

***CAPACIDAD AERÓBICA RELACIONADA AL ESTADO
NUTRICIONAL DEL Y LA ADOLESCENTE.***

***“...ESTUDIO DESCRIPTIVO, TRANSVERSAL, REALIZADO EN
ESTUDIANTES DE 13 A 17 AÑOS DE EDAD, DEL INSTITUTO
EXPERIMENTAL DR CARLOS MARTÍNEZ DURÁN, DURANTE EL
PERÍODO ABRIL – MAYO DEL 2,000.”***

INDICE

CONTENIDO	PAGS.
I. Introducción	01
II. Definición y Análisis del Problema	03
III. Justificación	04
IV. Objetivos	06
V. Revisión Bibliográfica	
A. Estado Nutricional del Adolescente	
1. Conceptos Generales	07
2. Cambios fisiológicos e histoquímicos	08
3. Indicadores de Crecimiento	08
4. Factores que intervienen en crecimiento	09
5. Necesidades Nutricionales	10
6. Evaluación del Estado Nutricional	13
7. Antropometría en diagnóstico nutricional	15
8. Índice de Masa Corporal	18
B. Ejercicio Aeróbico y Capacidad Aeróbica	
1. Generalidades	19
2. Ejercicio Aeróbico	19
3. Sistema Cardiovascular y Respiratorio durante el ejercicio	26
4. Aspectos relacionados al ejercicio	35
C. Prueba de Cooper	
1. Consideraciones generales	36
2. Definición	37
3. Procedimiento	37
4. Parámetros de evaluación	38
VI. Material y Métodos	40
VII. Presentación de Resultados	47
VIII. Análisis de Resultados	63
IX. Conclusiones	68
X. Recomendaciones	69
XI. Resumen	70
XII. Referencias bibliográficas	71
XIII. Anexos	75

I. INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación, realizado con estudiantes adolescentes del Instituto Exp. Dr. Carlos Martínez Durán, durante el tiempo comprendido del 26 de abril al 26 de mayo del 2,000, tiene como móvil principal establecer la relación entre Capacidad Aeróbica y Estado Nutricional, tomando en cuenta factores que podrían modificarla.

La adolescencia es una etapa lábil al desarrollo de una situación nutricionalmente desfavorable ante una ingesta inadecuada, ya que por ser un período de máximo crecimiento, existe un aumento de requerimientos tanto energéticos como nutricionales, que permitirán la adquisición del peso y talla para la edad adulta; por lo cual, determinar la medida en que un estado nutricional desfavorable pueda o no interferir con el desarrollo y desempeño físico del sujeto, es el objetivo principal del presente estudio.

Para la facilitar la recolección de datos, se utilizó una boleta donde se registraron aspectos generales del estudiante, como: edad, sexo, actividades, etc; también se documentó por medio de medición individual, el peso y la talla de los sujetos, y se tomó una muestra sanguínea para determinar niveles de hemoglobina, realizados en un Laboratorio Particular. Para determinar la capacidad aeróbica, cada estudiante realizó la prueba de Cooper, en la pista de atletismo del Estadio Revolución, USAC, para obtener así la distancia recorrida y

frecuencia cardíaca y respiratoria al final de la prueba de cada sujeto, contando para ello con la colaboración de los catedráticos de educación física y el programa calendario para cada grupo evaluado.

Los resultados obtenidos se distribuyeron en cuadros y gráficas , con sus respectivos análisis, conclusiones y recomendaciones, en base a los objetivos planteados; pudiendo determinar que la actividad física, es el principal elemento que interviene en la capacidad aeróbica durante la adolescencia.

II. DEFINICIÓN Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA

La nutrición apropiada es una necesidad básica de salud para que durante la adolescencia se pueda desarrollar el máximo potencial biológico; por lo tanto, el estado nutricional es el indicador fidedigno para determinar si ha sido o no adecuada. Los cambios metabólicos experimentados durante la adolescencia, tanto para hombres como para mujeres, generan una serie de modificaciones a nivel global dentro del organismo, los cuales repercuten en la modificación de requerimientos nutricionales y en el gasto energético. La realización de un ejercicio aeróbico, permite al organismo trabajar aceleradamente para cubrir la producción de energía ante el aumento en la demanda, donde el oxígeno juega un papel importante, ya que su consumo durante la actividad, permitirá establecer la aptitud física de cada persona en particular, esto es a lo que llamamos: capacidad aeróbica. (4,12)

Cuando existen alteraciones a nivel del estado nutricional, consecuentemente se genera deficiencias en el aporte nutritivo dentro del organismo, esto, provoca diferencias entre individuos en su capacidad para recuperarse luego de una actividad física. .(20,28)

En el presente estudio, se estableció la relación de éstas condiciones aunada o no a factores de riesgo o protectores ya conocidos, en el rendimiento físico de cada adolescente en particular.

III. JUSTIFICACIÓN

Durante la adolescencia, el organismo aumenta sus requerimientos energéticos y nutricionales para desarrollarse adecuadamente y adquirir un 20% de la talla y 50% del peso final de la edad adulta, influido por el estilo de vida, hábitos alimenticios y condición socioeconómica, lo cual interviene en el desarrollo adecuado de un adulto sano. En 1,985 Guatemala poseía la tasa de desnutrición proteico calórica más alta de Centroamérica en los adolescentes, lo cual genera una población adulta con déficit nutricionales a largo plazo, que intervienen en su salud integral. (10,18,20)

Por otro lado, si bien es sabido que ciertos factores como el sedentarismo o el tabaquismo pueden alterar el rendimiento físico del adolescente, no existen datos que permitan determinar si el estado nutricional desfavorable puede ser un factor de riesgo ante la elevada demanda energética que conlleva realizar una actividad física; por lo que, el presente trabajo de investigación, correlaciona el estado nutricional con la capacidad aeróbica durante una prueba de esfuerzo físico, demostrando así la importancia de incluir no solamente un programa de educación física dentro del pensum de estudios del adolescente, sino de adecuarlo a la condición física del adolescente para que mejorar sus aptitudes. (18,20)

Para ello, se seleccionó el Instituto Exp. Dr. Carlos Martínez Durán, el cual es un centro de estudios de educación básica donde la población estudiantil de ambos sexos, es predominantemente adolescente y reunió las condiciones necesarias para la realización de este estudio en particular.

IV. OBJETIVOS

A. General:

- Evaluar el estado nutricional y la capacidad aeróbica de adolescentes, hombres y mujeres, comprendido entre los 13 a 17 años de edad, inscritos en el Instituto Dr. Carlos Martínez Durán, durante abril y mayo del 2,000.

B. Específicos:

1. Clasificar la condición nutricional de los estudiantes adolescentes del citado Instituto.
2. Relacionar niveles de hemoglobina con capacidad aeróbica de los estudiantes.
3. Detectar factores de riesgo y protectores en relación al estado físico de los citados adolescentes.
4. Clasificar la capacidad aeróbica en los y las adolescentes estudiantes.
5. Comparar la capacidad aeróbica de los sujetos de estudio según niveles de hemoglobina, edad, sexo y estado nutricional.
6. Identificar los factores modificables en el grupo de estudio, para asegurar una mejor condición física.

V. REVISION BIBLIOGRÁFICA

A. ESTADO NUTRICIONAL DEL ADOLESCENTE

1. Conceptos generales:

La adecuada nutrición es una necesidad básica de salud para el adolescente en el desarrollo de su máximo potencial biológico. Es por ello que al evaluar el estado nutricional se evidencian aspectos como:

- a) La velocidad de aceleración del crecimiento reflejado en su estatura y peso, así como los cambios corporales que acontecen en la adolescencia.
- b) El consumo ideal de proteína, energía y vitaminas, los cuales están afectados por la situación económica y social en que viven los adolescentes.
- c) Los aspectos tanto emocionales como culturales de la alimentación, y sus efectos en la vida cotidiana y actividad en la adolescencia.

De esta manera podemos evaluar simultáneamente el estado general de salud y nutrición, como un indicador de las deficiencias sufridas en la infancia y de guía con respecto a las prioridades de prevención y tratamiento necesarios para lograr una sociedad adulta sana. (20)

2. Cambios fisiológicos e histoquímicos en la adolescencia:

A nivel fisiológico e histoquímico, se observan cambios importantes, por ejemplo, la diferencia más importante es la cuadruplicación de la masa muscular en el sexo masculino y la sola duplicación en el sexo femenino. También varía el consumo de oxígeno en tejidos viscerales (cerebro, hígado, bazo, riñón, corazón), pero especialmente el tejido óseo, colágeno y muscular, con modificaciones consecuentes en el metabolismo basal.

A nivel del panículo adiposo, existe una redistribución de manera que éste es depositado en muslos y caderas, preferentemente, marcándose la cintura para delinear la silueta femenina de curvas más redondeadas y gráciles que la de los varones.

A partir de la pubertad, es cuando principian a marcarse las diferencias entre ambos sexos, en aspectos como: necesidades calóricas, capacidad vital, capacidad respiratoria máxima (predominante en el varón), y tensión arterial. Existe un mayor nivel de hemoglobina y aumento de glóbulos rojos en el varón por un estímulo de la médula ósea y activación de la anhidrasa carbónica, directamente ejercido por la testosterona.(20)

3. Indicadores de crecimiento y desarrollo físico en la adolescencia:

Dentro de estos parámetros podemos mencionar: ***La edad cronológica***, que si bien no es un indicador por sí misma de desarrollo, permite predecir las potencialidades del adolescente; ***la***

talla y el peso, que permiten, llevar un seguimiento transversal y colocar al adolescente dentro de un estándar para una determinada población. Para fines de la presente investigación éstos parámetros fueron los utilizados para establecer un diagnóstico nutricional en el adolescente. Aunque, existen otros indicadores que pueden ser tomados en cuenta, como lo son: **la edad ósea**, la cual evidenciará la maduración del esqueleto, y se puede relacionar directamente con el peso y la talla; **la edad de desarrollo puberal**, la cual relaciona los patrones de cambios físicos que ocurren durante la pubertad, utilizando los patrones de Tanner y whitehouse. (20)

4. Factores que intervienen en el crecimiento y desarrollo:

Podemos afirmar que la adolescencia es un proceso que va estar determinado por un conjunto de genes que establecerán de manera independiente cada aspecto, como Peso, talla y estructura corporal, siendo de suma importancia el estado nutricional, como indicador fidedigno de las condiciones de vida y salud de dicho sector de la población. En tal sentido y sabiendo que la adolescencia es el período donde se adquiere del 20-25% de la estatura y el 50% del peso corporal definitivo, pueden presentarse problemas derivados del contraste entre la elevada demanda energética y la baja oferta.

Por ejemplo, la desnutrición o enfermedades crónicas, son elementos que alteran el crecimiento y retardan la maduración; en relación a este aspecto, vale la pena mencionar, que en el presente siglo se han observado cambios en la velocidad de crecimiento infantil y adolescente, obteniéndose una talla definitivamente mayor que en

las generaciones anteriores, así como, avances en el desarrollo intelectual. Todos estos hallazgos encontrados, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, están justificados por factores ambientales; en consecuencia, la mejoría del conjunto de condiciones socioeconómicas esenciales para la nutrición y el estímulo neuropsíquico, permiten que el potencial genético se exprese al máximo por el impacto que los cambios de vida producen en este proceso de alta sensibilidad biológica. (20)

5. Necesidades nutricionales en la adolescencia:

Durante la adolescencia, las necesidades nutricionales se relacionan directamente a los cambios en la composición corporal, y guardan un estrecho vínculo con la edad fisiológica y cronológica. (20)

La velocidad del aumento de estatura y peso guardan entre sí una relación de influencias recíprocas y aportan del 15-20% y 50% del peso final de la persona adulta, como se mencionó anteriormente. Partiendo de esto, podemos observar la importancia de la nutrición en la adolescencia, ya que, lógicamente las necesidades nutricionales, son mayores en éste período de máximo crecimiento. En tal sentido se ha relacionado la velocidad de incremento de peso con estatura en el sexo masculino, pero con un retraso de seis a nueve meses en el sexo femenino; por lo general, durante este momento aparece un incremento en el apetito y de la sensación de hambre.

Los varones adolescentes adelgazan más, mientras contradictoriamente aumentan su número de células adiposas con una

disminución del aporte porcentual de adiposidad al total de la masa corporal. Contrariamente, las mujeres tienen aumento progresivo de la acumulación de grasas e incremento en porcentaje de adiposidad en relación a total de masa corporal. Observándose entonces una mayor masa corporal en varones, y un esqueleto mas grande y con menos tejido adiposo, que en las mujeres. Todo ello justifica las necesidades nutricionales mayores en el varón, en cuanto al consumo de proteína, hierro, zinc, magnesio y calcio, que en las mujeres. Una mujer promedio no deportista tiene alrededor de un 25% de grasa en su cuerpo a diferencia del varón no deportista, que tiene un 20% de grasa en valores máximos. Esto supone un perjuicio para el esfuerzo y rendimiento máximo que se necesitan en el deporte especialmente aquellas pruebas donde la obtención de una marca depende de velocidad o fuerza muscular y peso corporal. (20,12)

a) Energía:

Los efectos de un déficit energético marginal, ocasionan alteración en el ritmo y velocidad de crecimiento, obligando al organismo ante una ingesta calórica insuficiente, a catabolizar reservas corporales de proteínas y grasas. Por el contrario, la obesidad, por una ingesta excesiva, o gasto bajo, pueden alterar el crecimiento durante la adolescencia. (Ver anexo 1)

b) Proteínas:

La necesidad proteica, guarda relación con la estatura de el adolescente; además de la ingesta, intervienen otros factores como el metabolismo, estado nutricional previo y trastornos generales;

durante la adolescencia el metabolismo proteico es muy sensible a las restricciones calóricas. (20)

c) Minerales:

Las necesidades de minerales están aumentadas, especialmente en el caso de:

i. calcio: para formación de masa ósea,

ii. hierro: para aumento de la masa muscular y expansión del volumen sanguíneo, causando en casos de déficit: disminución del rendimiento cognoscitivo, alteración en la capacidad de hacer ejercicio, entre otros. Cuando hay depleción de hierro determinado por niveles bajos de ferritina, principalmente en mujeres, sin que necesariamente se produzca anemia, existe depleción en el consumo máximo de oxígeno causado por factores relacionados a la reducción del almacenamiento corporal e incluso a consecuencia del entrenamiento continuo de un ejercicio aeróbico, lo cual podría ser un factor protector en la prevención de enfermedad arterial coronaria; sin alterar la capacidad de transporte del oxígeno en la sangre, ya que, en los atletas aeróbicos altamente entrenados es posible que el hematócrito reducido sea debido a la expansión de volumen intravascular, pero su capacidad acarreadora de oxígeno está aumentada. (1,13,20,23,30)

iii. zinc: para la producción de nuevo tejido óseo y muscular; así como de magnesio, fósforo, yodo y flúor, entre otros.

La falta de algunos de éstos, como el hierro o el cobre, pueden producir anemia ferropénica o megaloblástica respectivamente. En la

presente investigación se tomó en cuenta el término anemia como la cuantificación de una hemoglobina debajo de 12mg/dl, no haciendo distinción al tipo de anemia. (20,23)

d) Vitaminas:

La necesidad vitamínica aumenta proporcionalmente a la velocidad de crecimiento y desarrollo, y dependen de la ingesta de carbohidratos sobre todo. (20,23)

6. Evaluación del Estado Nutricional:

a) Definición:

Estado nutricional, se define, por la medida en que las necesidades fisiológicas de cada nutriente individual son (o no) satisfechas, indicando el metabolismo celular; su determinación permite evaluar el nivel de funcionamiento celular en relación a la disponibilidad y el uso de los nutrientes necesarios en determinado momento. También es importante considerar el ambiente nutricional, constituido por factores que influyen en el estado nutricional como: antecedentes clínicos, condiciones socioeconómicas y de medicamentos o drogas, actitud familiar y prácticas culturales y religiosas. (5,16,20)

La evaluación nutricional incluye un estudio de la relación estado y ambiente nutricional, reuniendo información sobre el individuo y su medio ambiente, pudiendo así, determinar estrategias de intervención

y cuidados nutricionales. Esta evaluación comprende tres etapas:(5,20)

- i. Equilibrio nitrógeno y calorías,
- ii. Composición corporal y
- iii. Funcionamiento celular.

En la presente investigación, se realizó la determinación del estado nutricional mediante la medición de peso y talla según edad y sexo, para poder calcular el Índice de Masa Corporal, pudiendo así establecer un diagnóstico nutricional basados en los parámetros establecidos en el protocolo de investigación.(ver anexo 2)

b) Evaluación del Crecimiento:

La evaluación antropométrica de crecimiento, toma en cuenta indicadores sumamente sensibles a la influencia ambiental, siendo importantes en la vigilancia de salud. La estatura funciona como un indicador histórico y el peso como parámetro más actual. Es importante señalar en éste momento, que la adolescencia, es el reflejo del proceso vivido en la infancia. (16,20)

c) Gráfica de Crecimiento:

Esta gráfica, está basada en datos recogidos de 1963 a 1975, por el National Center for Health Statistics (NCHS), con una muestra de 20,000 niños que representan a la población estadounidense, comprendidos desde el nacimiento a los 18 años de edad. Cada gráfica se compone de siete curvas percentil, representando la distribución de valores peso, estatura o perímetro cefálico para edad y

sexo. El percentil 50, es la mediana, el valor por encima y/o debajo, del cual se encuentran el 50% de los valores observados. Debido a que éste tipo de gráfica no es confiable para establecer el estado nutricional durante la etapa de la adolescencia, solo se mencionan como parte de la literatura. (16)

7. La Antropometría en el diagnóstico del Estado Nutricional:

a) Consideraciones generales:

De los recursos diagnósticos del estado nutricional, las mediciones antropométricas constituyen el recurso más valioso y directo para la determinación del tipo, magnitud y severidad de las deficiencias nutricionales, tanto a nivel individual como colectivo. (28)

La antropometría, mide las variaciones en las dimensiones y proporciones físicas del cuerpo humano (Brozeck, 1960). Estas variables están influenciadas por factores congénitos (edad, sexo, medio intrauterino, orden de nacimiento, peso al nacer, etc) y factores ambientales, los cuales incluyen dieta e infecciones y otros como actividad física.

La antropometría constituye un medio sencillo para la evaluación del estado nutricional del individuo y/o comunidad; de este modo las medidas antropométricas son de gran valor en la evaluación del crecimiento físico en niños sanos, en la identificación de problemas y evaluación de cambios en el estado nutricional de los individuos y,

además en la determinación de la magnitud y/o distribución geográfica de la desnutrición a nivel de población. (28)

b). Selección de las medidas antropométricas:

La inclusión de determinaciones que midan el crecimiento y desarrollo de diferentes partes del cuerpo, y el valor presuntivo de estas medidas, es discriminar variaciones de crecimiento y desarrollo físico debido a la desnutrición u otros factores.

En la presente investigación se usarán los siguientes indicadores:

- i. Indicador para determinar masa corporal, peso.*
- ii. Indicador para medir crecimiento lineal, talla total.*

Las medidas escogidas deben ser fácilmente estandarizadas para obtener pequeños márgenes de error, prerequisites necesarios para medir las variaciones que se observan entre los tiempos de toma antropométrica. (28)

c) Utilidad de la Antropometría para la evaluación de la población:

La información antropométrica individual puede agregarse para evaluar el estado nutricional de grupos de población. Los análisis antropométricos a nivel de la población tiene dos objetivos fundamentales:

- i. Deben brindar la información necesaria para conocer la magnitud de la desnutrición en las distintas regiones del país.*
- ii. La utilización de la información como línea basal para*

evaluar cambios de la situación nutricional de un país o una región a través del tiempo. (28)

d) Medidas e instrumentos:

i. Peso:

La medida más frecuentemente utilizada en los servicios de salud y nutrición. También es frecuentemente la única medida de estado nutricional obtenida al momento del nacimiento y es la medida más popular en cualquier población. Sufre modificaciones relacionadas con factores como edad, actividad física, estado fisiológico, enfermedades y tiene amplias variaciones normales. (19,29)

ii. Talla:

La medida más utilizada para estimar el crecimiento lineal o del esqueleto, son relativamente insensibles a deficiencias nutricionales agudas y reflejan más bien el estado nutricional pasado. (19,29)

e) Utilidad de los Indicadores Antropométricos:

Han sido utilizados para tamizaje nutricional, vigilancia del crecimiento a nivel de individuos y poblaciones, vigilancia nutricional, planificación de programas de intervención, evaluación de programas de suplementación alimentaria. Para el presente estudio se utilizarán como TAMIZAJE NUTRICIONAL, para establecer un diagnóstico del mismo en un tiempo determinado. (19,28,29)

La información antropométrica se manejó transversalmente, es decir, una sola medición en el adolescente a una edad específica.

8. Índice de Masa Corporal:

a) Definición:

El índice de masa corporal (IMC), es utilizado en la estimación de grasa corporal, y se calcula dividiendo el peso expresado en kilogramos y la talla al cuadrado expresada en metros, en base a estándares de niños comprendidos de 1 a 19 años de edad, basados en el estudio *National Health Nutrition Examination Survey* de 1,971-1,974 (ver anexo 2), dividido en curvas de percentiles expresados en porcentaje.(16,18) El cual se utilizó en el presente estudio para determinar con precisión el estado nutricional del adolescente.

b) Interpretación:

INDICE DE MASA CORPORAL Y ESTADO NUTRICIONAL **PARA AMBOS SEXOS**

IMC (kgs/mts²)	ESTADO NUTRICIONAL
Menor de 20	Bajo Peso
20.0 - 24.9	Peso Normal
25.0 - 29.0	Obesidad Leve
30.0 - 40.0	Obesidad Moderada
Mayor de 40	Obesidad Severa

Tomado de: Olivares J., Marcos. Evaluación del Estado Nutricional del Adolescente de C.A y Panamá. 1,989. Pg12.(18)

B. EJERCICIO AERÓBICO Y CAPACIDAD AERÓBICA

1. Generalidades:

No existe esfuerzo normal con capacidad para poner a prueba el organismo que se compare al esfuerzo extremo que exige la realización de un ejercicio físico intenso, donde el metabolismo del cuerpo puede incluso elevarse hasta 2000% de lo normal. (12)

La Aptitud de resistencia o Capacidad de trabajo, está dada por la disposición de hacer trabajos prolongados sin cansancio, la clave es el OXÍGENO. En nuestro cuerpo es posible almacenar el alimento no utilizado para más tarde, pero no el oxígeno, el cual requiere reabastecerse constantemente por medio de la respiración. Los requerimientos de energía para cualquier actividad dada, son comparables para todos, con variaciones concernientes en la talla y la condición física.(4)

2. Ejercicio Aeróbico:

a) Definición:

El ejercicio puede dividirse en varias categorías según los requerimientos de oxígeno y dinámica. Para la presente investigación se tomarán en cuenta los ejercicios aeróbicos, los cuales son los apropiados para evaluar la capacidad aeróbica.

Los ***ejercicios aeróbicos***, son aquellos que requieren grandes cantidades de oxígeno y tienen una duración en tiempo suficiente para producir un efecto de entrenamiento, sin originar una deuda intolerable

de oxígeno en el organismo, pudiendo en un tiempo prolongado fortalecer los pulmones para la elaboración de mayor cantidad de aire con el menor esfuerzo y fortalecer el corazón bombeando más sangre con menos palpitaciones para mejorar el suministro de sangre a músculos e incrementar el volumen total de sangre. Todo lo anterior produce una mejor capacidad para la introducción y transporte de oxígeno a las células tisulares donde combinado con los alimentos es capaz de producir energía que incrementa el consumo de oxígeno y la capacidad de resistencia, la cual se hace referencia anteriormente. (4)

b) Fisiología muscular durante el ejercicio:

La potencia de contracción muscular es una medida de la cantidad de trabajo que realiza el músculo en la unidad de tiempo, así como de la distancia de contracción, y el número de veces que el músculo se contrae cada minuto, todo esto medido a través de kilogramo-metros (kg-mt) por minuto. Por ejemplo la máxima potencia de un deportista al poner a trabajar todos sus músculos es:

Primeros 8-10 segundos.....7,000kg-m/min.

El minuto siguiente.....4,000kg-m/min.

Los 30 minutos siguientes.....1,700kg-m/min.

Es decir, una persona es capaz de realizar un esfuerzo de una potencia extrema durante un breve período de tiempo, mientras que en pruebas de resistencia a largo plazo la potencia alcanzada es sólo un cuarto de la lograda en un primer impulso. (12)

La medida final del rendimiento-eficacia muscular es la **resistencia**, la cual depende del aporte de elementos nutritivos al músculo, y de la cantidad de glucógeno depositada en el músculo antes de hacer ejercicio. Con una dieta rica en carbohidratos el músculo almacena mayores cantidades de glucógeno que en otras dietas, y da una resistencia de hasta 240 minutos en una maratón, en comparación de aquellos que llevan una dieta mixta, por ejemplo, lo cual proporciona un rendimiento de 120 minutos.

Los carbohidratos son el sustrato que se utiliza preferentemente para obtener energía, a través de los depósitos de glucógeno a nivel hepático y muscular, interviniendo en el rendimiento sobre un 50-60% de la velocidad máxima de consumo de oxígeno, prolongando el ejercicio aeróbico según la intensidad, entre 55 a 60% de la capacidad máxima de consumo de oxígeno; sin embargo, se ha demostrado que las mujeres son menos capaces de optimizar éstos depósitos de glucógeno proporcionados por la dieta. Seguidamente se utilizan grandes cantidades de grasa bajo la forma de ácidos grasos y en mucho menor grado proteínas. La energía es proporcionada por los carbohidratos (almacenados tanto en el músculo como en el hígado), en los primeros segundos o minutos de la actividad muscular, luego el 60 a 85% de energía proviene de las grasas, dependiendo de la duración del ejercicio. Las proteínas, son utilizadas durante ejercicios intensos de duración prolongada, como el combustible que incrementa la reparación de daños surgidos en el ejercicio aeróbico, por lo cual, un déficit de entrada de proteínas en la alimentación en deportistas, considerado un factor de riesgo en su desempeño.(12,21,27)

c) Flujo sanguíneo muscular durante el ejercicio:

Durante el reposo, algunos capilares musculares tienen poco o ningún flujo. Pero, al realizar un vigoroso ejercicio, todos los capilares se abren y la dilatación de las arteriolas y esfínteres precapilares tienen un incremento de 10 a 100 veces el número de capilares abiertos. La distancia promedio entre la sangre y células activas, la distancia que deben difundir el oxígeno y los productos metabólicos, están disminuidas de manera considerable. La dilatación aumenta el área transversal del lecho vascular y, por tal razón, se reduce la velocidad de flujo. (7,12) De esta manera se logra disminuir, la distancia a la cual el oxígeno y los nutrientes deben difundir desde los capilares a las fibras musculares, y probablemente se produce un incremento de dos o tres veces en la superficie a través de la cual pueden difundir los nutrientes desde la sangre, esto, causado por varios factores, principalmente por la reducción de oxígeno en los tejidos musculares, en relación al alto consumo del mismo, a nivel muscular durante el ejercicio; lo cual, se evidencia por descenso de PO_2 tisular y aumento de PCO_2 tisular, mecanismos locales que provocan vasodilatación originada por ausencia de contracción vascular o por la liberación de sustancias vasoactivas ante el déficit de oxígeno, entre ellos: adenosina, iones de potasio, acetilcolina, ATP, ácido láctico y dióxido de carbono. (12) El flujo linfático está incrementado considerablemente, limitando la acumulación de líquido intersticial, lo cual, aumenta su recambio. También, hay cambios en el pH y aumento en la temperatura, lo cual, desplazan la curva de disociación de hemoglobina, en forma tal que cede mas oxígeno a la sangre; se ha documentado un incremento en 2,3 difosfoglicerato en

los eritrocitos, lo cual disminuirá aún más la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno. El resultado de esto será, incremento de dos o tres veces en la diferencia arteriovenosa de oxígeno y facilitación en el transporte del dióxido de carbono fuera del tejido; todo lo anterior se combina, para hacer posible que el consumo de oxígeno por el músculo esquelético aumente 100 veces durante el ejercicio. (7)

d) Sistemas musculares metabólicos en el ejercicio:

i. Sistema Fosfágeno: la principal fuente de energía en la contracción muscular es el ATP (trifosfato de adenosina), los músculos contienen la suficiente cantidad de éste para mantener la potencia muscular máxima durante 3 segundos solamente, incluso en un deportista bien entrenado. También dentro de este sistema se cuenta con la Fosfocreatina, la cual posee más energía que el ATP (10,300cal por mol, en lugar de 7,300), esta puede proporcionar energía suficiente que permite reconstituir los enlaces de alta energía del ATP, con una producción muscular de 2 a 4 veces más a nivel de las células que de ATP.

En síntesis, podemos decir que el sistema de fosfágeno, formado por ATP y Fosfocreatina, proporcionan una potencia muscular máxima durante 8 a 10 segundos, obteniéndose energía que se utiliza en breves y bruscas oleadas de potencia muscular. (12)

ii. Sistema glucógeno-ácido láctico (anaerobio): el glucógeno que se almacena en el músculo puede transformarse en glucosa y utilizarse para obtener energía, por medio de la glucólisis, transformando por cada molécula de glucosa en dos de ácido pirúvico, liberando energía para formar cuatro moléculas de ATP, lo cual es sin consumo de oxígeno, mediante el metabolismo anaerobio, convirtiendo el ácido pirúvico en ácido láctico, formando moléculas de ATP a una velocidad de 2.5 veces mayor que el mecanismo oxidativo de las mitocondrias.

Es decir, que el sistema glucógeno-ácido láctico o anaerobio, suministra de 1.3 a 1.6 minutos de actividad muscular máxima, aunque con una potencia muscular algo reducida, usando alrededor de un 7 a 8% de energía en actividades como correr/caminar una milla, siendo igual en ambos géneros, en sujetos no atletas. (12,25)

iii. Sistema aeróbico: consiste en la oxidación de los substratos alimenticios en las mitocondrias para obtener energía, combinándose con el oxígeno para liberar grandes cantidades de energía que transforman el AMP y ADP en ATP, produciendo alrededor de 1 molécula por minuto, produciéndose aún en ejercicios de corta duración, debido al efecto de descarga del ejercicio por acaloramiento, lo cual provee substratos mitocondriales ADP y Pi para activar la fosforilación oxidativa a nivel de los miocitos, agregado al aumento de la presión intravascular creada por la disminución de flujo sanguíneo durante la contracción muscular. (12,17)

Relacionando los tres sistemas anteriores podemos decir que el sistema aeróbico es el utilizado durante la actividad prolongada del deportista, el sistema glucógeno-ácido láctico, es importante para obtener potencia suplementaria en distancias cortas 200-800mts y el sistema fosfágeno es el utilizado para producir oleadas bruscas de energía en pocos segundos. Así durante la realización de un esfuerzo físico de más de 5 minutos de duración como: carrera de 800-1,500mts, natación, boxeo, patinaje, se utilizan los 3 sistemas anteriormente descritos, siendo el sistema aeróbico predominantemente utilizado actividades de larga duración. (12)

e. Sistemas metabólicos luego del ejercicio:

La reconstitución del sistema ácido láctico consiste en la eliminación del mismo acumulado en los líquidos corporales, ya que, es éste, el responsable de la fatiga muscular intensa. Es posible también, utilizar la energía del metabolismo oxidativo del sistema aeróbico para reconstituir todos los demás sistemas: El de ATP-Fosfocreatinina y glucógeno-ácido láctico.

En las primeras fases del ejercicio intenso se agota una parte de la capacidad de obtener energía por la vía aeróbica, lo cual conlleva a dos consecuencias:

i. Deuda de oxígeno:

Normalmente el cuerpo contiene 2 litros de oxígeno almacenado para utilizar en el sistema aeróbico, formando la reserva distribuida de la siguiente manera: 0.5 litros en pulmones, 0.25 litros disueltos en líquidos corporales, 1 litro combinado a hemoglobina sanguínea

y 0.3 litros combinado a mioglobina muscular. Todo lo cual, es utilizado, al cabo de 1 minuto de ejercicio intenso, al finalizar el ejercicio, es necesario reponer esta deuda mediante la respiración y obteniendo cantidades de oxígeno adicionales y superiores a las exigidas por las necesidades normales; además, deben consumirse otros 9 litros de oxígeno para reconstituir el sistema fosfágeno y del ácido láctico, formando alrededor de 11.5lts que tiene que ser devuelto, esto es la llamada: **deuda de oxígeno**.(12)

ii. Agotamiento del glucógeno muscular almacenado:

Esto suele llevar días dependiendo del tipo de dieta, por ejemplo, quienes consumen dieta rica en carbohidratos se recuperan en 24 a 48 horas aproximadamente, aquellos con otro tipo de dieta tardan incluso 5 días en recuperarse; por lo cual, es importante que un deportista siga una dieta rica en carbohidratos antes de realizar un deporte duro o competitivo y NO participar de algún ejercicio agotador 48 horas antes de una competición. (12)

f) Sistema Cardiovascular durante el ejercicio:

i. Efectos principales y esenciales:

Durante el ejercicio ocurren tres efectos principales y esenciales en el sistema circulatorio para cubrir las necesidades de flujo sanguíneo muscular: (12)

- Descarga masiva del sistema nervioso simpático por todo el cuerpo y un efecto estimulante sobre la circulación.
- Aumento en la presión arterial y
- Aumento del gasto cardíaco.

El fin de la función cardiovascular es, proporcionar oxígeno y nutrientes a los músculos durante el ejercicio, aumentando considerablemente el riego sanguíneo para ello, el cual puede aumentar de 1lt/min hasta un máximo de 25lts/min, al practicar un ejercicio energético, justificando casi la mitad de este aumento, a la vasodilatación secundaria a los efectos del intenso metabolismo muscular; al aumento de la presión arterial durante el ejercicio incluso hasta un 30%, lo cual obliga el paso de más sangre a los vasos sanguíneos y distiende las paredes arteriolares reduciendo la resistencia vascular. (12) También se ha documentado la presencia de óxido nítrico (NO), como un potente agente vasodilatador, además de los ya conocidos; el cual se produce en condiciones fisiológicas normales a nivel del endotelio vascular que recubre el vaso sanguíneo; el estímulo para su producción, es la producción de la enzima NO sintetasa, la cual es abundante en condiciones de estrés, a consecuencia de la fuerza de fricción del flujo sanguíneo a través de los vasos. El oxido nítrico puede intervenir en la regulación del tono vascular en el músculo esquelético y cardíaco promoviendo y aumentando la vasodilatación, agregado a ello, la producción de oxido nítrico por el endotelio capilar puede regular el consumo de oxígeno en las mitocondrias a través de interacciones químicas con el sulfuro de hierro. Todo lo anterior, está regulado por expresión genética durante el ejercicio, que puede o no estar presente en el individuo; por lo cual es aún un aspecto en estudio. (24)

El trabajo desarrollado aumenta el consumo de oxígeno y éste

dilata los vasos sanguíneos musculares, aumentando el retorno venoso y en consecuencia el gasto cardíaco, el cual, puede llegar a incrementarse de 5.5litros/min a 23 litros/min. en un joven no deportista o incluso a 30litro/min en un corredor. Así mismo se eleva tanto la frecuencia cardíaca como el volumen sistólico, hasta en un 95% de su nivel máximo, es decir que el gasto cardíaco es el 90% del máximo que una persona puede lograr, en relación al 65% que puede aumentar la capacidad pulmonar. (12)

ii. Actividad simpática:

El papel de la descarga simpática masiva, producen tres efectos circulatorios principales:

- **Estimular el corazón:** provocando una frecuencia cardíaca mayor, un aumento en la fuerza de contracción y el cese de la inhibición parasimpática normal. Es decir, un músculo cardíaco que se contrae con más fuerza y expulsa una parte mayor del volumen que permanece en los ventrículos al final de la sístole. La máxima frecuencia cardíaca alcanzada durante el ejercicio disminuye con la edad, en niños y adolescentes aumenta incluso a 200 pulsaciones por minuto, mientras que en el adulto, pocas veces excede de 195, dependiendo de su edad. (7,12)

- **Contracción arteriolar en la circulación periférica exceptuando las de los músculos activos:** para la estimulación cardíaca en el suministro del aumento del flujo sanguíneo requerido a nivel muscular, reduciendo el flujo sanguíneo a otro nivel temporalmente, recibiendo así los músculos un préstamo de flujo sanguíneo de incluso dos litros

de sangre adicional. El sistema coronario y cerebral, ante la escasa inervación vasoconstrictora que poseen, evitan esta disminución de flujo sanguíneo, lo cual es una ventaja, tomando en cuenta la importancia del encéfalo y el corazón durante el ejercicio como del músculo esquelético. La circulación coronaria aumenta de tres a cuatro veces para aportar los nutrientes adicionales que precisa el corazón, causando una disminución entre la razón flujo sanguíneo coronario y consumo de energía del corazón, aumentando la eficiencia del corazón para utilizar ésta, en compensación del déficit relativo de aporte sanguíneo, regulado casi totalmente por vasodilatación arterial local en respuesta a las necesidades miocárdicas nutricionales y de oxígeno. Una disminución en la concentración de oxígeno miocárdico, provoca la liberación de adenosina principalmente (sustancia vasodilatadora) y aumenta el flujo sanguíneo a este nivel. De lo anterior, es importante recalcar que el Consumo de oxígeno, es el factor metabólico que controla el flujo sanguíneo miocárdico. (12)

Así mismo, la actividad simpática en el ejercicio, tiene un efecto muy importante: Aumentar la presión arterial, de un valor tan pequeño como 20mmHg o tan grande como 80mmHg dependiendo de las condiciones de realización del ejercicio, siendo de 20-40mmhg en actividades como correr o nadar, a consecuencia de la extrema vasodilatación que se produce en grandes masas musculares. Todo esto, es importante, si tomamos en cuenta que este 30% de incremento en la presión arterial, causa un 30% más de fuerza para impulsar la sangre a través de los vasos tisulares, causando además dilatación permitiendo otro 100% de aumento de flujo a 10.4 veces el

normal, y duplicando esto de nuevo aumentaría a 20 veces lo normal.
(12)

- **Contracción de paredes musculares venosas y otras zonas de capacitancia circulatoria:** lo cual aumenta la presión media sistémica de llenado, promoviendo el retorno venoso al corazón y aumentando consecuentemente el gasto cardíaco. Este incremento es esencial para aportar la gran cantidad de oxígeno y nutrientes a los músculos que están trabajando, siendo esta capacidad de aumento de gasto cardíaco por parte del sistema circulatorio tan importante como la fuerza muscular para establecer el límite del rendimiento del trabajo muscular.(12)

Es decir, que el sistema Cardiovascular es normalmente un factor mucho más limitante de la velocidad máxima de consumo de oxígeno (VO_2max) que el aparato respiratorio, porque la utilización de oxígeno por el organismo nunca puede superar la cantidad de oxígeno que el sistema cardiovascular es capaz de transportar y proporcionar a los tejidos. Es por ello, que el rendimiento que puede lograr un corredor depende de su corazón principalmente.(12)

3. Sistema Respiratoria durante el Ejercicio:

a) Capacidad aeróbica:

i. Definición:

Es la cantidad máxima de oxígeno que puede aprovechar el cuerpo durante un ejercicio agotador, o dicho de otra manera, la alta significancia de oxígeno que un sujeto es capaz de consumir por

unidad de tiempo o distancia recorrida; esta capacidad aeróbica ha mostrado en estudios comparativos que el adolescente actual tiene una capacidad aeróbica menor que la encontrada en estudios anteriores, ya que existen variaciones en el valor máximo de velocidad de consumo de oxígeno, probablemente modificado por el peso (altos índices de obesidad actualmente), diferencias genéticas o el nivel de actividad física intensa. (4,6)

b) Consumo de oxígeno y ventilación pulmonar en el ejercicio:

El consumo de oxígeno de un joven en reposo es de 250mL/min, lo cual, puede incrementarse en condiciones de ejercicio extremo a: 3,600mL/min en un joven no entrenado, e incluso 5,100mL/min en corredores de maratón. El consumo de oxígeno y ventilación pulmonar aumentan 20 veces al pasar de reposo a un ejercicio de máxima intensidad en un deportista entrenado, es decir, la capacidad respiratoria máxima es de 50% de la ventilación pulmonar real que se despliega en un ejercicio que exige el máximo esfuerzo. Se han documentado valores en la velocidad máxima de consumo de oxígeno en adolescentes femeninas (15años) de 40.6ml.kg/min, en relación al 50.4ml.kg/min encontrado en los varones adolescentes (16 años), lo cual permite establecer que tanto la condición física, como la edad y el sexo, intervienen en el consumo de oxígeno. (3,7,12)

La capacidad de difusión del oxígeno aumento a casi el triple de la capacidad de difusión entre la situación de reposo y el estado de ejercicio máximo, debido, a el paso de sangre a través de muchos capilares pulmonares que durante el ejercicio funcionan con su

máxima capacidad, los cuales, experimentan una disminución en la presión de oxígeno de 40 a 25mmHg, proporcionando un gradiente alveolo-capilar aumentado y provocando una penetración mayor de oxígeno hacia la sangre. La cantidad de dióxido de carbono que se excreta por cada unidad de sangre, aumenta de 250 – 8000mL/minuto. Se puede decir, que la captación de oxígeno, es proporcional a la carga de trabajo hasta un valor máximo, el cual, al ser sobrepasado, el consumo de oxígeno se nivela y el valor de lactato sanguíneo (producto de la incapacidad a nivel muscular de resintetizar reservas de energía en relación al ritmo de utilización, incurriendo en la deuda de oxígeno, abordada anteriormente), continúa aumentando, (7,12)

Con la iniciación del ejercicio, existe un incremento en la ventilación seguido luego de una breve pausa por un aumento adicional, mas gradual, debido a un aumento en la profundidad de la respiración, acompañado de un incremento en la frecuencia respiratoria cuando el ejercicio es más energético. El aumento en la ventilación, es proporcional al incremento en el consumo de oxígeno, siendo el causante de dicho aumento, el dióxido de carbono; y en cierta manera el oxígeno. Al hacerse más vigoroso el ejercicio, el amortiguamiento de las cantidades crecientes de ácido láctico que se producen liberan más dióxido de carbono, lo cual aumenta adicionalmente la respiración. La frecuencia respiratoria luego de concluido el ejercicio, no alcanza niveles basales hasta que paga la deuda de oxígeno, lo cual, puede tardar incluso hasta 90 minutos, y su magnitud está dada por la cantidad en la cual el consumo de oxígeno excede el consumo basal desde el final del ejercicio hasta que el

consumo de oxígeno ha retornado a niveles basales anteriores al ejercicio. También se observa un incremento en el oxígeno en la mioglobina muscular. El ATP y fosfocreatinina se sintetizan de nuevo, y se elimina el ácido láctico. El 80% del ácido láctico se convierte en glucógeno y el 20% es metabolizado a dióxido de carbono y agua.

La captación máxima de oxígeno en el ejercicio está limitada por la velocidad máxima a la cual éste se transporta a las mitocondrias en el músculo contraído, el cual usa más oxígeno, con un descenso en la PO_2 tisular y PO_2 venosa, lo cual favorece, como se explico en párrafos anteriores a una mayor extracción de oxígeno por la hemoglobina. El efecto neto es incrementar tres veces mas la extracción de oxígeno por cada unidad de sangre, acompañado por un aumento de 30 veces o más en el flujo sanguíneo, lo cual permite la elevación del metabolismo basal muscular en el ejercicio. (7)

Lo anterior demuestra, que el aparato respiratorio no es el factor limitante en el aporte de oxígeno al músculo durante el metabolismo muscular aeróbico máximo, como se explico anteriormente.

A pesar de la gran cantidad de oxígeno consumido a nivel muscular durante el ejercicio, la presión de oxígeno en la sangre arterial y la presión de bióxido de carbono en la sangre venosa permanecen casi normales, proporcionando así, el aparato respiratorio, una aireación suficiente a la sangre durante el ejercicio intenso. (12)

En estudios recientes, se ha demostrado que, al someter a sujetos sanos a hipoxia intermitente con cambios hipobáricos, y altitudes simuladas durante breves períodos de tiempo realizando ejercicios de baja intensidad, se logra luego de un período de acondicionamiento incrementar el tiempo del ejercicio, una ventilación pulmonar máxima y una desviación hacia la derecha de la curva de velocidad de producción de lactato; evidenciando, el desarrollo de una resistencia aeróbica, probablemente a consecuencia del estímulo en la respuesta eritropoyética, lo cual permitiría perfeccionar el desarrollo de la capacidad aeróbica en ellos. (22)

c) Consumo de tabaco relacionado a la ventilación pulmonar durante el ejercicio:

La nicotina, es capaz de producir constricción en los bronquiolos terminales, lo cual aumenta la resistencia al paso de aire que entra y sale de los pulmones; los efectos irritantes del humo de tabaco aumentan las secreciones bronquiales, causando edema en el revestimiento epitelial, finalmente paraliza los cilios que existen en la superficie celular epitelial respiratoria lo cual conlleva al acumulo de residuos en la vías respiratorias y aumenta las dificultades para respirar; todo esto ocurre incluso en aquel fumador ligero, el cual experimenta cierta molestia al esfuerzo respiratorio que debe hacer al realizar un ejercicio máximo, disminuyendo en consecuencia su rendimiento. (12) Se ha demostrado así mismo, que aquellos sujetos fumadores, experimentan ciertos cambios en la realización de ejercicios aeróbicos de alta intensidad, comparados a los sujetos no

fumadores, por ejemplo: tiempo de resistencia al ejercicio más corto y una ventilación máxima por minuto disminuida. (26)

4. Aspectos relacionados al ejercicio:

a) Fatiga:

Durante el ejercicio, la acidosis y otros factores contribuyen a su producción, y la dureza subjetiva del ejercicio se correlaciona con el índice de consumo de oxígeno, y no con el trabajo efectivo realizado en kg-m/minuto. El ejercicio prolongado puede producir hipoglicemia en individuos normales, pero su prevención no afecta la resistencia, ni demora la iniciación del agotamiento. (7)

b) Hipoxia:

Es definida como la deficiencia de oxígeno a nivel tisular. Se ha dividido en cuatro tipos: (7)

i.Hipoxia hipóxica: donde la presión de oxígeno de la sangre arterial está reducida.

ii.Hipoxia por éstasis o isquémica: donde el flujo sanguíneo a un tejido es tan bajo que no se emplea una cantidad adecuada de oxígeno a pesar de una presión de oxígeno y concentración de hemoglobina normales.

iii.Hipoxia histotóxica: donde la cantidad de oxígeno que se entrega a un tejido es adecuada, pero, debido a la acción de un agente tóxico, las células tisulares no pueden usar el oxígeno que se les abastece.

iv.Hipoxia anémica: en la cual la presión de oxígeno arterial es normal, pero la cantidad de hemoglobina disponible para transportar

oxígeno está reducida hasta un 18% (incluso en un 75% de desarrollo miocárdico), ocasionando una respuesta cardíaca brusca y un aumento en el flujo sanguíneo muscular para la entrega apretada de oxígeno. (14,15) Si existen alteraciones en la hemoglobina y cambios en la presión de oxígeno arterial junto a alteraciones en el volumen sanguíneo y cambios en la producción cardíaca, entonces se produce un efecto significativo en la velocidad máxima de consumo de oxígeno y capacidad aeróbica, lo cual al optimizar la hemoglobina y el volumen sanguíneo genera un resultado importante en el desarrollo de la resistencia.(10)

Siendo ésta última, la que será tomada en cuenta, en relación a la capacidad aeróbica, en aquellos alumnos incluidos en el estudio, ya que, según la metodología expuesta en este informe, se cuantificarán los valores de hemoglobina en ellos.

C. PRUEBA DE COOPER:

1. Consideraciones generales:

Después de los 10 años de edad y en particular al entrar a la adolescencia, debe ser alentado el sujeto en un programa de ejercicio formal. Estos son años críticos, cuando un cuerpo joven está robusteciéndose y deben ser los años en que se empiecen a poner en condiciones adecuadas el corazón y los pulmones, para asegurar un buen funcionamiento de por vida. Diversos estudios han documentado, que el joven que hace suficiente ejercicio aeróbico sano, invariablemente triunfa en su salón de clases, empleando todo

su potencial como estudiante; está más alerta, mas afirmativo y más confiado en sí mismo, que el que rechaza los deportes por un sentimiento de inferioridad.

2. Definición:

También llamada “prueba de los 12 minutos”, es un método el cual se utiliza para calcular el consumo máximo de oxígeno, y diversos estudios los cuales han relacionado otras pruebas han concluido que es una prueba predictora de consumo de oxígeno, sorprendentemente exacta y que requiere poco equipo, lo necesario es una pista y un cronómetro. (4,11)

3.Procedimiento:

La prueba tienen una duración de 12 minutos, la distancia a recorrer es la alcanzada por el individuo a estudio, con la cual al final de la prueba, es posible calcular el consumo de oxígeno en mililitros de oxígeno por kilogramo de peso. El margen de error, incluye factores como: condiciones de tiempo, viento, temperatura y “motivación; lo fundamental, es realizar la prueba hasta el agotamiento.

Es necesario buscar una pista, de aproximadamente 2 millas de longitud, o un lugar donde sea posible realizar la prueba sin peligro; el individuo debe vestir con comodidad, iniciar corriendo, al sentir la falta de aliento, caminar por un tiempo hasta recuperarse y entonces iniciar a correr nuevamente. Esto durante los 12 minutos, los cuales serán medidos por cronómetro; el fin es, recorrer la mayor distancia, durante

éste período de tiempo. Esta transición durante la prueba de correr a caminar, en determinado momento, podría estar regulada por un mecanismo energético, el cual puede variar en relación a la intensidad de ejecución del ejercicio. (2,4)

4. Parámetros de evaluación:

Al finalizar la prueba, es necesario cuantificar la distancia recorrida y en base a ello, calcular el consumo de oxígeno durante la misma, lo cual, determinará la Capacidad Aeróbica; para ello, es necesario utilizar la tabla de referencia. (ver anexos 5)

Al encontrarse, dentro de las primeras 3 categorías, no se está en una adecuada condición física, por una mala capacidad aeróbica, reflejada por un consumo de oxígeno menor de 34 ml; sin embargo es el 80% de la población del mundo los que se sitúan dentro de este rango. Se considera aprobado, las categorías IV y V.

a) Categoría I: (muy mala), < de 1,609 metros en 12 minutos con un consumo máximo de oxígeno de <28ml/kg/min. Agrupa a todo aquel sujeto que no hace nada, fanáticos de TV, bebedores o fumadores excesivos; los extremadamente sedentarios.

b) Categoría II: (mala) <2,011 metros en 12 minutos y un consumo de oxígeno de 34ml/kg/min. Agrupa al atleta social, al sujeto que juega tenis el domingo, béisbol en días de campo, natación en verano, y en otro tiempo no hace casi nada. Quienes se ubican en esta categoría creen que esta clase de ejercicio esporádico los conserva en condición.

c) Categoría III: (regular) 2,414 metros en 12 minutos con un consumo de oxígeno de 42 ml/kg/min. No son más que atletas de fin de semana, aquellos que tratan de hacer algo en sus días libres. Agrupa a caminantes madrugadores, nadadores de medio día, y todo aquel que hace un esfuerzo durante todo el año, semana a semana para mantenerse en forma; pero su capacidad y condición es poco menos que buena, ya que, esta probablemente es interrumpida demasiado pronto o no la ejecuta con bastante frecuencia para obtener un beneficio máximo.(4)

d) Categoría IV: (buena) > 2,414 metros en 12 minutos, con un consumo de oxígeno 42ml/kg/min. En esta categoría se ubican aquellos hombres concienzudos que se esfuerzan un poco más, haciendo cada día más de los mismos ejercicios. Y aún, sin ser necesariamente atletas, conforme practican el deporte aeróbico de manera continua, como correr por ejemplo, adquieren cada vez mayor velocidad de consumo de oxígeno máximo, utilizando una velocidad máxima respiratoria lo cual provoca una eficiencia motora óptima.(4,8,9)

e) Categoría V: (excelente) >2,816 metros en 12 minutos con un consumo de oxígeno > 52ml/kg/min. . Aquí se sitúan los atletas competitivos, que hacen todo o la mayor parte del tiempo ejercicios como: correr, nadar o andar en bicicleta. (4)

VI. MATERIAL Y METODOS

A. METODOLOGÍA

- 1. Tipo de estudio:** *Descriptivo, de Corte Transversal.*
- 2. Sujeto de estudio:** *estudiantes femeninos y masculinos entre 13 a 17 años de edad, del Instituto Exp. Dr. Carlos Martínez Durán.*
- 3. Muestra de estudio:** De un universo de 940 estudiantes, de ambos sexos inscritos en el citado Instituto en el presente ciclo lectivo, se tomó una muestra de 280 estudiantes, obtenida a través de la siguiente fórmula:*

$$\text{Muestra} = \frac{N (p \times q)}{(N - 1) \left(\frac{Le}{4} \right)^2 + (p \times q)}$$

Donde: **N** = universo.

p = probabilidad de que ocurra el evento (0.5 si se desconoce)

q = probabilidad de que no ocurra el evento, es decir $1 - p$.

Le = nivel de significancia el cual tiene un valor de 0.05.

4. Criterios de inclusión:

Ausencia de enfermedades cardíacas o respiratorias, que contraindiquen la realización de la prueba, como:

- a) Asma Bronquial.
- b) Cardiopatías congénitas o adquiridas.
- c) Síncope.
- d) Enfermedad Respiratoria Aguda. (48 horas antes de la prueba)
- e) Fiebre (48 horas antes de la prueba)

• Tomado de Dawson y Trap. Bioestadística Médica. Manual Moderno, 1993.

5. Variables a estudio:

a) Independientes:

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO
EDAD	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el momento del estudio.	Determinada en base al tiempo transcurrido de fecha de nacimiento al momento de la prueba, mediante pregunta directa.	Numérica, expresada en meses. Rango de referencia: de 156 a 204 meses.	Media y desviación estándar.
SEXO	Condición orgánica que distingue un hombre de una mujer.	Establecida por observación mediante caracteres sexuales secundarios.	Nominal. 1. Masculino. 2. Femenino.	Proporciones.
PESO	Medición de la masa corporal mediante una pesa calibrada.	Obtenido, con el sujeto con la menor cantidad de ropa posible, de pie en una pesa calibrada, en una habitación privada.	Numérica Expresada en kilogramos.	Media, y desviación estándar.
TALLA	Medida que estima el crecimiento lineal o del esqueleto	Obtenido, con el sujeto de pie, sin zapatos, registrando según el tallímetro la altura del sujeto por medio de una cartilla.	Numérica, Expresada en metros.	Media, y desviación estándar.

b) Dependientes:

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO
ESTADO NUTRICIONAL	Establecida por la división del peso en kilogramos y la talla en metros al cuadrado, en relación a tablas de referencia.	Mediante el cálculo del IMC, en base a las curvas percentiles para grupos de la misma edad y sexo.	Nominal, 1. bajo peso. 2. Normal. 3. Obesidad leve. 4. Moderada . 5. Severa.	Proporciones.
HEMOGLOBINA	Compuesto sanguíneo expresado cuantitativamente	Por extracción de una muestra sanguínea, se determinó cuantitativamente en laboratorio clínico .	Numérica: Expresada en gramos/%	Media, y desviación estándar.
CAPACIDAD AERÓBICA	. Consumo de oxígeno en relación a distancia recorrida.	Determinada según tabla de referencia en relación a consumo de oxígeno y distancia recorrida.	Intervalo,(ver anexo 3) 1. Muy mala. 2. Mala. 3. Regular, 4. Buena, 5. Excelente.	Proporciones y correlación.
FACTORES PROTECTORES	Aquellas situaciones que mejoran la capacidad aeróbica.	Mediante pregunta escrita se determinó si el sujeto practica o no deporte.	Nominal, Deportista: 1. Si 2. No.	Proporciones.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO
FACTORES DE RIESGO	Condiciones que repercuten en una condición física desfavorable.	Mediante pregunta escrita, se determinó la presencia de tabaquismo o sedentarismo.	Nominal: Fuma: 1. Si 2. No. Practica algún deporte: 1. Si. 2. No.	Proporciones.

6. Ejecución de la Investigación:

Posterior a escoger aleatoriamente por conglomerados (según año escolar: 1ero., 2do. ó 3ero. básico), a los alumnos que participaron en el estudio, se impartió una plática informativa, en relación a Prueba de Cooper y el Estado Nutricional; según días calendario, se trabajo con un grado por día, donde se realizó un reconocimiento físico a los estudiantes y se llenó un cuestionario de recolección de datos (ver anexos), de los cuales, posterior a ello se seleccionó a los estudiantes incluidos en el estudio, quienes aceptaron participar en el mismo, en quienes se determinó su estado nutricional (normal, desnutrido u obeso), por medio de la medición de peso y talla, y el Índice de Masa Corporal (ver anexo 2), con la ayuda de los docentes de educación física, previa capacitación y calibración en la toma, en una balanza para adultos con tallímetro incluido, marca Detecto. Así mismo se tomó una muestra sanguínea para cuantificar la hemoglobina en un Laboratorio Clínico Particular.

Para evaluar la capacidad aeróbica mediante la prueba de Cooper se capacitó a docentes de educación física para la toma de signos vitales (frecuencia cardíaca y respiratoria), realizada en la pista del Estadio Revolución, ubicado en el campus de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en un tiempo total de 12 minutos, donde se determinó la distancia recorrida en metros (tomando en cuenta que cada vuelta a la pista tiene una distancia de 400 metros), así como frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y consumo de oxígeno al finalizar la prueba, con lo cual se clasificó mediante las categorías (ver anexo 3): Excelente, Buena, Regular, Mala y Muy mala. Finalmente con los resultados obtenidos, se determinó la relación entre estado nutricional previamente diagnosticado y capacidad aeróbica encontrada, para cada estudiante; resultados que se presentan en el siguiente apartado.

6. Presentación de Resultados: los resultados están agrupados en cuadros de frecuencia y gráficas de barras, relacionando las variables estudiadas en las cuales como se mencionó anteriormente, se utilizó como tratamiento estadístico: desviación estándar, media, proporciones y correlación. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones pertinentes de lo obtenido.

B . Recursos:

1. Humanos:

- Personal Docente del área de Educación Física del Instituto Exp. Dr. Carlos Martínez Durán.
- Estudiantes incluidos en el estudio.
- Personal de Laboratorio Clínico Particular.

2. Materiales Físicos:

- Biblioteca Central de la USAC, de la Facultad de Ciencias Médicas de la USAC y del INCAP.
- Computadora,
- Materiales de escritorio y equipo de oficina,
- Boleta de recolección de datos,
- Laboratorio Clínico Particular,
- Jeringas, alcohol y algodón para extracción sanguínea,
- Tubos de ensayo para transporte y manipulación de la muestra sanguínea,
- Cronómetro, pesa/tallímetro,
- Camisetas de identificación para cada alumno,
- Identificación de distancia en la pista y
- Libros, revistas, tesis, folletos acerca del tema.

3. Económicos: Q. 1,500.00.

VII. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

(VER CUADROS Y GRÁFICAS EN EXCEL)

VIII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para analizar y discutir de manera apropiada los resultados obtenidos, se expondrán de manera individual los dos aspectos básicos de la presente investigación, para finalmente relacionarlos. De los 280 estudiantes incluidos en el presente estudio, 54 % pertenecían al sexo masculino y 46% al femenino.

A. Capacidad Aeróbica

En el período de la adolescencia, los varones suelen tener mejor capacidad aeróbica en relación a las mujeres, ya que: el 35% de varones en relación al 13.9% de mujeres adolescentes, posee una capacidad aeróbica de regular a buena; el 3.2% de varones y 0.4% de mujeres, están clasificados como excelentes y el 31.8% de mujeres y 15.7% de varones, posee una capacidad aeróbica deficiente (Cuadro No.5).

La edad también puede intervenir en la clasificación de la capacidad aeróbica, siendo predominantemente de regular a buena (53%) y excelente (7%), entre los 14 a 16 años de edad; sin embargo, alrededor de los 13 años y durante los 16 a 17 años, está clasificada en su mayoría en categorías deficientes (malo y muy malo). (Cuadro No 8)

La actividad física y la frecuencia con que se realiza, son factores que modifican la capacidad aeróbica en el adolescente, (cuadro No 3): ya que de 197 estudiantes que practican algún deporte de manera continua, el 4.7% posee una capacidad aeróbica excelente, el 54.3%

de regular a buena y el 41% deficiente; los deportistas que practican de manera irregular o esporádica: 51% tiene una capacidad aeróbica deficiente, el 46% regular a buena y el 3% excelente; y finalmente los que no practican deporte: 85% poseen una capacidad aeróbica inadecuada y tan sólo el 15% de regular a buena. Es decir: el entrenamiento continuo de una actividad física genera un nivel adecuado de rendimiento físico y capacidad aeróbica, donde el acondicionamiento del individuo en particular podría ser el responsable de los altos porcentajes de capacidad aeróbica deficiente, en cada uno de los grupo mencionados anteriormente. (4)

Los niveles elevados de hemoglobina en la adolescencia (predominantemente en hombres), resultado del estímulo de la médula ósea y activación de la anhidrasa carbónica, producido entre otros por la testosterona, puede estar relacionado a la capacidad aeróbica del mismo (Cuadro No. 2): ya que, al tener una concentración de hemoglobina mayor de 15 mg/dl, el 6% mostró una capacidad aeróbica excelente, 62% de regular a buena y el 31.5% inadecuada; en relación a valores 12.66 a 15mg/dlm donde el 63% obtuvo una capacidad aeróbica inadecuada y el 37% de regular a buena. (20)

Así mismo, en relación a la frecuencia cardíaca y respiratoria alcanzada al finalizar la prueba, se detectó que el 32.5% realizó un esfuerzo físico anaerobio, al sobrepasar los valores máximos de los mismos según su edad, mientras que el 67.5% logró realizar una actividad aeróbica.

Es decir, que la actividad física independientemente del sexo o edad, juega un factor predominante en el acondicionamiento de la capacidad aeróbica, ya que, quienes la practican de una manera continua, el 60% presentan una capacidad aeróbica satisfactoria, mientras que quienes no realizan ningún tipo de actividad, solamente el 15% lograrán alcanzar un nivel adecuado.

B. Estado Nutricional

Durante la adolescencia, el estado nutricional deficiente o bajo peso predomina en los varones y la obesidad moderada es más frecuente en las mujeres (Cuadro No. 1). El 50.5%, de los cuales el 30.3% pertenece al sexo masculino y el 20.2% al sexo femenino presentó bajo peso; el 38% presentó un estado nutricional normal, sin distinción en ambos sexos; y la obesidad leve y moderada fue encontrada en el 9.8% y 9% respectivamente, donde el 71% de mujeres presentan obesidad moderada.

El bajo peso, es más frecuente que la obesidad en cualquier grupo de edad (Cuadro No. 7), ya que, 66% de adolescentes entre 16 a 17 años de edad y 55% de 13 a 15.9 años presentan bajo peso; y la frecuencia de obesidad tanto leve como moderada fue de 11.4% de los 13 a 13.9 años y 15.4% de los 14 a 14.9 años de edad.

El estado nutricional, en este estudio, no demuestra influencia aparente en la capacidad de desarrollar actividades físicas (Cuadro No.4), ya que, el 74% del grupo con bajo peso, 52% varones y 22%

mujeres, practican de manera regular algún deporte; y el 6% de mujeres y el 1% de varones, restantes, no realizan ninguna actividad física. Así mismo, 56% del grupo con obesidad realizan actividades deportivas de manera regular y el 25% restante son clasificados como sedentarios.

El estado nutricional, en su mayoría deficiente (bajo peso) durante la adolescencia, pareciera no ser una condición que limite la realización de actividades físicas, porque a pesar de ser el varón quien en mayor frecuencia presenta bajo peso, es la mujer quien tiende a presentar el mayor porcentaje de sedentarismo, así como de obesidad.

C. CAPACIDAD AERÓBICA Y ESTADO NUTRICIONAL

El estado nutricional, influencia la capacidad aeróbica de el adolescente, especialmente en los casos de obesidad tanto leve o moderada, donde está notoriamente reducida. (Cuadro No.6 y 10, Gráfica No. 4) La capacidad aeróbica en el grupo de bajo peso fue en el 39.4% inadecuada, 55.6% (41.5% masculino y 14.1% femenino) regular a buena y 5% excelente; en el grupo con estado nutricional normal fue en el 50% inadecuada, 47.2% regular a buena y 2.8% excelente; en el grupo con obesidad leve fue en el 38% inadecuada y 32% regular a buena; en el grupo con obesidad moderada en el 100% (28.5% masculino y 71.5% femenino) fue inadecuada.

Aunque la capacidad aeróbica de adolescente se ve limitada en casos de obesidad, el factor directamente relacionado, es la actividad

física y la periodicidad con que se práctica, siendo aquí la clave de la diferencia entre ambos sexos, ya que son los varones, mayormente deportistas, quienes tienen la mejor capacidad aeróbica y el mayor porcentaje de bajo peso, a diferencia de las mujeres, prioritariamente sedentarias, en quienes el porcentaje de obesidad es más frecuente y su capacidad aeróbica más reducida.

IX. CONCLUSIONES

1. El bajo peso es el estado nutricional más frecuentemente encontrado entre los adolescentes, siendo los varones los más afectados
2. La edad, sexo y niveles de hemoglobina, son factores transitorios que intervienen en la capacidad aeróbica del adolescente, pero es la actividad física, un factor que la modifica de manera directa.
3. Un nivel de hemoglobina por arriba de 15 mg/dl permite desarrollar una mejor capacidad aeróbica.
4. El estado nutricional limita la capacidad aeróbica del adolescente, frente a un esfuerzo físico, especialmente en casos de obesidad, donde la misma se verá limitada, en relación a la magnitud del sobrepeso (leve, moderado o severo)
5. La combinación de sedentarismo (no realizar ninguna actividad física) y obesidad, desarrollan una capacidad aeróbica deficiente, lo cual, es más frecuente entre las mujeres adolescentes.

X. RECOMENDACIONES

Para lograr una población adolescente con una condición física adecuada y una capacidad aeróbica aceptable, se recomienda:

1. Fomentar en los profesores de educación física, la utilización de pruebas de esfuerzo físico, como la Prueba de Cooper u otras adecuadas para la edad, en la evaluación del adolescente de una manera objetiva y continua, en cuanto a su condición física y capacidad aeróbica, para lograr así obtener resultados satisfactorios en el grupo de estudiantes.
2. Capacitar al educador en cuanto a las medidas de seguridad frente a diversos problemas de salud, por ejemplo: Asma Bronquial, Obesidad Moderada o Severa, etc, que se presentan en los adolescentes, pero no por ello limitan su capacidad de realizar deporte; así como, requerir una evaluación médica en dichos casos para poder orientar su capacidad física y detectar cualquier factor de riesgo que pudiera poner en peligro su salud.
3. Para hacer evaluaciones más precisas en adolescentes, se recomienda tomar en cuenta el grado de desarrollo sexual, lo cual produce diferencias en la condición física, debido a el mayor o menor desarrollo muscular, en el caso de desarrollo temprano o tardío respectivamente.

XI. RESUMEN

“ Estudio descriptivo-transversal, realizado en el Instituto Experimental “Dr. Carlos Martínez Durán” con 280 estudiantes, masculinos y femeninos, de 13 a 17 años de edad, para relacionar Capacidad Aeróbica con Estado Nutricional.

La capacidad aeróbica dada por: distancia recorrida y consumo de oxígeno durante la Prueba de Cooper y el estado nutricional dado por: cálculo del Índice de Masa Corporal, utilizando peso y talla. Se detectaron factores de riesgo (tabaquismo-sedentarismo) y protectores (deportista) mediante boleta de recolección de datos.

De 280 estudiantes, 50.7% presento bajo peso (relación masculino:femenino: 3:2), y 6.6% obesidad, más frecuente en mujeres. La capacidad aeróbica fue: el 48.9% de regular a buena, 47.5% inadecuada y 3.6% excelente. El 60% de estudiantes que realizan deporte regularmente, poseen una capacidad aeróbica adecuada, mientras que el 85% de quienes no realizan deporte están clasificados en categorías: muy mala-mala. Los valores de hemoglobina entre 15 a 18.64mg/l, permiten en el 62% tener mejor velocidad de consumo de oxígeno ante un esfuerzo físico.

En conclusión, la capacidad aeróbica se limita en el 68 a 100% de los casos de obesidad, pero es la actividad física la que influye directamente en la misma, por lo cual se recomienda evaluar 2 veces al año, el estado nutricional y la capacidad aeróbica en los estudiantes, mediante pruebas de esfuerzo físico fomentando así el desarrollo del ejercicio para mejorar el estado físico y la salud”.

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Bartfay, W., et al. The relationship of serum ferritin with sex and exercise in Canadians of Icelandic descent: implications for prevention of coronary artery disease. Can. J. Cardiol. 1,995 Apr;11(4):305-10.
2. Brisswalter, J. y D. Mottet. Energy cost and stride duration variability at preferred transition gait speed between walking and running. Can. J. Appl. Physiol. 1,996 Dec.;21(6):471-80.
3. Cooley, D. y L. McNaughton. Aerobic Fitness of Tasmanian secondary school children using the 20-m shuttle run test. Percept. Mot. Skills 1,999 Feb;88(1):188-98.
4. Cooper, Kenneth. Aerobics... México: Diana, 1,970. 285pgs.
5. Cusminsky, M. y M. C. Vojkovic. Crecimiento y Desarrollo. En: Manual de Medicina de la Adolescencia. Serie Paltex No. 35. Washington D.C.: OPS, 1993. 47-90.
6. Fredriksen, P. M., et al. Aerobic capacity in children and adolescents—Nordic results over the past 45 years. Tidssr. Nor. Laegeforen. 1,998 Aug 30;118(20):3,106-10.
7. Ganong, W. F. Fisiología Médica. 15ed. México: Manual Moderno, 1,996. 962pgs.
8. Gazeau, F., et al. Biomechanical events in the time to exhaustion at maximum aerobic speed. Arch. Physiol. Biochem. 1,997 Oct.;105(6):583-90.
9. George, J.D., et al. Non-exercise VO₂ max estimation for physically active college students. Med. Sci. Sports Exerc. 1,997 Mar.;29(3):415-23.
10. Glendhill, N., et al. Haemoglobin, blood volume, cardiac function, and aerobic power. Can. J. Appl. Physiol. 1,999 Feb;24(1):54-65.

11. Grant, S., et al. A comparison of methods of predicting maximum oxygen uptake. Br. J. Sports Med 1,995 Sep.;29(3):147-52.
12. Guyton, Arthur. Tratado de Fisiología Médica. 9ed. México: Interamericana,1,997. 1,262pgs.
13. Hergenroeder, Albert. Examen previo a participación en deportes. Clínicas de Norteamérica: Medicina en Adolescentes. 1,997 Jun;6(44):1543-1559.
14. Kapoor, R., et al. Cardiovascular responses to treadmill exercise testing in anemia. Indian. Pediatr. 1,997 Jul;34(7):607-12.
15. Koskolou, MD., et al. Cardiovascular responses to dynamic exercise with acute anemia in humans. Am. J. Physiol. 1,997 Oct;273(4):787-93.
16. Needlman, Robert. Crecimiento y Desarrollo. En: Nelson, Tratado de Pediatría. 15ªed. Madrid: Interamericana, 1,997. T.1(pp .35-85).
17. Nioka, S., et al. Muscle deoxygenation in aerobic and anaerobic exercise. Adv. Exp. Med. Biol. 1,998 Sep.;454:63-70.
18. Olivares, Marcos J. Evaluación del Estado Nutricional del Adolescente de Centro América y Panamá. Tesis (Magister Scientifcae en Alimentación y Nutrición en Salud)-Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas/Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de los alimentos. Curso de posgrado en Alimentación y Nutrición en Salud. Guatemala:1,989.12(70) p.
19. Organización Mundial de la Salud. Informe de una Discusión sobre el Propósito, Uso e Interpretación de Indicadores Antropométricos en el Estado Nutricional. Traducción para uso docente. Ginebra, 1,983. 50pgs.

20. Organización Panamericana de la Salud. La Salud del Adolescente y del Joven. Documento realizado en conmemoración al año internacional del Joven. Washington: 1,995. 572pgs. (Publicación científica OPS No.552)
21. Rankin, J. W. Role of protein in exercise. Clin. Sports Med. 1,999 Jul;18(3):499-511.
22. Rodriguez, F. A., et al. Intermittent hypobaric hypoxia stimulates erythropoiesis and improves aerobic capacity. Med. Sci. Sports Exerc. 1,999 Feb.;31(2):264-8.
23. Seminario de Nestlé Nutrition, 37avo: 1,995: Madrid, España. La Alimentación desde la Edad Preescolar a la Adolescencia. Suiza, 1,996. 37pgs.
24. Shen, W., et al. Nitric oxide production and NO synthase gene expression contribute to vascular regulation during exercise. Med. Sci. Sports Exerc. 1,995 Aug;27(8):1,125-34.
25. Sloniger, M.A., et al. One-mile run-walk performance in young men and women: role of anaerobic metabolism. Can. J. Appl. Physiol. 1,997 Aug.;22(4):337-50.
26. Song, E. Y., et al. A comparison of maximum oxygen consumption, aerobic performance, and endurance in young and active male smokers and nonsmokers. Mil. Med. 1,998 Nov.;163(11):770-4.
27. Spriet, L. y S. Petters. Influence of diet on the metabolic responses to exercise. Proc. Nutr. Soc. 1,998 Feb;57(1):25-33.
28. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Médicas. Programa de Medicina Familiar. Antropometría en el Diagnóstico del Estado Nutricional. Documento de Apoyo. Guatemala:1,997. 6pgs.

29. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Médicas. Programa de Medicina Familiar. Indicadores e Instrumentos para el Monitoreo del Crecimiento Físico. Documento de Apoyo. Guatemala:1,997. 25pgs.
30. Zhu, Y. y J. Haas. Iron depletion without anemia and physical performance in young women. Am. J. Clin. Nutr. 1,997 Aug;66(2):334-41.

ANEXOS

BOLETA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

No._____.

Nombre:_____.

Fecha de la prueba:_____ Fecha de nacimiento:_____. Sexo: M_.F_.

Peso:_____kgs. Talla:_____mts.

Instrucciones: estos datos serán confidenciales, y serán llenados junto al investigador.

1. Desea participar en la presente investigación en la cual tendrá un diagnóstico nutricional y deberá realizar una prueba de esfuerzo físico de 12 minutos de duración? SI___ NO___.

2. Padece de alguna enfermedad? SI___ NO___.

Si su respuesta es SI, que enfermedad padece?_____.

3. Actualmente está tomando algún medicamento? SI___ NO___.

Si su respuesta es SI, indique qué medicamento?_____.

4. Practica algún deporte? SI___ NO___.

Si su respuesta es SI, indique cuál deporte?_____.

Con qué frecuencia lo practica: En vacaciones:_____. Cada mes_____.

Los fines de semana_____. Todos los días_____.

5. Fuma? SI___ NO___.

si su respuesta es SI, indique con que frecuencia:_____.

Desde hace cuanto tiempo?_____.

RESULTADOS OBTENIDOS:

□ **DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL DEL ADOLESCENTE:**

PESO _____ kgs. TALLA: _____ mts. IMC: _____.

ESTADO NUTRICIONAL: _____.

Hemoglobina cuantificada: _____ mgs/dl.

□ **CAPACIDAD AERÓBICA DURANTE LA PRUEBA DE COOPER:**

Distancia recorrida: _____ mts.

Frecuencia Cardíaca al finalizar la prueba: _____ por min.

Frecuencia Respiratoria al final de la prueba: _____ por min.

Consumo de Oxígeno en relación a distancia recorrida: _____.

CLASIFICACIÓN DE CAPACIDAD AERÓBICA: _____.

ANEXO No. 1

REQUERIMIENTOS DIARIOS RECOMENDADOS EN LA DIETA.

ANEXO No. 2

**CURVAS DE PERCENTILES ESTANDARIZADOS SEGÚN
INDICE DE MASA CORPORAL EN NIÑOS Y ADOLESCENTES.**

ANEXO No. 3

TABLA DE UTILIZACIÓN DE OXÍGENO Y CAPACIDAD AERÓBICA EN RELACIÓN A DISTANCIA RECORRIDA.

<i>CATEGORÍA</i>	<i>APTITUD FÍSICA</i>	<i>DISTANCIA RECORRIDA</i>	<i>CONSUMO DE OXÍGENO</i>
I.	Muy mala	< 1,609 mts.	< o 28 ml.
II.	Mala	1,609-1,995 mts.	28.1 – 34 ml.
III.	Regular*	2,011-2,398 mts.	34.1 – 42 ml.
IV.	Buena	2,114-2,800 mts.	42.1 – 52 ml.
V.	Excelente	2,816 o más	52.1 o más.

*para mujeres, la categoría de buena aptitud es de 2,092mts en 12 minutos.

TOMADO DE AEROBICS, KENETH COOPER, 1,976.

CUADRO No.1

**DISTRIBUCIÓN POR SEXO DE 280 ESTUDIANTES
SEGÚN ESTADO NUTRICIONAL. INSTITUTO EXP. DR.
CARLOS MARTÍNEZ DURÁN, ABRIL- MAYO DEL 2,000.**

Estado Nutricional*	Sexo		Porcentaje %		Total
	M	F	M	F	
Bajo Peso	85	57	30.30%	20.20%	142
Normal	53	53	19.00%	19.00%	106
Obesidad Leve	12	13	4.30%	4.60%	25
Obesidad Moderada	2	5	0.60%	2.00%	7
Total	152	128	54.20%	45.80%	280

* Clasificación según Índice de Masa Corporal (Anexo 2).

Fuente: Boleta de Recolección de Datos.

CUADRO No.1

**DISTRIBUCIÓN POR SEXO DE 280 ESTUDIANTES
SEGÚN ESTADO NUTRICIONAL. INSTITUTO EXP. DR.
CARLOS MARTÍNEZ DURÁN, ABRIL- MAYO DEL 2,000.**

Estado Nutricional*	Sexo		Porcentaje %		Total
	M	F	M	F	
Bajo Peso	85	57	30.30%	20.20%	142
Normal	53	53	19.00%	19.00%	106
Obesidad Leve	12	13	4.30%	4.60%	25
Obesidad Moderada	2	5	0.60%	2.00%	7
Total	152	128	54.20%	45.80%	280

* Clasificación según Índice de Masa Corporal (Anexo 2).

Fuente: Boleta de Recolección de Datos.