body mass index as a measure of body fatness in childrens and adolescents: Differences by Race and Gender. *Pediatrics*, 99, 804-807.
- Davis, J.A., Brewer, J. & Atkin, D. (1992). Forty second run test. Characteristics and applications. *J Sport Sci*, 10(6), 541-547.
- De la Paz, P.L. (2000). *Bases metodológicas para el entrenamiento con niños y jóvenes. La entrenabilidad.* Trabajo presentado en la carpeta de Teoría y Metodología del Entrenamiento Deportivo del CD Universalización de la Licenciatura en Cultura Física “Manuel Fajardo”, 2003, Ciudad de la Habana.
- Del Castillo, V. (2000). Antioxidantes, Radicales Libres y Ejercicio. *Revista Digital Efdeportes*, 5(23).
- Del Castillo, V. (2004). La alimentación del deportista. *Revista Digital Efdeportes*, 3(9).

- Delgado, M. (1994). Fundamentación anatómico funcional del rendimiento y del entrenamiento de la resistencia del niño y del adolescente. *Revista Motricidad*, 1, 95 – 108.
- Delgado, M. (2006). Nutrición, alimentación y manipulación de la dieta del deportista. Recuperado de Departamento de Educación Física y Deportiva. Universidad de Granada: [http://www.felipeisidro.com/recursos/documntacion\\_pdf\\_nutricion/alimentacion\\_del\\_deportista.pdf](http://www.felipeisidro.com/recursos/documntacion_pdf_nutricion/alimentacion_del_deportista.pdf)
- Díaz-Sánchez, M.E. (1999). *Manual de antropometría para el trabajo en nutrición*. Ciudad de la Habana: INHA.
- Dimeglio, G. (2000). Nutrition and the adolescence. *Pediatric in Review*, 21(1), 32-34.
- Durnin, J.V. & Rahaman, M.M. (1967). The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. *Br J Nutr*, 21, 981-988.
- Ekblom, B. & Astrand, P.O. (2000). Role of physical activity on health in children and adolescents. *Acta Paediatr*, 89(7), 762-764.
- Estévez, M., Arroyo, M. & González, C. (2009). *La Investigación científica en la actividad física: Su Metodología*. Ciudad de la Habana: Editorial Científico Técnica.
- Estupiñán, M. & Fernández, A. (2007). Indicadores morfo-fisiológicos y rendimiento físico deportivo en voleibolistas juveniles del sexo femenino de la ESPA provincial de Matanzas (Parte I y II). *Portal Deportivo*, 1(3).
- FAO. (1985). *Quinta Encuesta Alimentaria Mundial*. Roma.
- FAO. (2002). Capítulo 38. Fomento de dietas apropiadas y estilos de vida saludables. En: Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo. (Departamento de Agricultura) Recuperado de Depósito de Documentos de la FAO. Colección FAO: Alimentación y nutrición 29: <http://www.fao.org/docrep/006/W0073S/w0073s16.htm>

- FAO. (2008). Metodología de la FAO para medir la privación de alimentos. Actualizando las necesidades energéticas mínimas. Recuperado de Dirección de Estadística de la FAO: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/documents/food\\_security\\_statistics/metadata/FAO\\_MetodologiaPrivacionAlimentaria.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/documents/food_security_statistics/metadata/FAO_MetodologiaPrivacionAlimentaria.pdf)
- FAO/ OMS. (1997). Capítulo 1. Introducción. En *Grasas y aceites en la nutrición humana. Consulta FAO/OMS de expertos*. (Estudio FAO Alimentación y Nutrición - 57).
- FAO/OMS/UNU (2004). Human Energy Requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Roma: FAO Food and Nutrition Tech. Rpt. Ser. 1.
- FAO/OMS/UNU. (1985). Necesidades de energía y de proteínas. Informe de una Reunión Consultiva Conjunta FAO/OMS/ONU de Expertos. Ginebra : OMS, Serie de Informes Técnicos, N° 724. Recuperado de [ftp://ext-ftp.fao.org/pub/](http://ext-ftp.fao.org/pub/)
- FAO/WHO. (1998). Vitamin and mineral requirements in human nutrition: report of a joint FAO/WHO expert. Bangkok, Thailand: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. Recuperado de Joint FAO/WHO Expert Consultation on Human Vitamin and Mineral Requirements. Recuperado de <http://whqlibdoc.who.int/publications/2004/9241546123.pdf>
- Federación Cubana de Baloncesto. (2000). *Programa De Preparación Del Deportista*. Trabajo presentado en la carpeta Baloncesto del CD Universalización de la Licenciatura en Cultura Física “Manuel Fajardo”, 2003, Ciudad de la Habana, Cuba.
- Forrellat, M., Gómis, I. & Gautier, H. (1999). Vitamina B<sub>12</sub>: metabolismo y aspectos clínicos de su deficiencia. *Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter*, 15(3), 159-174.
- Forteza, A. (2000). Direcciones del entrenamiento deportivo (1ª y 2ª parte). *Revista Digital Efdeportes*, 5(27).

- Gámez, A.I., Valdés, A.I. & Martín, I. (2002). Nutrición del adolescente. En Colectivo de autores (2<sup>da</sup> Ed) *Manual de Prácticas Clínicas para la Atención Integral a la Salud en la Adolescencia*. (pp. 107 – 119) Ciudad de la Habana, Cuba: MINSAP.
- García, G. (1998). Requerimientos nutricionales en jóvenes y niños deportistas. *Acta Colombiana de Medicina del Deporte*, Año 6,5(1),1-5.
- García-Manso, J.M., Navarro, M. & Ruiz, J. (1996). *Evaluación de la resistencia. En Pruebas para la valoración de la capacidad motriz en el deporte*. Madrid: Gymnos.
- Gastmann, U.A. & Lehmann, M.J. (1998). Overtraining and the BCAA hypothesis. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 30, 1173-1178.
- George, J.D., Garth, A. & Vehrs, P.R. (1996). *Tests y Pruebas Físicas*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Gibala, M. J., Hargreaves, M. & Tipton, K. (2003). Aminoácidos, Proteínas y el Rendimiento Deportivo. *Nutricion Deportiva* 11(4).
- Glade, M. (1999). Food, nutrition, and the prevention of cancer: a global perspective. *Nutrition*, 15(6), 523-526.
- Godnic, M. (2002). Requerimientos de Energía. Recuperado de [www.nutrinform.com.ar:http://www.nutrinform.com/pagina/info/energy.pdf](http://www.nutrinform.com.ar:http://www.nutrinform.com/pagina/info/energy.pdf)
- Godnic, M. (2005). *Breve resumen de los conceptos más importantes sobre requerimientos energéticos. Report: Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrates, Fiber, Fat, Protein and Amino Acids (Macronutrients)*. Recuperado de [www.nutrinform.com: http://www.nutrinform.com/pagina/info/energy.pdf](http://www.nutrinform.com: http://www.nutrinform.com/pagina/info/energy.pdf)
- Gómez-Candela, C. & De Cos, A.I. (2001). Requerimientos nutricionales. En Gómez Candela, C. y de Cos Blanco, A.I. (Ed), *Nutrición en Atención Primaria* (pp. 15 – 26). Madrid: Laboratorios Novartis, jarpyo editores.

- Gómez-Vital, M. & Zulueta, D. (2001). Vigilancia alimentaria nutricional en hogares de ancianos. *Rev Cubana Med Gen Integr*, 17(6), 526-531.
- González-Gross, M., Gutiérrez, A., Mesa, J.L., Ruiz-Ruiz, J. & Castillo, M.J. (2001). La nutrición en la práctica deportiva: Adaptación de la pirámide nutricional a las características de la dieta del deportista. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 51(4), 321-331.
- González-Gross, M., Castillo, M.J., Moreno, L., Nova, E., González-Lamuno, D. & Pérez-Llamas, F., et al. (2003). Alimentación y valoración del estado nutricional de los adolescentes españoles (Estudio AVENA) Evaluación de riesgos y propuesta de intervención. I. Descripción metodológica del proyecto. *Nutr. Hosp.* 18(1), 15-28.
- González-Pérez. T. L. (2002). *Fisiología del Subsistema Digestivo*. Ciclo de conferencias de Nutrición Humana. Diplomado. Abril. Ciudad de la Habana.
- González-Pérez, T.L. & Marcos, L.M. (2008). *Fenómeno Alimentario y Fisiología del Subsistema Digestivo*. Manuscrito en proceso editorial. Ciudad de La Habana: Editora Política.
- Granada, M., Jiménez, C. & Ramírez, L. (2002). Capítulo XIV. Medicina Deportiva. En *Manual de Prácticas Clínicas para la Atención Integral a la Salud en la Adolescencia* (pp. 432 – 450) Ciudad de la Habana, MINSAP.
- Grandjean, A.C. (1989). Macronutrient intake of US athletes compared with the general population and recommendations made for athletes, *Am J Clin Nutr*, 49(5), 1070-1076.
- Grandjean, A.C. & Ruud, J.S. (1994). Nutrition for cyclists. *Int J Sport Nutr*, 13(1), 235-247.
- Grandjean, A.C. & Ruud, J.S. (1997). Ingesta calorica energetica en deportistas. *Actualizacion en Ciencias del Deporte*, 5(15), 50-66.

- Grandjean, A.C. & Ruud, J.S. (2008). Nutrición en Atletas Olímpicos. *PubliCE Standard, Pid: 321*.
- Guarente, L. (2001). Sir proteins regulate aging in response to nutrients. *Scientific World Journal, 1(3), 75*.
- Gutierrez, A., Delgado, M. & Castillo, M. (1997) Entrenamiento físico - deportivo y alimentación. De la infancia a la edad adulta. Barcelona: Paidotribo.
- Gutiérrez-Muñiz, J.A., Berdasco, A., Esquivel, M., Jiménez, J.M.& Posada, E. (2002). Capítulo IV: Crecimiento y desarrollo. Características del crecimiento y desarrollo del adolescente. En Colectivo de autores (Segunda Edición), *Manual de Prácticas clínicas para la atención integral de la salud en la Adolescencia*. (pp. 55 – 106). Ciudad de la Habana. Cuba: MINSAP.
- Guyton, A. (2001). *Tratado de Fisiología Médica*. Nueva York: Editorial Mc Graw-Hill/ Interamericana.
- Hargreaves, M., Hawley, J. & Jeukendrup, A. (2004). Pre-exercise carbohydrate and fat ingestion: effects on metabolism and performance. *Journal of Sports Sciences, 22, 31-38*.
- Hawley, J. & Burke, L. (2000). *Rendimiento deportivo máximo. Estrategias para el entrenamiento y la nutrición en el deporte*. Barcelona: Paidotribo.
- Hermelo, A. & García, M. (1993). *Métodos para la evaluación de la composición corporal en humanos e indicadores bioquímicos para la evaluación del estado de nutrición*. Caracas: Edición FACES.
- Hernán-Daza, C. (2002). La obesidad: un desorden metabólico de alto riesgo para la salud. *Revista Colombia Médica, 33(2), 72-80*.
- Hernández-Gallardo, D. & Arencibia, R. (2002a). Proteínas: Realidad y ficción. *Revista Digital Efdeportes, Año 8, 45*.
- Hernández-Gallardo, D. & Arencibia, R. (2002b). Proteínas: Realidad y ficción. *Revista Digital Efdeportes, Año 8, 50*.

- Hernández-Gallardo, D., Arencibia, R. & Díaz, F.M. (2006). Contraste del gasto energético diario entreatletas de baloncesto masculino, categoría 15-16 años, con estudiantes becarios de igual edad y sexo. *Revista Digital efdeportes, Año 11*, 99.
- Hernández-Moreno, J. (1994). *Fundamentos del deporte. Análisis de las estructuras de los juegos deportivos*. Barcelona: INDE.
- Hernández-Nodarse, M. (2007). Bioenergética asociada a la actividad física y el deporte, primera parte. Generalidades sobre el metabolismo. *Revista Digital Efdeportes, Año 12*, 113.
- Hernández-Triana, M. (2005). Recomendaciones nutricionales para el ser humano: actualización. *Invest Biomed*, 23(4), 266-292.
- Hernández-Triana, M., Porrata, C., Jiménez, S., Rodríguez, A., Carrillo, O., Álvaro, U. et al. (2008). *Recomendaciones Nutricionales para la población cubana*. Ciudad de la Habana, Cuba: MINSAP.
- Hinton, P.S., Giordano, C., Brownlie, T. & Haas, J.D. (2000). Iron supplementation improves endurance after training in iron-depleted, nonanemic women. *J Appl Physiol* 88(3), 1103-1111.
- Hodgson, M.I. (2002a). Influencia de la nutrición en el crecimiento y desarrollo. Recuperado de Manual de Pediatría: <http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/manualped/infnutrcrdess.html>
- Hodgson, M.I. (2002b). Evaluación del estado nutricional. Recuperado de Manual de Pediatría: <http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/manualped/evalestadnutric.html>
- Houtkooper, L., Maurer, J. & Nimmo, M. (2007). Nutrition for throwers, jumpers, and combined events athletes. *Journal of Sports Sciences*, 25(1), 39-47.
- IFPRI (International Food Policy Research Institute). (2000). Combatiendo el Hambre Oculta. Una Visión de la Alimentación, la Agricultura y el Medio Ambiente en el año 2020. *Noticias y*

- Opiniones. Recuperado de <http://www.ifpri.org/category/publication-type/archive/ifpri-forum>
- INHA. (2004). *Recomendaciones Nutricionales. Guías alimentarias para la población cubana*. Ciudad de la Habana: Documento electrónico. Recuperado de <http://www.Biblioteca.del.INHA>.
- Insua, F. & Fucks, (2002). Restricción calorica: una revisión. Recuperado de [www.nutrinfo.com.ar](http://www.nutrinfo.com.ar): <http://www.nutrinfo.com/pagina/info/com04-01.pdf>
- Jeukendrup, A. (2007a). Carbohydrate supplementation during exercise: Does it help? How much is too much?, *Sports Science Exchange*, 106 (20),3.
- Jeukendrup, A., Williams, S.H. & Wagenmakers, A.J. (2007b). Metabolismo de las Grasas Durante el Ejercicio: Una Revisión. *PubliCE Standard*. *Pid*: 897.
- Jiménez-Acosta, S., Porrata, C. & Pérez, M. (1998). Evolución de algunos indicadores alimentario-nutricionales en Cuba a partir de 1993. *Rev Cubana MedTrop* 50, 270-272.
- Jiménez-Acosta, S. (2005). Capítulo 1. Nutrición y Salud. En: Hernández, M., Placencia, D., Jiménez, S., Martin, I., González, T.L. y Blanco, J. (Ed). *Temas de Nutrición. Nutrición Básica*. Volumen I(12 – 17). Ciudad de la Habana: MINSAP.
- Johnson, A. & Klueber, B. (1991). *Fisiología y metodología del entrenamiento. De la teoría a la práctica*. Barcelona: Paidotribo.
- Karpman, V.L. (1989). *Medicina Deportiva*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Kirkendall, D.T. (1993). Effects of nutrition on performance in soccer. *Med. Sci. Sports Exerc*, 25, 1370-1374.
- Kreider, R. (1999). Effects of protein and amino-acid supplementation on athletic performance. [Sports.org](http://sports.org). Recuperado de: <http://sports.org/jour/9901/rbk.html>
- Lamb, D. R. & Shehata, A. H. (1999). Beneficios y limitaciones de la prehidratación. *Sport Science Exchange*, 12(2), 1-9.

- Lehmann, R., Kaplan, V., Bingisser, R., Bloch K.E. & Spinas, G.A. (1997). Impact of physical activity on cardiovascular risk factors in IDDM. *Diabetes care*, 20, 1603-1611.
- Lehninger, A.L. (1988). *Introducción al metabolismo*. Ciudad de la Habana: Editorial Edición Revolucionaria.
- Lohman T.G., Roche A.F. & Martorell R. (1988). Anthropometric standarization reference manual. Champaign: Human Kinetic.
- Lopategui, C. E. (2002). Principios de Bioenergética. Recuperado de de Universidad Interamericana de PR - Metro, División de Educ. Dept. de Educación Física, : [http://www.saludmed.com/CsEjerci/NutDeptv/BioquiEj/Bioq\\_NuD.htm](http://www.saludmed.com/CsEjerci/NutDeptv/BioquiEj/Bioq_NuD.htm)
- Lopategui, E. (2003). La función de las grasas en el ejercicio y actividad física. Recuperado de Nutrición deportiva: <http://www.saludmed.com/NutrDept/Lipidos/Lipids-Exr.htm>
- López-Chicharro, J. & Fernández, A. (2001). *Fisiología del ejercicio*. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.
- Lozano de la Torre, M.J., (2001). Capítulo 7. Nutrición en el preescolar, escolar y adolescente. En Gómez Candela, C y de Cos Blanco, A.I. (Ed) *Nutrición en Atención Primaria* (pp. 77 – 90). Madrid. España: Laboratorios Novartis, jarpyoeditores.
- Ludwig, D.S. (2002). The glycemic index physiological mechanism related to obesity, diabetes and cardiovascular diseases. *JAMA*, 287(18), 2414-2423.
- MacMillan, N. (2002). Utilidad del Índice Glicémico en Nutrición Deportiva. *Rev chil nutr*, 29(2), 92-97.
- Madruga, D. & Pedrón, C. (2004). Alimentación del adolescente. *Nutrición Hospitalaria* 32, 76-83.
- Mansillas, G. (2000). Maduración biológica en la adolescencia. *Rev. Soc. Biol. Ped.*, 39(1), 11-15.

- Marcos Becerro, J.F. (2003). *Alimentación y nutrición deportiva en el deporte*. En Guillen, M (2003). *Medicina deportiva y educación física en edad escolar*.
- Marins, J.C., Dantas, E.H. & Navarro, S.Z. (2001). Variaciones del sodio y potasio plasmáticos durante el ejercicio físico: Factores asociados. *Apunts, Educación Física y Deportes*; 62, 48-55.
- Marot, M. (2003). Nutrición Cerebral. *Acta Médica*, 11(1), 26 – 37.
- Martínez-Costa, C. & Pedrón, C. (2004). Valoración del estado nutricional. *Nutrición Hospitalaria Act Nutr* 32, 76-83.
- Martínez-Vidal, J.& Victoria, S. (2010). La alimentación y su relación con el rendimiento físico. *Revista Digital Efdeportes*, Año 15 N° 144.
- Martín-Peña, G. (2001). Valoración del Estado Nutricional. En Gómez Candela, C. y de Cos Blanco, A.I. (Ed), *Nutrición en Atención Primaria* (pp. 43 – 54). Madrid, España: Laboratorios Novartis, jarpyo editores.
- Mataix, J. (2002). Evaluación del estado nutricional. *Nutrición y alimentación humana*. Madrid: Ergon.
- Matveiev, V.L. (1981). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. Moscú: Editorial Raduga.
- Matzudo, V.K. (1989) Forty second run test. Characteristics and applications. *Ciencia y Movimiento*, 3(2) 1-22
- Maughan, R.J., Depiesse, F. & Geyer, H. (2007).The use of dietary supplements by athletes.*Journal of SportsSciences*, 25(1),103-113.
- Mazzeo, E. A. (2003). *Entrenamiento Deportivo*. Trabajo presentado en la carpeta de Teoría y Metodología del Entrenamiento Deportivo del CD Universalización de la Licenciatura en Cultura Física “Manuel Fajardo”, 2003, Ciudad de la Habana, Cuba.
- Medina, H. F. (2004). *Determinación de los requerimientos de energía: Las nuevas recomendaciones*. Reunión de Expertos sobre nutrición, Desarrollo Humano y Pobreza. Washington, D.C: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

- Medline Plus (2013). Glosario de términos de Enciclopedia médica. Recuperado de MedlinePlus. Biblioteca Nacional de Medicina de EE.UU: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/encyclopedia.html>
- Menshikov, V. V. & Vollkov, N.I. (1990). *Bioquímica*. Ciudad de la Habana: Editorial Científico Técnica.
- Merino, J. & Noriega, M.J. (s.f.). Fisiología General. En *Introducción a la bioenergética*. Recuperado de <http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/fisiologia-general/materiales-de-clase-1/tema-1.-introduccion-al-estudio-de-la-fisiologia/Tema%203-Bloque%20I-Bioenergetica.pdf>
- Micheletti, A., Rossi, R. & Rufini, S. (2001). Zinc status in athletes: relation to diet and exercise. *SportsMed*, 31(8), 577-582.
- Millikonsky, P. (1993). Capacidad y Potencia Anaeróbica según Sexo, Edad y Grupos Musculares. *Revista de Actualización en Ciencias del Deporte*, 1(2).
- MINREX. (2003). *Necesidad de poner fin al bloqueo económico, comercial y financiero impuesto por los Estados Unidos de América contra Cuba*. (Informe de Cuba al Secretario General sobre la resolución 57/11 de la Asamblea General de las Naciones Unidas). Ciudad de la Habana: MINREX
- MINSAP. (1998). *Estrategia de Salud de la República de Cuba*. Ciudad de La Habana. Cuba: Dirección Nacional de Estadísticas del Ministerio de Salud Pública de la República de Cuba.
- Molnar, G. (2006). Bioenergética Aplicada (I). Recuperado de de Ciencias del Deporte: <http://www.chasque.net/gamolnar/ciencias%20del%20deporte/ciencias.01.html>
- Montain, J. & Coyle, E, F. (1993). Influence of the timing of fluid ingestion on temperature regulation during exercise, *J Appl Physiol*, 75, 688-695.

- Monterrey, P. & Porrata, C. (2001). Procedimiento gráfico para la evaluación del estado nutricional de los adultos según el índice de masa corporal. *Rev Cubana Aliment Nutr*, 15(1), 62-67.
- Mouche, M. (2001). Evaluación de la potencia anaeróbica con Ergojump. *Revista Digital Efdeportes*, Año 6(30).
- Muñoz-Soler, J. A & Lopez, F. (2001). Guia de Alimentacion Para el Deportista. Recupeado de Librería on line: <http://www.diegomarin.com/701723-8479021861-GUIA-DE-ALIMENTACION-PARA-EL-DEPORTISTA.html>
- Must, A., Dall, G. & Dietz, W. (1991). Reference data for obesity: 85<sup>th</sup> and 95<sup>th</sup> percentiles of body mass index (wt/ht<sup>2</sup>) and triceps skinfolds thickness. *American Journal of Clinical Nutrition*, 53, 839-846.
- Must, A., Spadano, J., Coakley, E.H., Field, A.E., Colditz, G. & Dietz, W.H. (1999). The disease burden associated with overweight and obesity. *JAMA*, 282(16), 1523-1529.
- Naclerio, F. (2001). Conceptos fundamentales acerca de la Creatinacomo suplemento o integrador dietético. *Revista Digital Efdeportes*, Año 6, 30.
- Narváez, G. (2003). Influencia del estado nutricional sobresobre la aptitud física de niños en período de crecimiento. Recuperado de *Cardiología del Ejercicio Físico*: [http://www. fac.org.ar /tcvc/llave/c251/narvaez.PDF](http://www.fac.org.ar/tcvc/llave/c251/narvaez.PDF)
- Nöcker J. (1980). *Bases Biológicas del Ejercicio y del Entrenamiento*. Buenos Aires: Ed. Kapelusz.
- Nutrición Deportiva. (2009). Recuperado de [http://es.wikipedia.org /wiki/Nutrici3n\\_deportiva](http://es.wikipedia.org/wiki/Nutrici3n_deportiva).
- OMS (1995). El estado físico: uso e interpretación de la antropometría. Informe de un Comité de Expertos de la OMS. Serie de informes técnicos 854. Disponible en: [www.who.int/childgrowth/publications/physical\\_status\\_es](http://www.who.int/childgrowth/publications/physical_status_es).

- Oria, E., Lafita, J., Petrina, E. & Argüelles, I. (2001). Composición corporal y obesidad. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 25(1), 91-102.
- Ortiz, L. (2001). Evaluación Nutricional en Adolescentes. Composición Corporal. *Rev Med*, 40(3), 223-232.
- Ossorio, D. (2003). El desarrollo de la capacidad aeróbica en la adolescencia: adaptación cardiovascular y entrenamiento deportivo. *Revista Digital Efdeportes*, Año 9(59).
- Pajuelo, J. & Amemiya, I. (1996). El Uso del Índice de Quetelet en el Diagnóstico Nutricional en Niños. *Anales de la Facultad de Medicina*, 57 (4), 103-108.
- Palacios de Muñoz, H. (2002). La adolescencia. Recuperado de *Monografias.com*:  
<http://www.monografias.com/trabajos4/adol/adol.shtml>
- Parlebas, P. (1988) Elementos de sociología del deporte. Málaga: Colección Unisport Junta de Andalucía.
- Parris-Sarrias, E. (2003). Preparación Física. Compilación de Apuntes. Recuperado de [www.monografia.com](http://www.monografia.com):  
<http://www.monografias.com/trabajos21/preparacion-fisica/preparacion-fisica.shtml>
- Penfold, L. & Jenkins, D. G. (1996). Training for speed. En Reaburn, P. R. J. and Jenkins, D. G (Ed.), *Training for Speed and Endurance*. (24-41). Sydney: Allen &Unwin.
- Peña, L., Madruga, D. & Calvo, C. (2001). Alimentación del preescolar, escolar y adolescente. Situaciones especiales: dietas vegetarianas y deporte. Guías prácticas sobre Nutrición (II). *Ann Esp Pediatr*, 54, 484- 496.
- Pila- Hernández, H. (1996). *La selección de talentos deportivos en la edad escolar*. En: Manual del profesor de Educación Física. Ciudad de la Habana, Cuba: INDER.

- Pineda, S. (2005). Alimentación y nutrición en el escolar y en la adolescencia. En Hernández Fernández, M., Placencia Concepción, D., Jiménez Acosta, S., Martín González, I., González Pérez, T.L. y Blanco Aneto, J. (Ed). *Temas de Nutrición. Nutrición Básica*. Volumen 1 (pp 170 – 175). Ciudad de la Habana, Cuba.
- Placencia, D. (2005). Capítulo 3. Factores que influyen en el Estado Nutricional. En: Hernández Fernández, M. Placencia Concepción, D., Jiménez Acosta, S., Martín González, I., González Pérez, T.L. y Blanco Aneto, J. (Ed). *Temas de Nutrición. Nutrición Básica*. Volumen I(27 – 36). Ciudad de la Habana, MINSAP.
- Porrata, C. & Hernández, M. (1995). Adaptación a una baja ingestión de alimentos. *Revista Cubana Aliment Nutr*, 9(1).
- Porrata, C., Hernández, M. & Arguelles, J.M. (1996). *Recomendaciones Nutricionales y Guías de Alimentación para la población cubana*. La Habana, Cuba: INHA.
- Porrata, C., Rodríguez, A. & Jiménez, S. (2000). La Transición Epidemiológica en Cuba. En *La Obesidad en la Pobreza, un nuevo reto para la salud pública*(pp. 57 – 72). *Publicación Científica*.
- Pradas, F. (2007). *Efectos del EXPLY sobre el rendimiento deportivo y los riesgos del entrenamiento físico de larga duración*. (Tesis Doctoral). Universidad de Granada.
- Prat, J.A. & Coll, T. (1987). Condición motriz: VO<sub>2</sub> máx. Potencia aeróbica máxima, capacidad aeróbica y durante en la infancia y la adolescencia. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 24, 261-267.
- Quiles, T. (1999). Cálculo de las necesidades energéticas de la población brasileña para la construcción de una línea de pobreza. Recuperado de IBGE-BRAZIL: <http://www.eclac.cl/deype/mecovi/docs/TALLER4/13.pdf>
- Ramírez-Campillo, R. (2007). Utilización de Carbohidratos durante el Esfuerzo Físico. Recuperado de G-SE / PubliCE Standard: <http://g-se.com/es/fisiologia-del-ejercicio/articulos/utilizacion-de-carbohidratos-durante-el-esfuerzo-fisico-873>

- Ramírez-Reyes, L. (2000). *Recomendaciones Nutriciones en Atletas*. Manuscrito no publicado.
- Ranzola, A. (1989). *La planificación del entrenamiento deportivo*. Caracas, Venezuela: EditorialClaced.
- Ravelo, A. (2003). Las transformaciones biológicas y psicosexuales de la adolescencia. Recuperado de Infomed Salud y Vida, niños y adolescentes: [http:// www.sld.cu/saludvida/ jovenes/ temas. php?idv=6205](http://www.sld.cu/saludvida/jovenes/temas.php?idv=6205).
- Reimers, K.J., Ruud, J.S. & Grandjean, A.C. (1996). Sport nutrition In: Mellion, M.B. *Office sports medicine*, Philadelphia: Hanley & Belfus.
- Roberti, A. (1993). *Nutrición adecuada y balance calórico*. Recuperado de G-SE / PubliCE Standard: <http://g-se.com/es/nutricion-deportiva/articulos/nutricion-adecuada-y-balance-calorico-200>
- Rodríguez Rodríguez, F. J. (2004). Consideraciones Nutricionales y de Actividad Física que Favorecen la Lipólisis del Tejido Adiposo. Recuperado de G-SE / PubliCE Standard: <http://g-se.com/es/nutricion-deportiva/articulos/consideraciones-nutricionales-y-de-actividad-fisica-que-favorecen-la-lipolisis-del-tejido-adiposo-507>
- Rodríguez Scull, L. E. (2004). La obesidad y sus consecuencias clinicometabólicas (Revisión bibliográfica). *Rev Cubana Endocrinología*, 15(3).
- Rodríguez, M. (1995). Conceptos básicos de nutrición de interés para prevenir y tratar algunas enfermedades crónicas. *Revista Cubana de Endocrinología*. Recuperado de Instituto Nacional de Endocrinología. Referencia 27: [http://bvs.sld.cu/revistas/end/vol6\\_1\\_95/end06195.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/end/vol6_1_95/end06195.htm)

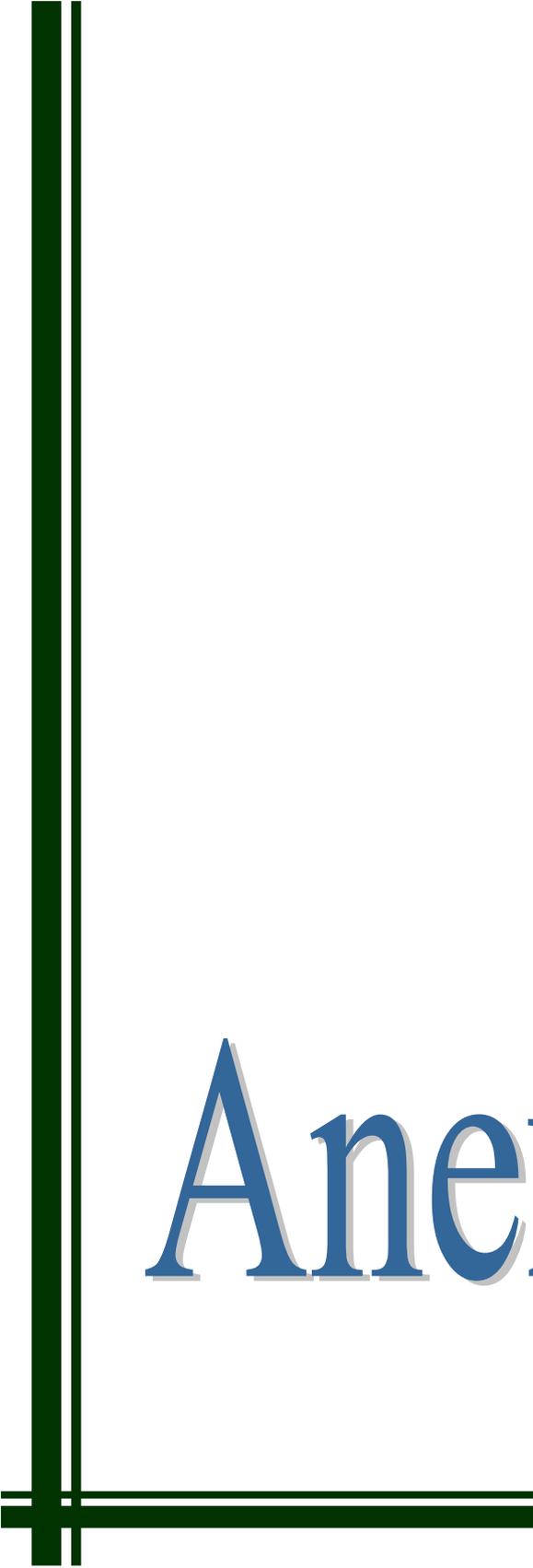
- Rodríguez-Marcos, C.M<sup>a</sup>. (2008). Trastornos de la Conducta Alimentaria Estado nutricional y orientación nutricional en estudiantes de ballet de nivel elemental. (Parte II). *En Estado Nutricional y orientación nutricional en estudiantes de ballet de nivel elemental* (pp. 870 – 902). Ciudad de la Habana, Cuba.
- Rodríguez-Pérez, M. & García, I. (2008). Nutrición y dieta en el deporte. Aspectos básicos a tener presentes en jugadores profesionales de baloncesto. *Revista Digital Efdeportes, Año 12* (18).
- Ros, R., Morandi, T., Cozzetti, E., Lewintal, C., Cornellà, J. & Surís, J.C. (2001). Capítulo 1. La adolescencia: consideraciones biológicas, psicológicas y sociales. En Álvarez González, J.E., et al. Manual de Salud Reproductiva en la Adolescencia. Aspectos básicos y clínicos. (págs. 1-57). Zaragoza, España: INO.
- Rossi, M.L., Garat, M.F. & Spirito, M.F. (2008). Evaluación de la ingesta alimentaria de jugadoras de hockey sobre césped. *Revista electrónica de Ciencias Aplicadas al Deporte*, 1(2).
- Rowland, T. W. (1990) Development all aspects of physiological function relating to aerobic exercise in children. *Sport Medicin* 10(4), 255-266.
- Ruud, J.S. & Grandjean, A, C. (1998). *Nutritional concerns of female athletes*. In Wolinsky, I. Nutrition n exercise and sport. New York: CRC Press.
- Santana, S. & Espinosa, A. (2001). Composición Corporal. *Acta Médica*, 11(1), 26 – 37.
- Santana, S., Barreto, S., Martínez, C., Espinosa, A. & Morales, L. (2003). Evaluación nutricional. *Acta Medica*, 11(1), 26-37.
- Segura, R. (2001). Nutrición y deporte. En Gómez Candela, C. y de Cos Blanco, A.I. (Ed), *Nutrición en Atención Primaria* (pp. 115 – 127). Madrid, España: Laboratorios Novartis.
- Shephard, R.J. & Åstrand, D. (2007). *Resistencia en el deporte*. Barcelona: Editorial Paidotribo.

- Silla, D. (1999). *Capacidad Física y Valoración Funcional del Jugador de Hockey Hierba*. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona.
- Silva, H., Bruneau, J.C., Reyno, H.P. & Bucarey, S. (2003). Somatotipo e índice de masa corporal en una muestra de adolescentes de ambos sexos de la ciudad de Temuco, Chile. *Int. J. Morphol.*, 21(4), 309-313.
- Skinner, R. (2002). Nutrición para la masa muscular. Recuperado de TrainerMed.com-Gatorade Sports Science Institute: <http://www.trainermed.com/docs/nota.php?id=465e699b04>
- Suárez, A., Argüelles, J.M., Díaz, M.E. & Wong, I. (1983). Algunas dimensiones corporales en la evaluación nutricional de un grupo de adolescentes preuniversitarios. *Rev Cubana Pediatr*, 55(6), 634-643.
- Suárez, S. (2001). *Composición corporal y metabolismo basal*. Trabajo presentado en el VIII Curso Internacional GSSI: Nutrición y Ejercicio después de los 30. Octubre, Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela.
- Thorburn, A.W., Brand, J.C. & Truswell, A.S. (1986). The glycaemic index of foods. *Med J Aust*, 144(11), 580-582.
- Tipton, K. & Wolfe, R. (2001). Exercise protein metabolism and muscle growth. *Int. J. Sports Nutr Exerc. Metab*, 11, 109-132.
- Uauy, R. & Olivares, R. (2004). Importancia de las grasas y aceites para el crecimiento y desarrollo de los niños. Recuperado de FaoCorporateDocumentRepositoryAlimentacion, Nutricion y Agricultura - Aceites y grasas comestibles - 11: <http://www.fao.org/docrep/T4660t/t4660t05.htm>
- Underwood, G. (2000). Nutrición Deportiva desde la Perspectiva Práctica. Recuperado de G-SE / PubliCEStandard : <http://g-se.com/es/nutricion-deportiva/articulos/nutricion-deportiva-desde-la-perspectiva-practica-90>
- Valenzuela, A. (2008). Obesidad y Cáncer. *Rev Chil Obes*, 19(3), 47-53.

- Vallejo, C.L. (2000). *Desarrollo de la Condición Física y sus efectos sobre el Rendimiento Físico y la Composición Corporal de niños Futbolistas*. Tesis Doctoral. Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona.
- Van Loon, L.J., Saris, W.H., Kruijshoop, M. & Wagenmakers, A.J. (2000). Maximizing postexercise muscle glycogen synthesis: carbohydrate supplementation and the application of amino acid or protein hydrolysed mixtures. *Am J Clin Nutr*, 72(1), 106-111.
- Vega Romero, F. (2002). *Actitudes, hábitos alimentarios y estado nutricional de atletas participantes en los Juegos Olímpicos de Barcelona'92*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Vera, Y. (2004). *Nutrición deportiva de la teoría a la práctica*. Trabajo presentado en Taller sobre la actividad física y el deporte. Maracaibo.
- Verkhoshansky, Y. (2002). *Teoría y metodología del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Vidaillet, E. R. (2003). Indicadores antropométricos en la evaluación nutricional en adolescentes del sexo masculino. *Rev Cubana Pediatr*, 76(2).
- Villamagna, A. (2000). La Creatina. Del Mito a la evidencia. Recuperado de <http://www.rugbydecuyo.com.ar/html/rugby-creatina.htm>
- Walberg-Rankin, J. (1995). Dietary carbohydrate as an ergogenic aid for prolonged and brief competition in sport. *Int J Sport Nutr*, 5, 13-28.
- Zanker, C.L. (2006). Nutrición deportiva en la infancia: Cumplimiento de las demandas metabólicas del crecimiento y el ejercicio. *Annales Nestlé*, 64, 63-76.
- Zaragoza, J., Serrano, E. & Generelo, E. (2004). Dimensiones de la condición física saludable: evolución según edad y género. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 4(5), 204-221.

- Zayas Torriente, G. (2006 a).Capítulo 17. Obesidad Infantil y en la Adolescencia. En: Hernández Fernández, M. Placencia Concepción, D., Jiménez Acosta, S., Martin González, I., González Pérez, T.L. y Blanco Aneto, J. (Ed).*Temas de Nutrición. Nutrición Básica*. Volumen II(31 – 39). Ciudad de la Habana: MINSAP.
- Zayas Torriente, G. (2006b).Capítulo 16. Desnutrición en el Niño Pre-escolar, Escolar y Adolescente. En: Hernández Fernández, M. Placencia Concepción, D., Jiménez Acosta, S., Martin González, I., González Pérez, T.L. y Blanco Aneto, J. (Ed).*Temas de Nutrición. Nutrición Básica*. Volumen II(21 – 30). Ciudad de la Habana, MINSAP.
- Zimkin, N. (1975). *Fisiología del ejercicio*. La Habana: Editorial Científico Técnica
- Zintl, F. (1991). *Entrenamiento de la resistencia*. Fundamentos, métodos y dirección del entrenamiento. Barcelona: Martínez Roca.





# Anexos



## ANEXO I

**Medidas antropométricas. Valores Percentilares.** (Díaz, 1999)

## TALLA. MASCULINO, año 1972

<i>Percentiles</i>							
<i>Edad (años)</i>	3	10	25	50	75	90	97
0,1	48,6	50,3	52,0	54,0	56,0	57,7	59,4
0,3	56,0	57,8	59,6	61,6	63,6	65,4	67,2
0,5	61,2	63,0	64,9	67,0	69,1	71,0	72,8
0,7	64,4	66,3	68,3	70,4	72,5	74,5	76,4
0,9	67,1	69,1	71,1	73,3	75,5	77,5	79,5
1,0	68,5	70,5	72,5	74,8	77,1	79,1	81,1
1,1	69,3	71,6	73,6	75,9	78,2	80,2	82,3
1,3	71,9	73,9	76,1	78,4	80,7	82,9	84,1
1,5	73,9	76,0	78,2	80,6	83,0	85,2	87,3
1,7	75,9	78,1	80,3	82,8	85,3	87,5	89,7
1,9	77,7	80,0	82,3	84,8	87,3	89,6	91,9
2,0 <sup>1</sup>	78,7	81,0	83,3	85,9	88,5	90,8	93,1
2,0	77,7	80,8	82,3	84,9	87,5	89,8	92,1
3,0	85,0	87,6	90,1	93,0	95,9	98,4	101,0
4,0	91,8	94,5	97,4	100,5	103,6	106,5	109,2
5,0	97,7	100,7	103,8	107,2	110,6	113,7	116,7
6,0	102,9	106,2	109,5	113,2	116,9	120,3	123,6
7,0	108,0	111,5	115,1	119,1	123,1	126,7	130,2
8,0	113,0	116,7	120,4	124,5	128,6	132,3	136,0
9,0	117,3	121,1	125,0	129,3	133,6	137,5	141,3
10,0	121,6	125,5	129,5	134,0	138,5	142,5	146,4
11,0	125,5	129,7	133,8	138,5	142,2	147,3	151,5
12,0	129,8	134,2	138,8	143,8	148,8	153,4	157,8
13,0	133,2	138,6	144,0	150,0	156,0	161,4	166,8
14,0	139,0	144,4	149,9	156,0	162,1	167,6	173,0
15,0	144,9	150,2	155,6	161,6	167,6	173,0	178,3
16,0	151,1	155,8	160,6	165,9	171,2	176,0	180,7
17,0	154,8	159,0	163,2	168,0	172,8	177,0	181,2
18,0	156,1	160,1	164,2	168,7	173,2	177,3	181,3
19,0	157,0	160,9	164,8	169,2	173,6	177,5	181,4

1 A la edad de dos años se toman las dimensiones de longitud en decúbito supino y estatura, en la tabla aparecen ambos valores en ese orden.

**PESO. MASCULINO, año 1972**

<i>Percentiles</i>							
<i>Edad (años)</i>	3	10	25	50	75	90	97
0,1	3,0	3,4	3,8	4,3	5,1	6,0	6,8
0,3	4,3	5,1	5,7	6,4	7,1	7,9	8,9
0,5	5,7	6,4	7,1	7,7	8,5	9,3	10,4
0,7	6,7	7,3	8,0	8,7	9,5	10,3	11,4
0,9	7,4	8,0	8,7	9,4	10,3	11,1	12,2
1,0	7,7	8,3	9,1	9,8	10,6	11,4	12,5
1,1	7,9	8,6	9,3	10,0	10,8	11,7	12,8
1,3	8,3	9,0	9,7	10,5	11,4	12,3	13,4
1,5	8,7	9,4	10,2	11,0	11,8	12,7	13,8
1,7	9,0	9,7	10,6	11,4	12,3	13,2	14,3
1,9	9,3	10,1	10,9	11,8	12,7	13,7	14,7
2,0	9,4	10,3	11,2	12,1	12,9	13,8	15,0
3,0	10,8	11,8	12,8	13,8	14,9	16,0	17,5
4,0	12,2	13,2	14,3	15,4	16,8	18,3	19,9
5,0	13,6	14,7	15,8	17,0	18,7	20,6	22,6
6,0	15,0	16,1	17,3	18,7	20,7	22,8	25,5
7,0	16,3	17,6	19,0	20,7	22,9	25,5	28,9
8,0	17,8	19,3	20,8	22,7	25,1	28,0	32,4
9,0	19,4	20,9	22,8	24,9	27,7	31,0	36,6
10,0	20,9	22,9	24,9	27,2	30,4	34,4	41,0
11,0	22,5	24,3	27,0	29,7	32,2	38,9	46,0
12,0	24,4	26,8	29,3	32,7	37,0	43,9	51,5
13,0	26,4	29,4	32,0	36,3	42,0	49,3	57,0
14,0	29,0	32,5	36,0	41,3	47,2	54,9	63,0
15,0	32,0	36,2	41,7	47,0	53,6	60,0	67,9
16,0	36,9	41,9	47,0	51,7	58,0	63,7	70,9
17,0	41,4	46,2	50,4	55,0	60,4	66,1	72,4
18,0	43,3	48,4	52,6	56,8	61,0	67,5	73,1
19,0	45,6	49,4	53,3	57,7	62,5	68,0	73,6

---

**PESO PARA LA TALLA (MASCULINO), año 1972**


---

*Percentiles*


---

<i>Estatura (cm)</i>	<i>N</i>	<i>3</i>	<i>10</i>	<i>25</i>	<i>50</i>	<i>75</i>	<i>90</i>	<i>97</i>
84- 86	89	10.3	10.8	11.4	12.0	12.6	13.2	14.7
86- 88	250	10.7	11.1	11.7	12.3	13.0	13.5	15.0
88- 90	319	11.1	11.5	12.3	12.7	13.5	14.0	15.3
90- 92	326	11.5	12.0	12.7	13.2	14.0	14.5	15.9
92- 94	336	12.0	12.4	13.2	13.8	14.5	15.2	16.5
94- 96	380	12.4	13.0	13.5	14.3	15.0	15.7	17.0
96- 98	399	12.8	13.4	14.0	14.7	15.5	16.4	17.5
98-100	364	13.4	13.9	14.6	15.4	16.0	16.9	17.9
100-102	365	13.8	14.5	15.0	15.7	16.5	17.3	18.3
102-104	354	14.2	14.8	15.3	16.2	17.0	17.8	18.9
104-106	347	14.6	15.3	15.9	16.8	17.5	18.3	19.5
106-108	349	15.1	15.7	16.4	18.3	18.2	19.0	20.3
108-110	370	15.5	16.3	17.0	17.7	18.7	19.6	21.2
110-112	358	16.1	16.9	17.6	18.4	19.5	20.5	22.0
112-114	384	16.7	17.5	18.2	19.0	20.8	21.2	23.0
114-116	359	17.4	18.1	19.0	19.9	21.0	22.0	23.9
116-118	383	18.0	18.8	19.5	20.5	21.7	23.0	24.8
118-120	399	18.6	19.5	20.3	21.3	22.4	23.8	25.8
120-122	400	19.3	20.8	21.1	22.1	23.4	24.9	26.9
122-124	419	20.0	20.9	22.0	23.0	24.3	25.7	28.0
124-126	453	20.7	21.5	22.7	23.8	25.3	26.7	29.2
126-128	482	21.5	22.5	23.5	24.7	26.2	27.7	30.5
128-130	474	22.2	23.3	24.5	25.6	27.2	29.0	32.0
130-132	490	22.9	24.0	25.3	26.6	28.2	30.0	33.5

---

<i>Percentiles</i>								
<i>Estatura (cm)</i>	<i>N</i>	<i>3</i>	<i>10</i>	<i>25</i>	<i>50</i>	<i>75</i>	<i>90</i>	<i>97</i>
132-134	502	23.7	25.0	26.1	27.6	29.2	31.3	35.0
134-136	500	24.5	25.7	27.1	28.7	30.2	32.5	36.6
136-138	539	25.4	26.7	28.3	29.7	31.4	33.8	38.2
138-140	575	26.5	27.7	29.2	30.9	32.5	35.3	39.9
140-142	573	27.4	28.5	30.3	32.0	34.0	36.7	41.5
142-144	579	28.4	29.7	32.0	33.4	36.8	38.5	43.5
144-146	559	29.4	30.8	32.6	34.5	37.1	40.3	45.7
146-148	492	30.5	32.0	34.0	36.0	38.8	42.2	47.7
148-150	493	31.7	33.5	35.4	37.5	40.6	44.2	49.9
150-152		33.0	34.5	36.5	39.0	42.2	46.0	52.7
152-154	460	34.2	36.1	38.0	40.8	43.9	48.1	54.0
154-156	440	35.6	37.7	39.8	42.7	46.4	50.5	55.0
156-158	498	37.3	39.5	41.4	44.5	48.2	53.0	58.5
158-160	480	38.9	41.0	43.2	47.0	50.5	55.3	61.0
160-162	508	40.5	43.0	45.3	49.0	52.5	57.9	63.5
162-164	568	41.9	44.7	47.3	51.0	54.5	60.0	66.0
164-166	620	42.7	46.4	49.0	52.8	56.5	62.0	68.5
166-168	637	44.5	47.9	51.3	54.5	58.9	64.0	70.8
168-170	590	46.0	49.3	52.7	56.3	61.0	66.0	73.0
170-172	484	47.5	50.6	54.2	58.0	62.5	68.0	74.7
172-174	419	48.6	52.0	55.6	59.5	64.0	69.7	76.8
174-176	292	50.0	53.4	57.0	60.7	65.6	71.8	78.7
176-178	199	51.0	54.5	58.4	62.1	67.0	73.3	80.5
178-180	148	52.3	56.3	60.0	63.2	68.5	75.0	83.0

---

**INDICE DE MASA CORPORAL (MASCULINO)**


---

<i>Edad (años)</i>	<i>Percentiles</i>						
	3	10	25	50	75	90	97
0.1	11.4	12.6	13.8	15.4	17.3	19.8	23.0
0.3	12.2	13.8	15.6	17.0	18.4	20.7	24.5
0.5	12.8	14.7	16.1	17.5	19.0	21.3	24.6
0.7	13.4	14.9	16.5	18.1	19.6	21.2	22.9
0.9	13.9	15.1	16.8	18.1	19.2	20.7	22.5
1.0	14.1	15.1	16.7	17.9	19.1	20.6	22.3
1.1	14.2	15.2	16.6	17.6	18.9	20.4	22.1
1.3	14.6	15.3	16.3	17.4	18.6	20.0	21.8
1.5	14.4	15.1	16.1	17.2	18.4	19.7	21.5
1.7	14.3	15.0	15.9	17.0	18.2	19.5	21.2
1.9	14.1	14.9	15.8	16.9	18.0	19.2	20.9
2.0	14.0	14.8	15.7	16.8	17.9	19.1	20.8
3.0	13.7	14.5	15.2	16.2	17.2	18.4	20.1
4.0	13.4	14.2	14.9	15.8	16.8	18.0	20.0
5.0	13.1	13.9	14.6	15.4	16.5	17.7	19.7
6.0	12.9	13.7	14.4	15.2	16.3	17.6	19.2
7.0	12.9	13.7	14.4	15.2	16.3	17.6	19.3
8.0	13.0	13.8	14.5	15.3	16.5	17.9	20.2
9.0	13.2	13.9	14.7	15.6	16.8	18.7	21.4
10	13.4	14.1	14.9	15.9	17.1	19.2	22.0
11	13.6	14.4	15.1	16.1	17.4	19.4	21.9
12	13.9	14.7	15.5	16.5	17.9	19.6	21.8
13	14.3	15.1	15.9	17.0	18.5	20.1	22.5
14	14.7	15.5	16.4	17.7	19.2	20.8	23.3
15	15.4	16.2	17.2	18.5	20.1	21.6	24.1
16	15.9	16.9	18.1	19.5	20.8	22.4	24.9
17	16.3	17.6	18.8	20.1	21.5	23.3	25.6
18	16.7	18.0	19.1	20.6	22.1	23.9	26.3
19	16.9	18.2	19.3	21.0	22.4	24.3	26.7







## ANEXO III

## Valor energético de actividades físicas

Tomado de FAO/OMS/UNU. (1985).

<b>Gasto energético por actividades</b>			
TIPO DE ACTIVIDAD	kcal/min	TIPO DE ACTIVIDAD	kcal/min
<b>Actividades sedentarias</b>		<b>Actividades recreativas generales y lúdicas (juegos)</b>	
Estar quieto sin dormir o descansar en cama	0.0155	Tocar el piano	0.038
Dormir	0.018	Estar sentado jugando cartas, dominó, ajedrez, damas.	0.028
Estar sentado (leyendo, escribiendo, conversando, esperando )	0.028	Bailar	0.070
Estar de pie (esperando, charlando, etc.)	0.029	Bailar vigorosamente	0.101
Recostarse, tranquilamente	0,0155	Pasear	0.038
Estar tumbado despierto	0.023	<b>Actividades deportivas para la conservación de la salud</b>	
Bajar escaleras	0.097	Ejercicio físico ligero (fáciles)	0,0403
Subir escaleras	0.254	Ejercicios físicos moderados (activos)	0,069
Descanso sentado	0,0238	Ejercicios físicos duros	0,1071

<b>Higiene personal</b>		Ejercicios sumamente duros	0,1428
Aseo (lavarse, vestirse, ducharse, peinarse, etc.)	0.050	<b>Deportes</b>	
Vestirse y desvestirse	0,0281	Jugar al tenis	0.109
<b>Actividades domésticas y de la conservación del hogar</b>		Jugar al fútbol	0.137
Tejer	0,0276	Jugar al ping-pong	0.056
Barrer	0.050	Jugar al golf	0.080
Pasar el aspirador	0.068	Jugar baloncesto	0.140
Trapear el suelo	0.065	Jugar al frontón y squash	0.152
Limpiar ventanas de cristales	0.061	Jugar al balonvolea	0.120
Hacer la cama	0.057	Jugar a la petanca	0.052
Lavar la ropa	0.070	Hacer montañismo	0.147
Lavar los platos	0.037	Remar	0.090
Limpiar zapatos	0.036	Nadar de espalda	0.078
Cocinar	0.045	Nadar a braza	0.106
Planchar	0.064	Nadar a crawl	0.173
Coser a máquina	0.025	Esquiar	0.152
Cuidar el jardín	0.086	Correr (8-10 km/h)	0.151
<b>Actividades laborales</b>		Esgrima	0,1333
Trabajo en laboratorio	0,0250	Marcha (110pasos/min)	0,069
Carpintería	0,0571	<b>Actividades de alimentación</b>	
Mecanografía rápida	0,0333	Desayuno o almuerzo	0,0236
Aserrar leña	0,1143	Comer (sentado)	0,030

---

---

<b>Actividades de locomoción</b>	
Conducir un coche	0.043
Conducir una moto	0.052
Caminar lentamente (4,2 km/h)	0,0476
Caminar moderadamente (5 km/h)	0.063
Caminar a velocidad (6 km/h)	0,0713
Montar a caballo	0.107
Montar en bicicleta	0.120
Viaje en ómnibus	0,0267



## ANEXO IV

### Encuesta acerca de la Ingesta de Alimentos Recordatorio de 24 horas.

Nombre y apellidos:  Dirección:  Policlínico o Consultorio al que pertenece:  Enfermedad (es) Crónica (s) que padece:		Sexo: Masculino ( ) Femenino ( )  Raza: _____  Presión Arterial: _____  Circunferencias: • Brazo: _____ • Cintura: _____ • Cadera: _____										
Edad: _____  Peso (Kg): _____  Talla (m): _____	Día de la Semana <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>L</td><td>M</td><td>M</td><td>J</td><td>V</td><td>S</td><td>D</td> </tr> </table>			L	M	M	J	V	S	D	Ocupación Anterior:   Ocupación Actual:	
L	M	M	J	V	S	D						

				Para ser llenado por el entrevistador		
Hora Aprox	Alimentos Consumidos y Forma de Preparación	Fuente de Origen *	Medida Casera	Porciones **	Código	Cant (g)

(\*) Los códigos a introducir son : (1) casa, (2) trabajo, (3) escuela, (4) gastronomía y comercio, (5) venta callejera estatal, (6) venta callejera privada.

(\*\*) Esta columna será llenada utilizando las porciones que aparecen en el instructivo.



## ANEXO V

### **Rangos aceptables de distribución de macronutrientes (RAM) para dietas saludables, según el Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU.**

Tomado de Hernández Triana, 2004.

<i>Tipo de Macronutrientes</i>	<i>% de la ingestión diaria de energía</i>
<i>Grasas</i>	<i>20-35</i>
<i>Carbohidratos</i>	<i>45-65</i>
<i>Proteínas</i>	<i>10-35</i>
<i>Ácido linoleico</i>	<i>5-10</i>
<i>Ácido linolénico</i>	<i>0,6-1,2</i>
<i>Relación linoleico/ linolénico</i>	<i>5,1-10,1</i>
<i>Ácido eicosapentaenoico</i>	<i>10 %</i>
<i>Ácido docosahexaenoico</i>	<i>10 %</i>
<i>Azúcares añadidos</i>	<i>≤ 25</i>