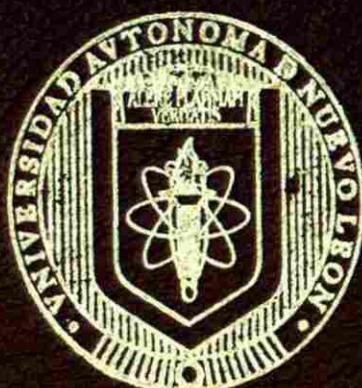


**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE ORGANIZACION DEPORTIVA**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**"CAPACIDAD AEROBICA EN ESTUDIANTES  
UNIVERSITARIOS"**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN  
CIENCIAS DEL EJERCICIO CON ESPECIALIDAD EN  
DEPORTE DE ALTO RENDIMIENTO**

**PRESENTA**

**LIC. LUIS ENRIQUE CARRANZA GARCIA**

**SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. SEPTIEMBRE 2006**

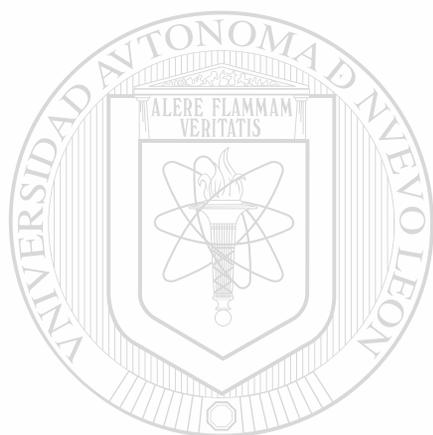
TM

RA781

.C3

2006

c.1



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

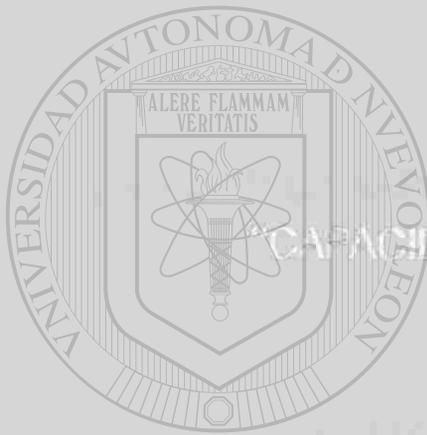


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO



CAPACIDAD AEROBICA EN ESTUDIANTES  
UNIVERSITARIOS

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

TESIS

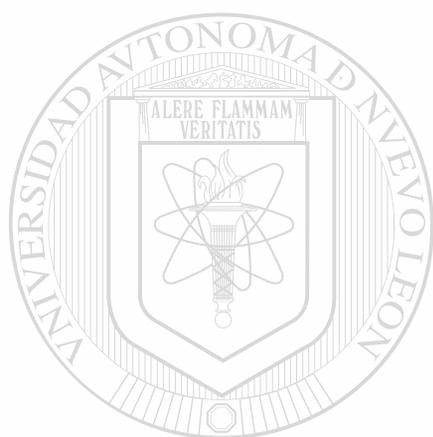
®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS  
PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN  
CIENCIAS DEL EJERCICIO CON ESPECIALIDAD EN  
DEPORTE DE ALTO RENDIMIENTO

PRESENTA

LIC. LUIS ENRIQUE CARRANZA GARCIA

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. SEPTIEMBRE 2006



# UANL

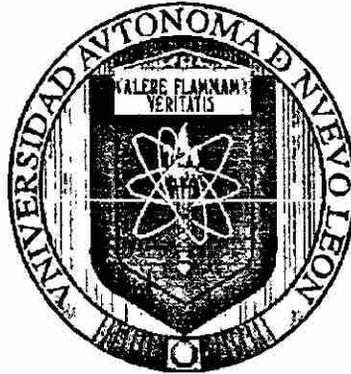
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



**“CAPACIDAD AERÓBICA EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS”**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN**

**CIENCIAS DEL EJERCICIO CON ESPECIALIDAD EN**

**DEPORTE DE ALTO RENDIMIENTO**

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

**PRESENTA:**

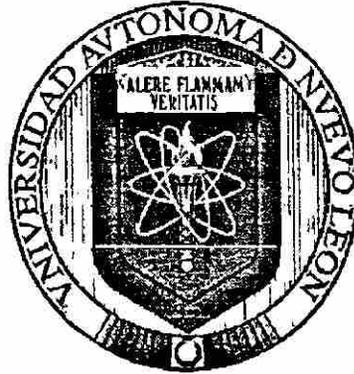
**LIC. LUIS ENRIQUE CARRANZA GARCÍA**

**SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, N.L. SEPTIEMBRE 2006**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



“CAPACIDAD AERÓBICA EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS”

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN  
CIENCIAS DEL EJERCICIO CON ESPECIALIDAD EN  
DEPORTE DE ALTO RENDIMIENTO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
PRESENTA:

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS  
LIC. LUIS ENRIQUE CARRANZA GARCÍA

ASESOR PRINCIPAL

DR. GERARDO GARCÍA CÁRDENAS

CO-ASESORES

DR. ARTURO TORRES BUGDUD

M.C. JOSEFINA E. CALATAYUD DE LA LLAVE

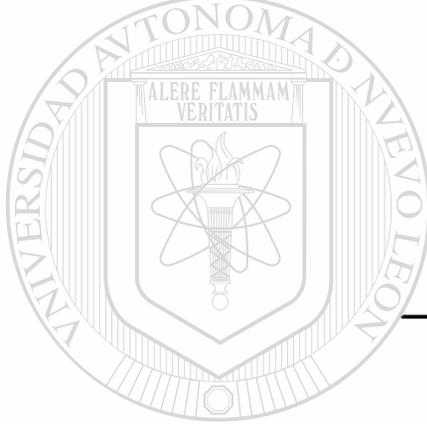
SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, N.L. SEPTIEMBRE 2006



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



Los miembros del Comité de Tesis de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Organización Deportiva, recomendamos que la tesis “**Capacidad Aeróbica en Estudiantes Universitarios**” realizada por Luis Enrique Carranza García, sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias del Ejercicio con Acentuación en: Deporte de Alto Rendimiento.



COMITÉ DE TESIS

Dr. Gerardo García Cárdenas  
Asesor

Dr. Arturo Torres Bugdud  
Co-Asesor

M.C. Josefina E. Calatayud de la Llave  
Co-Asesor

Dr. Arturo Torres Bugdud  
Subdirector de la División de Estudios de Posgrado e Investigación Científica

San Nicolás de los Garza, Nuevo León, a septiembre de 2006

## DEDICATORIA

A Dios que me ha dado esta oportunidad única de existir.

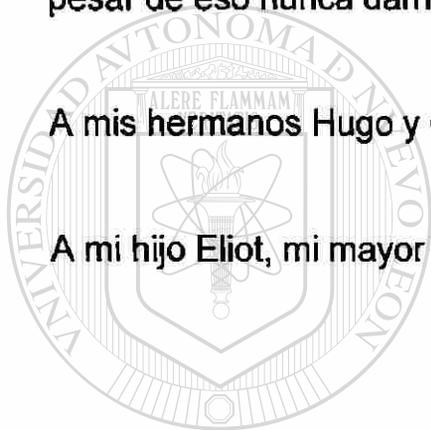
A mi Mamá por todo su gran apoyo y que sin ella no sería quien soy hasta este día.

A mi Papá que con su ejemplo de trabajo, honradez, humildad, integridad y siempre dispuesto a ayudar a los demás, a sido determinante en mi vida.

A Celeste mi esposa y amiga, por todo lo que hemos pasado juntos y a pesar de eso nunca darnos por vencidos.

A mis hermanos Hugo y Oscar por todo lo vivido juntos.

A mi hijo Eliot, mi mayor motivación.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Organización Deportiva por su formación que me ha dado y a su director el M.C. José Alberto Pérez por su apoyo.

Al subdirector de posgrado Dr. Arturo Torres Bugdud, por sus valioso apoyo y recomendaciones en el transcurso de la maestría.

A mi asesor principal Dr. Gerardo García Cárdenas por su gran amistad y disposición.

Al Dr. Oswaldo Ceballos Gurrola por su gran amistad, su apoyo incondicional y desinteresado que con sus grandes valores ha contribuido en mi formación académica y personal.

A la Maestra Josefina Calatayud de la Llave por su gran apoyo en este trabajo.

A la Escuela Industrial y Preparatoria Técnica Álvaro Obregón, y al Ing. Leobardo Martínez Martínez por apoyarme siempre.

Especialmente al Lic. Marcos Cantú Silva que ha depositado su confianza en mí, y a través de su experiencia ha contribuido al desarrollo de mi profesión.

A mis compañeros y amigos que colaboraron en la realización de este trabajo Lic. Jesús Saldierna y Lic. Ricardo Navarro.

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Justificación	2
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Objetivo general	3
1.3.1 Objetivos específicos	3
1.4 Hipótesis	3
1.5 Variables Conceptuales y Operacionales	3
1.5.1 Conceptuales	3
1.5.2 Operacionales	4
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	<b>5</b>
2.1 Condición Física	6
2.1.1 Definición	6
2.1.2 Componentes	7
2.1.3 Flexibilidad	8
2.1.4 Velocidad	9
2.1.5 Fuerza	10
2.1.6 Resistencia	12
2.2 Capacidad aeróbica	14
2.2.1 Definición	14
2.2.2 Características	15
2.2.3 Actividades que ayudan a mejorar la capacidad aeróbica	16
2.2.4 Pruebas utilizadas en la medición de la capacidad aeróbica	17
2.2.5 Tipos de pruebas	17
2.2.6 Ventajas y desventajas de las pruebas de esfuerzo máxima vs las submáximas	22
2.2.7 Investigaciones utilizando la prueba de Cooper	23
2.3 Consumo de Oxígeno (VO <sub>2</sub> )	25
2.3.1 Definición	25

2.3.2 Componentes del VO <sub>2</sub>	25
2.4 Consumo Máximo de Oxígeno (VO <sub>2</sub> máx)	26
2.4.1 Definición	26
2.4.2 Criterios para la determinación del VO <sub>2</sub> máx	27
2.4.3 Valores Normales del Máximo Consumo de Oxígeno	28
2.4.4 Estudios relacionados con el VO <sub>2</sub> máx	29
2.5 Frecuencia Cardíaca (FC)	30
2.5.1 Definición	30
2.5.2 Características	30
2.5.3 Materiales y métodos para medir la FC	32
2.5.4 Investigaciones utilizando el pulsómetro	33
2.6 Presión arterial	34
2.6.1 Definición	34
2.6.2 Características	34
2.6.3 Forma de evaluarla	36
2.6.4 Técnicas e instrumentos de medida la PA	37
2.6.5 Efectos del ejercicio sobre la hipertensión	40
2.6.6 Investigaciones realizadas en la valoración de la PA en adultos jóvenes	41
<b>3. METODOLOGÍA</b>	<b>43</b>
3.1 Ámbito y aplicación	44
3.2 Límites del estudio	44
3.3 Criterios de inclusión	44
3.4 Criterios de exclusión	45
3.5 Procedimiento por orden cronológico día uno	46
3.5.1 Explicación de que consiste el estudio	46
3.5.2 Aplicación de cuestionario de la actividad física	46
3.5.3 Medición de la presión arterial	47
3.5.4 Medición de la estatura y el peso	47
3.6 Procedimiento por orden cronológico día de la prueba	48

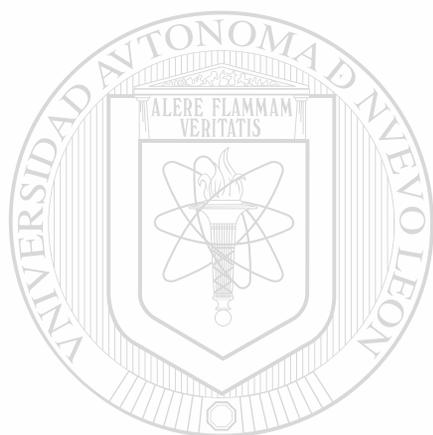
3.6.1 Medición de la presión arterial	48
3.6.2 Medición de la FC antes de la prueba	48
3.6.3 Calentamiento	48
3.6.4 Aplicación de la prueba	48
3.7 Material	48
3.7.1 Monitor cardíaco	48
3.7.2 Polar ir interface	50
3.7.3 Instrumentos usados en la medición de la presión arterial	50
3.7.4 Báscula	51
3.8 Variables de estudio	53
3.8.1 Variables independientes	53
3.8.2 Variables dependientes	53
3.9 Análisis estadístico	53
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>54</b>
4.1 Análisis de datos generales	55
4.2 Análisis de estadísticas descriptivas	58
4.3 Análisis de datos por prueba T según género	58
4.4 Análisis de datos por prueba T según nivel de estudios	61
4.5 Análisis de correlaciones	64
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>67</b>
<b>6. RECOMENDACIONES</b>	<b>69</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>71</b>
<b>8. ANEXOS</b>	<b>78</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro normativo de capacidad aeróbica.	16
Tabla 2. Valoración de la prueba de Cooper en función a la edad y al sexo.	21
Tabla 3. Clasificación JNC 7 de la presión arterial.	36
Tabla 4. Fuentes de error en las medidas de la presión arterial.	38
Tabla 5. Fases de los ruidos auscultatorios.	40
Tabla 6. Frecuencia y porcentaje de los estudiantes de las diferentes escuelas de la UANL.	56
Tabla 7. Estadísticas descriptivas de las variables estudiadas.	58
Tabla 8. Comparación del peso y estatura según género.	58
Tabla 9. Comparación de la distancia, VO <sub>2</sub> máx y el nivel en la prueba de Cooper, según género.	59
Tabla 10. Comparación de la PASD1, PADD1, PASDP y PADDP, según género.	60
Tabla 11. Comparación de la FCR, FCTP, FCRE1, FCRE3 y FCRE5; según género.	61
Tabla 12. Comparación del peso y la estatura según el nivel de estudios.	61
Tabla 13. Comparación de la distancia, VO <sub>2</sub> máx y el nivel en la prueba de Cooper, según nivel de estudios.	62
Tabla 14. Comparación de la PASD1, PADD1, PASDP y PADDP, según el nivel de estudios.	63
Tabla 15. Comparación de la FCR, FCTP, FCRE1, FCRE3 y FCRE5; según nivel de estudios.	63

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentaje de estudiantes según grupo de edad.	55
Gráfico 2. Porcentaje de estudiantes según género.	55
Gráfico 3. Porcentajes de los estudiantes por nivel de estudio.	57
Gráfico 4. Nivel de capacidad aeróbica de los estudiantes participantes en el estudio, según la prueba de Cooper.	57



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## ABREVIATURAS

°C = Grados centígrados

°F = Grados fahrenheit

bps = bits por segundo

C-AEF = Cuestionario de aptitud para el ejercicio físico

Distancia = Distancia en Kilómetros

Edad = Edad en años

Estatura = Estatura en centímetros

FC = Frecuencia cardíaca

FCR = Frecuencia cardíaca en reposo

FCRE1 = Frecuencia cardíaca en recuperación al minuto 1

FCRE3 = Frecuencia cardíaca en recuperación al minuto 3

FCRE5 = Frecuencia cardíaca en recuperación al minuto 5

FCTP = Frecuencia cardíaca al término de la prueba

HTA = Presión arterial alta

Kcal = Kilocalorías

kHz = kiloHertz

l/min = Litros de oxígeno por minuto

lpm = Latidos por minuto

ml/min = Mililitros por minuto

ml/kg/min = Mililitros de oxígeno por kilogramo por minuto

mm Hg = Milímetro de mercurio

mMol/l = Mili moles por litro

mts. = Metros

NPC = Nivel de la prueba de Cooper

PA = Presión arterial

PADD1 = Presión arterial diastólica día 1

PADDP = Presión arterial diastólica día de la prueba de Cooper

PASD1 = Presión arterial sistólica día 1

PASDP = Presión arterial sistólica día de la prueba de Cooper

Peso = Peso en kilogramos

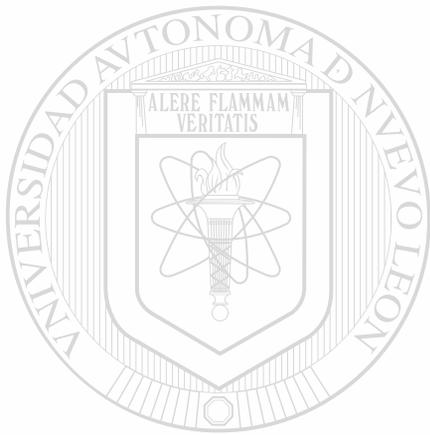
$r = r$  de Pearson

UANL = Universidad Autónoma de Nuevo León

V = Variables

$VO_2$  = Consumo de Oxígeno

$VO_2$  máx = Consumo Máximo de Oxígeno



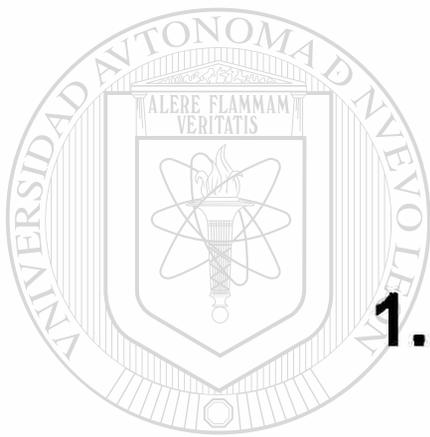
# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# 1. INTRODUCCIÓN

UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 1.1 JUSTIFICACIÓN

Hoy en día nuestra sociedad se ha dado cuenta de la importancia que tiene el ejercicio físico en la salud; con el avance tecnológico, el crecimiento de las ciudades, el aumento de los medios de transporte han ido dejando a las nuevas generaciones cada vez más el aumento de un estilo de vida sedentario, además si a esto le sumamos las responsabilidades académicas de los jóvenes la mayoría dedican poco tiempo a las actividades que le ayuden a ejercitar su cuerpo.

No con esto muchos jóvenes están concientes de la importancia de los beneficios que da como resultado la práctica sistemática de la actividad física, pero aún sabiendo esto, es muestra que en la mayoría de los jóvenes existe una mala condición física (Ceballos 2002).

La actividad física constituye para los jóvenes en su proceso natural de formación, la posibilidad de reforzar y adquirir hábitos, destrezas físicas y mentales, estilo de vida que le ayuden a desarrollarse plenamente en la vida.

En este trabajo nos hemos dado a la tarea de estudiar la resistencia aeróbica en estudiantes universitarios ordinarios, evaluando el consumo de oxígeno máximo a través de un método indirecto como lo es la prueba del Dr. Kenneth Cooper, (1972; consiste en recorrer la mayor distancia posible en 12 minutos).

Esta etapa de la vida en la gran mayoría de los jóvenes es la última oportunidad en la cual se le puede dar un cierto seguimiento como estudiantes a la formación de hábitos de ejercicio físico, pues es aquí donde se definirá su estilo de vida futuro.

Al analizar los resultados obtenidos, nos darán las pautas para determinar el grado de capacidad aeróbica (capacidad para realizar un ejercicio dinámico que involucre principales grupos musculares, de intensidad moderado alta durante períodos prolongados de tiempo; ACSM, 1999) en que se encuentran tanto los estudiantes de Preparatoria como de Facultad de la UANL.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuál es la capacidad aeróbica de los estudiantes tanto de Preparatoria como de Facultad de la UANL, para contribuir con su identificación a través de un estudio exploratorio?

## 1.3 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la capacidad aeróbica,  $VO_2$  máx, y frecuencia cardíaca a través de la prueba de Cooper en estudiantes de Preparatoria y de Facultad de la UANL.

### 1.3.1 Objetivos específicos

- Obtener estadísticas descriptivas de las variables: Capacidad aeróbica,  $VO_2$  máx, FC, y PA.
- Comparar las variables evaluadas según género y nivel de estudio.
- Conocer la relación entre las variables de estudio.

## 1.4 HIPÓTESIS

Los hombres tendrán una capacidad aeróbica media y las mujeres mala.

## 1.5 VARIABLES CONCEPTUALES Y OPERACIONALES

### 1.5.1 Conceptuales

a) Capacidad aeróbica: capacidad para realizar un ejercicio dinámico que involucre principales grupos musculares, de intensidad moderado alta durante períodos prolongados de tiempo. La realización de éste ejercicio depende del estado funcional de los sistemas respiratorios, cardiovascular y locomotor.

b) Consumo Máximo de Oxígeno: la cantidad máxima de  $O_2$  que el organismo puede absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo.

c) Frecuencia cardíaca: Es el número de veces que el corazón late por minuto.

d) Presión arterial: Es la fuerza dirigida hacia fuera que distienden las paredes de los vasos sanguíneos. La magnitud de la tensión arterial depende principalmente del volumen de sangre y del tamaño de los vasos.

### 1.5.2 Operacionales

a) La capacidad aeróbica se mide a través de la distancia recorrida en una prueba de campo (ej. 2,520 mts resultado de la prueba de Cooper).

b) El Consumo Máximo de Oxígeno se expresa en ml/kg/min.

c) Frecuencia cardíaca se diagnostica con el pulsómetro en lpm.

d) La presión arterial se evalúa con el esfigmomanómetro y el estetoscopio; y su unidad de medida son los mm Hg.

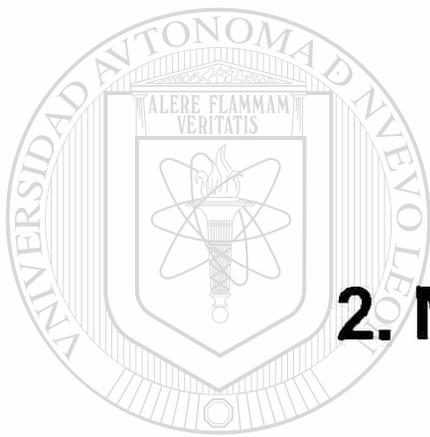


# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## **2. MARCO TEÓRICO**

UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 2.1 CONDICIÓN FÍSICA

La condición física es un tema de gran interés en el ámbito de la educación física, el presente estudio está enfocado en aplicar una prueba para evaluar la condición física específicamente la resistencia aeróbica.

### 2.1.1 Definición

La condición física es sinónimo de capacidad física o aptitud física (del término anglosajón "physical fitness" según Rivera y Padró (1996).

Dentro de la literatura podemos encontrar varios conceptos de la condición física, por ejemplo el diccionario Paidotribo de la actividad física y el deporte (1999) la define como:

- Capacidad de realizar un trabajo diario con vigor y efectividad (es decir, con máxima eficiencia y mínimo de gasto energético), retardando la aparición de la fatiga y previniendo la aparición de lesiones.
- Se desarrolla por medio del entrenamiento de las capacidades o cualidades físicas, acondicionamiento físico, clasificándose de tipo general (básico para los deportistas) o especial (concreto para los especialistas de un deporte).
- Algunos autores la enfocan hacia el deporte (rendimiento), donde podemos citar entre otros a Shephard y Astrand (1996) que la definen como "la combinación óptima de aquellas características físicas, biológicas, bioquímicas, biomecánicas y psicológicas que contribuyen al éxito en la competición".
- En cambio para otros (educadores), la condición física es "conocer el estado físico de sus alumnos, representando el estado orgánico funcional de estos, como producto de los efectos de una carga física bien dosificada, planeada y desarrollada durante las clases de educación física".
- Por otro lado, los que entienden la condición física en su vertiente más médica, la describen "como uno de los componentes de la salud o del bienestar,

formando parte de los hábitos que contribuyen a la calidad de vida” (Blázquez, 1993).

No obstante una de las más citadas por otros autores, y la cual consideramos congruente con el presente trabajo es, “la habilidad para llevar a cabo las tareas diarias con vigor y vigilancia, sin fatiga indebida y con energía suficiente para disfrutar de las actividades del tiempo libre y afrontar situaciones inesperadas”, (Present’s Concil on Physical Fitness ans Sport, 1971).

### **2.1.2 Componentes**

Las cualidades físicas o componentes asociados a la condición física son los que inciden en la mejora y desarrollo de las capacidades físicas de los alumnos/as para la ejecución motriz; sin embargo, existe una falta de uniformidad cuando se trata de integrar los factores que intervienen en la condición física (Ceballos 2002).

Existen diferentes apreciaciones respecto a los componentes que integran la condición física, autores como Fleishman (1964), distinguen los componentes de condición física y las capacidades coordinativas para el desarrollo de las habilidades motrices.

Por otro lado, Pate (1988) hace una distinción entre los componentes de la condición física y aquellos relacionados con la salud, incluyendo en ambos casos, la resistencia cardio-respiratoria, la fuerza y resistencia muscular, la composición corporal y la flexibilidad.

Los programas nacionales de Educación Física de España y México, contemplan la flexibilidad, la velocidad, la fuerza y la resistencia, como los componentes principales de la condición física (MEC, 1992; SEP y DGEF, 1993).

Observamos que la mayoría de los autores coinciden en señalar estas cuatro cualidades (flexibilidad, velocidad, fuerza y resistencia) y su interrelación.

### **2.1.3 Flexibilidad**

Se entiende por flexibilidad y/o movilidad, la capacidad de los individuos de aprovechar las alternativas de movimiento de las articulaciones de la manera más óptima posible, es decir, de realizar movimientos de gran amplitud, ya sea de forma activa o pasiva (Bagur y Ayuso, 2001).

La flexibilidad incluye los siguientes factores (García et al., 1996):

1. Capacidad de estiramiento de las fibras del músculo.
2. Capacidad de estiramiento de los tendones que afectan a esa articulación.
3. Capacidad de estiramiento de los ligamentos que rodean la articulación.
4. Capacidad de estiramiento que nos permite la constitución de las paredes articulares.
5. Fuerza de los músculos antagonistas que afectan al movimiento de esa articulación.
6. Control del reflejo y contra-reflejo miotático.

Las manifestaciones de la flexibilidad son:

- a) La flexibilidad estática o pasiva se refiere a la movilidad de una articulación sin poner énfasis en la velocidad de ejecución. Los ejercicios a realizar pueden ser relajados o forzados.
- b) La flexibilidad dinámica corresponde a la capacidad de utilizar una amplitud de movimiento de una articulación durante la ejecución de una actividad física, tanto a velocidad normal como acelerada (balística). Hace referencia a la máxima amplitud de movimiento que puede obtenerse en una articulación por acción de una contracción voluntaria de los músculos agonistas y a la extensión de los antagonistas. Los ejercicios pueden ser libres, asistidos, resistidos o combinados.

#### **2.1.4 Velocidad**

La velocidad, se entiende como la capacidad de reaccionar con la máxima rapidez a una señal y/o realizar un movimiento lo más rápido posible dentro de una determinada unidad de tiempo (Bagur y Ayuso, 2001).

Morehouse (1983) distingue dos factores que determinan el grado de velocidad:

- Factor muscular, es el aparato locomotor el que desplaza con más o menos velocidad al organismo, ya sea de manera global o segmentaria.
- Factor nervioso, para que se de la contracción muscular, se hace imprescindible la participación del sistema nervioso; ya que el músculo no es un órgano autónomo, como todo el organismo es regulado y controlado por el sistema nervioso, así la conexión real entre las ramificaciones nerviosas y el tejido muscular se le conoce como innervación (Genérela y Tirez, 1995).

Algunos autores (Genérela y Tirez, 1995; Sebastián y González 2000) coinciden en señalar tres tipos de velocidad:

- a) Velocidad de reacción es la capacidad de reaccionar rápidamente ante un estímulo determinado. Podemos diferenciar entre la velocidad de reacción simple cuando se presenta una situación de reacción ante un estímulo previamente establecido y velocidad de reacción compleja o discriminativa cuando se presenta una situación de reacción debiendo seleccionar la respuesta adecuada ante la presencia de varios estímulos.
- b) Velocidad gestual o velocidad máxima acíclica es la capacidad de realizar un movimiento o un sólo gesto en el menor tiempo posible.
- c) Velocidad de desplazamiento o velocidad máxima cíclica es el resultado de la frecuencia (rapidez) de ejecución de movimientos (zancadas) por amplitud (recorrido) de los mismos en un tiempo determinado. Es decir, la capacidad de desplazarse lo más rápido posible.

Por lo tanto, la velocidad es una manifestación dependiente de una rápida demostración de la fuerza, así, según Grosser et al. (1988); Martín Acero (1994)

consideraremos que son expresiones elementales de la velocidad cuando la carga a vencer supone menos del 30% de nuestra fuerza máxima en el gesto concreto y muestras integrales cuando la carga supera el 30% de nuestra fuerza máxima (fuerza explosiva) y cuando se implica en parte la resistencia (velocidad-resistencia).

Ahora bien, como el resto de capacidades, se encuentra influenciada por el desarrollo biológico y el crecimiento, pero además esta altamente influenciada por el potencial genético que posee cada persona. Es una capacidad física condicional que experimenta una progresión continua a lo largo de los años.

La constitución de los músculos varía según los individuos, cada uno nace con diferentes porcentajes de fibras musculares; el número de fibras rápidas de que se disponga en la musculatura predispondrá a obtener mejores resultados en las tareas de velocidad, variando poco este número con la edad y el entrenamiento (Ferrando, 1999).

Porta et al. (1996), concluyen que las diferencias que se pueden encontrar entre hombres y mujeres en cuanto a la capacidad de realizar movimientos cíclicos a gran velocidad, se deben a los valores de fuerza diferente y no son, por lo tanto, consecuencia de diferencias en las capacidades coordinativas.

### **2.1.5 Fuerza**

Se entiende la fuerza como capacidad de un sujeto para vencer o soportar una resistencia. Misma que viene dada como resultado de la contracción muscular y las características dinámicas de cada individuo (Knuttgen y Kraemer, 1987; García, et al., 1996).

Entre los factores que determinan la fuerza tenemos: los factores biológicos (estructura de las fibras, aspectos neuromusculares, fuentes energéticas y hormonales), los factores mecánicos (longitud del músculo, velocidad de contracción y elasticidad), los factores funcionales (tipo contracción) y los factores sexuales (García, et al., 1996).

La exposición de la fuerza pueden ser en función de su magnitud, su velocidad de ejecución y su tiempo de duración (García, et al., 1996):

a) La fuerza máxima es aquella que es capaz de desarrollar el sistema nervioso y muscular por medio de una contracción máxima voluntaria (Letzelter 1990).

Se representa de dos formas:

1. Fuerza absoluta, es todo el potencial de fuerza que presenta morfológicamente un músculo o un grupo sinérgico.
2. Fuerza relativa, indica la relación de la fuerza máxima y el peso corporal, es decir la fuerza por kilo de peso.

Habitualmente, y siempre relacionado con su entrenamiento, se subdivide la fuerza máxima en hipertrofia y neural en función del sistema al que afectan las cargas de entrenamiento.

a) La fuerza de velocidad es la capacidad del sistema neuromuscular de vencer una resistencia a la mayor velocidad de contracción posible (García, 1999). Se puede subdividir en fuerza explosivo tónica, explosivo balística y rápida.

b) La fuerza resistencia es la capacidad condicional que permite incrementar el rendimiento del organismo contra el cansancio por soportar esfuerzos prolongados (SEP y la DGEF, 1993). Se puede subdividir en resistencia a la fuerza estática y dinámica (Harre y Leopold, 1987).

También podemos hablar de fuerza-resistencia ante cargas altas, medias y bajas en función de la resistencia a vencer.

Actualmente podemos diferenciar entre fuerza resistencia como la capacidad de mostrar fuerza de forma continua durante un periodo prolongado y resistencia a la fuerza (explosiva, elástico-explosiva y reflejo elástico explosiva) como la capacidad de manifestar fuerza en situaciones intermitentes durante un periodo prolongado.

### **2.1.6 Resistencia**

Se entiende la resistencia como la capacidad física y psíquica de soportar el cansancio frente a esfuerzos relativamente largos y/o la capacidad de recuperación rápida después de realizarlos (Bagur y Ayuso, 2001).

Siguiendo un criterio metabólico puede diferenciarse entre (Sebastian y González 2000):

- a) Resistencia anaeróbica, la obtención de la energía para la realización de un trabajo de tipo anaeróbico se efectúa con un aporte insuficiente de oxígeno.
- b) Resistencia aeróbica, la aportación de energía necesaria para el trabajo de resistencia se lleva a cabo en presencia de oxígeno suficiente.

Otras formas de clasificar la resistencia pueden ser en función de (García et al. 1996):

- La forma en que se trabaja la musculatura implicada, podemos hablar de: resistencia estática y dinámica.
- La cantidad de masa muscular afectada: local, general y regional.
- La relación con otras cualidades: velocidad-resistencia, resistencia a la fuerza explosiva y reflejo elástico explosiva.
- La especificidad con la prueba: resistencia de base específica.
- Del tiempo de duración de la prueba: resistencia de corta, media y larga duración.

Los factores que determinan la capacidad de rendimiento en los deportes de resistencia son:

- Factores fisiológicos: la velocidad de Consumo de Oxígeno ( $VO_2$ ), capacidad de trabajo a  $VO_2$  máx., el umbral anaeróbico, adaptación del sistema anaeróbico, reservas de energía, composición muscular, comportamiento hormonal, termorregulación.

- Factores tácticos: la velocidad de competición se mantiene estable a lo largo de toda la prueba, disminuye gradualmente o a saltos, aumenta o disminuye más de una vez, es superior a la media al inicio y al final, aumenta gradualmente o a saltos,...
- Factores biomecánicos: economía de movimiento y eficiencia mecánica, velocidad de carrera y parámetros determinantes de la velocidad de la prueba.

Bowers y Fox (2000) mencionan que la resistencia se puede también clasificar de acuerdo al sistema energético y al tiempo de duración de las actividades físicas, estas se pueden dividir en cuatro áreas diferentes:

1. Incluye las actividades que requieren menos de 30 segundos para su realización, el principal sistema energético está constituido por los fosfágenos almacenados (ATP y FC).
2. Incluye las actividades que requieren entre 30 y 90 segundos para su realización los principales sistemas energéticos son el sistema ATP-FC y el del ácido láctico.
3. Incluye las actividades que requieren entre uno y medio a tres minutos para su realización. Los principales sistemas energéticos son el ácido láctico y el aeróbico.
4. Comprende las actividades que requieren tiempos de duración superiores a tres minutos. El principal sistema energético es el aeróbico, o del oxígeno.

## 2.2 CAPACIDAD AERÓBICA

García Manso (1996) menciona que la Capacidad Aeróbica viene a expresar la suficiencia del corazón y del sistema vascular para transportar oxígeno a los músculos que trabajan, permitiendo las actividades que implican a grandes masas musculares durante un período prolongado de tiempo.

### 2.2.1 Definición

George y cols. (2001) definen a la capacidad aeróbica como:

- La capacidad del cuerpo para mantener un ejercicio submáximo durante períodos prolongados de tiempo.
- La capacidad del corazón y del sistema vascular para transportar cantidades adecuadas de oxígeno a los músculos que trabajan, permitiendo la realización de actividades que implican a grandes masas musculares, tales como andar, correr o el ciclismo, durante períodos prolongados de tiempo.
- El componente importante del fitness porque implica al sistema pulmonar para el consumo de oxígeno, al sistema cardiovascular para el transporte de oxígeno y de productos de desecho y al sistema muscular para la utilización del oxígeno. El consumo de oxígeno es necesario para el funcionamiento adecuado de todos los órganos internos, incluidos el corazón y el cerebro.

Por su parte, la ACSM (1999) define a la capacidad aeróbica como la capacidad para realizar un ejercicio dinámico que involucre principales grupos musculares, de intensidad moderado alta durante períodos prolongados de tiempo. La realización de éste ejercicio depende del estado funcional de los sistemas respiratorios, cardiovascular y locomotor. Se considera que la capacidad aeróbica está relacionada con la salud porque:

- a) Un nivel bajo de fitness se asocia con un riesgo marcadamente incrementado de muerte prematura por distintas causas y, específicamente por enfermedad cardiovascular.

b) Un mejor nivel de fitness se asocia con niveles más altos en la realización de actividad física con regularidad, lo cual a su vez, se asocia con muchos beneficios para la salud.

### 2.2.2 Características

La capacidad aeróbica está directamente relacionada con el  $VO_2$  máx del individuo. Además es importante diferenciar su valoración en términos absolutos (l/min) y relativos (ml/kg/min) (George y cols. 2001).

Ambas unidades pueden usarse para indicar la dureza con que el cuerpo está trabajando durante la realización de esfuerzos aeróbicos submáximos y/o máximos. Sin embargo, cada valor unitario se usa para expresar el Consumo de Oxígeno y la producción de energía aeróbica por diferentes razones. Las unidades litros por minuto (l/min) representan la cantidad absoluta o total de oxígeno consumido en el cuerpo por minuto. El  $VO_2$  máx absoluto se usa generalmente para calcular la cantidad total de energía aeróbica o de calorías que el cuerpo puede generar (George y cols. 2001).

Las investigaciones han demostrado que se producen aproximadamente cinco kcal de energía por cada litro de oxígeno consumido (1 litro de consumo de oxígeno es igual a 5 kcal gastadas).

Una kcal se define como la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de 1 kg (1 litro) de agua 1° C , desde 14.5 hasta 15.5 °C.

Las unidades ml/kg/min, por otro lado, representan el Consumo de Oxígeno requerido para mover un kilogramo de peso corporal por minuto. La mayoría de las veces el  $VO_2$  máx se expresa con unidades relativas porque la capacidad funcional de una persona depende del desplazamiento de su propio peso corporal. En el cuerpo humano, la cantidad total de oxígeno consumido es importante porque representa la cantidad total de energía disponible para trabajar. Si todo lo demás permanece igual, una persona con un  $VO_2$  máx absoluto alto podrá hacer ejercicio con una intensidad más elevada que una persona con un  $VO_2$  máx menor.(George y cols. 2001).

En la Tabla 1 podemos observar los rangos de  $VO_2$  máx expresado en ml/kg/min, a mayor  $VO_2$  máx, mejor capacidad aeróbica.

La capacidad aeróbica se cuantifica en términos de  $VO_2$  máx, puesto que el sistema cardiovascular es el responsable del aporte de oxígeno a los músculos activos. La capacidad aeróbica refleja indirectamente las facultades de una persona para realizar actividades y ejercicios aeróbicos.

Tabla. 1. Cuadro normativo de capacidad aeróbica (valores de  $VO_2$  máx expresado en ml/kg/min). Fuente: American Heart Association (1972).

<b>HOMBRES</b>					
<b>EDAD</b>	<b>BAJA</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MEDIA</b>	<b>BUENA</b>	<b>EXCELENTE</b>
<29	<25	25-33	34-42	43-52	>52
30-39	<23	23-30	31-38	39-48	>48
40-49	<20	20-26	27-35	36-44	>44
50-59	<18	18-24	25-33	34-42	>42
60-69	<16	16-22	23-30	31-40	>40
<b>MUJERES</b>					
<29	<24	24-30	31-37	38-48	>48
30-39	<20	20-27	28-33	34-44	>44
40-49	<17	17-23	24-30	31-41	>41
50-59	<15	15-20	21-27	28-37	>37
60-69	<13	13-17	18-23	24-34	>34

### 2.2.3 Actividades que ayudan a mejorar la capacidad aeróbica.

Las mayores mejoras del  $VO_2$  máx se producen cuando la realización del ejercicio implica a los principales grupos musculares del cuerpo durante largo tiempo, y cuando la naturaleza del ejercicio es rítmica y aeróbica (p. ej., caminar, hacer excursiones a pie, correr, subir escaleras, nadar, ir en bicicleta, remo, etc.). los ejercicios de fuerza contrarresistencia no deben considerarse una actividad que aumente el  $VO_2$  máx, sino un componente importante de los planes generales del ejercicio.

#### **2.2.4 Pruebas utilizadas en la medición de la capacidad aeróbica.**

García M. J. (1996) menciona que las pruebas de aptitud son estrictamente optativas, en muchas ocasiones de suma utilidad, cuando la requieren los médicos para poder determinar la cantidad de actividad física que puede desarrollar con seguridad en su empleo. Los entrenadores pueden querer probar la aptitud de atletas, los educadores físicos pueden beneficiarse evaluando sus clases como un medio, o simplemente por cuenta propia queriendo saber en que sitio preciso se encuentra en relación a otros.

Para estos propósitos se han elaborado pruebas de aptitud aeróbica.

Las pruebas miden básicamente su capacidad aeróbica también conocida como la cantidad de Consumo Máximo de Oxígeno ( $VO_2$  máx) que puede aprovechar su cuerpo durante un trabajo agotado, a través del análisis de las muestras de aire espirado obtenidas mientras el individuo realiza un ejercicio de intensidad progresiva (ACSM, 1999).

La ACSM (1999) menciona que debido a que la medición directa del  $VO_2$  máx no siempre se puede realizar, se han desarrollado otros procedimientos para calcular el  $VO_2$  máx estas pruebas se han validado por medio de la exploración

de:

a) La correlación entre la medición directa del  $VO_2$  máx y el  $VO_2$  máx obtenido con la respuesta fisiológica a un ejercicio submáximo.

b) La correlación entre la medición directa del  $VO_2$  máx y una prueba

#### **2.2.5 Tipos de pruebas**

##### **Medición de la capacidad aeróbica**

Las bases para desarrollar una prueba de aptitud aeróbica se determinaron en el laboratorio y campo (Cooper, 1984).

##### **Pruebas submáximas de laboratorio**

Cooper (1984) menciona que durante las pruebas de laboratorio se vigila en forma continua el electrocardiograma y la presión sanguínea, para protegerlo

contra el agotamiento excesivo. A la primera señal de esfuerzo cardiaco excesivo, se detiene la prueba.

Observando el electrocardiograma, la presión de la sangre y el ritmo de la respiración, se puede determinar si el sujeto realmente trabaja al límite de su capacidad.

### **Cicloergómetro.**

Son técnicas corrientes para la valoración de la capacidad aeróbica. Permite simular el trabajo de un sujeto cuando pedalea sobre una bicicleta (García (1996). Existen diferentes procedimientos como el de la YMCA que emplea de dos a cuatro estadios de tres minutos de ejercicio continuo. La prueba ha sido diseñada para que la frecuencia cardíaca con el individuo estacionario, alcance entre 110 y 150 lpm en dos estadios consecutivos. El de Astrand – Ryhming es una prueba de un solo estadio que dura 6 minutos (ACSM, 1999).

### **Cinta ergométrica**

También llamada el tapiz rodante simula la acción de un sujeto durante la carrera a pie, pudiendo variar electrónicamente la velocidad y la inclinación del mismo (García 1996).

Según la ACSM (1999) emplea a menudo un punto final que se basa en una FC predeterminada, normalmente el 85% de la frecuencia cardíaca máxima. Los protocolos que se usan con mayor frecuencia son los de Bruce y Blake. Se recomienda el uso de un electrocardiógrafo, un pulsómetro o un estetoscopio para determinar la FC.

### **Pruebas de escalón**

Es una prueba con una duración de tres minutos que se usa para evaluar los grandes grupos. Con el protocolo de la YMCA la prueba se debe hacer en un banco de 30.48 cm de altura y con una frecuencia de subida de 24 escalones/min durante tres minutos y se registra la FC inmediatamente al terminar la prueba durante 1 minuto (ACSM, 1999).

En todas estas pruebas se analiza la cantidad de oxígeno utilizado durante su esfuerzo. Esta cantidad (medida en ml/kg/min) marca la capacidad aeróbica de un hombre.

### **Pruebas submáximas de Campo**

Una de las características positivas de estas pruebas es que son muy fáciles de realizar (ACSM, 1999).

Las pruebas de campo son más simples, requieren sólo un cronómetro y un sitio para correr. A pesar de su simplicidad y facilidad de administrarse, las pruebas de campo son casi tan precisas y dignas de confianza como las pruebas de laboratorio hechas con el ergómetro (Cooper, 1984).

De no vigilarse de modo continuo el ritmo cardíaco y su respiración durante una prueba de campo, existe cierto riesgo, esto se puede evitar sometiéndose a un reconocimiento médico y monitoreando la frecuencia cardíaca durante la prueba (Cooper, 1984).

### **Course Navette o test de Luc Léger (1981)**

Este test consiste en recorrer tramos de 20 metros a velocidad creciente cada paliers (de 2 ó 1 minutos), siendo indicado el ritmo mediante señales sonoras. El VO<sub>2</sub> máx se calcula a partir de la velocidad de carrera que alcanzó el sujeto en el último palier que fue capaz de soportar de acuerdo a las ecuaciones de éste test.

### **Cat test (Channon y Stephan 1985)**

Test de campo que permite determinar de forma indirecta el índice de VO<sub>2</sub> máx, la intensidad de trabajo para desarrollar la PMA sobre distancias de 300 a 1000 metros, los umbrales aeróbico y anaeróbico y la curva de la recuperación de la FC.

### **Test de la Universidad de Montreal**

Emplea principios metodológicos similares a los explicados en la C. Navette. La prueba se realiza en pista, de forma que el sujeto debe aumentar la velocidad de carrera cada 2 minutos, hasta llegar al agotamiento.

### **Test de los 5 minutos**

Consiste en medir la distancia recorrida durante una prueba de 5 minutos de duración y calculando el  $VO_2$  máx a partir de una ecuación.

### **La prueba de Cooper de los 12 minutos**

Se ha dejado la descripción de ésta prueba casi al final debido a que es la prueba (ó test) que se utilizó en el presente estudio.

La ASCM (1999) menciona que ésta es una de las pruebas más utilizadas para valorar la capacidad aeróbica.

Proporciona un cálculo fidedigno de la capacidad aeróbica, o del Consumo de Oxígeno y, sin embargo, no requiere equipo de laboratorio costoso. Lo pueden usar personas de todas las edades, y se pueden someter a la prueba grandes grupos a un mismo tiempo.

Se recomienda no hacer esta ni cualquier otra prueba si se cuenta con más de 35 años de edad o a menos que se esté acondicionado físicamente cuando menos 6 semanas en algún programa de acondicionamiento.

Si se está calificado para someterse a la prueba encantará que es sumamente sencilla. Consiste en cubrir la mayor distancia que pueda en 12 minutos, caminando y corriendo sobre una superficie plana; (también existen tablas para valorar esta prueba nadando o practicando el ciclismo).

Hay que calentar antes del ejercicio adecuadamente y hacer estiramientos al final de la prueba.

Se recomienda que si ocurre cualquier síntoma fuera de lo común durante la prueba, no continuar. (Cooper, 1979).

A partir de este criterio, la distancia recorrida, el  $VO_2$  máx se puede determinar a partir de la siguientes ecuaciones (García, 1996):

$$VO_2 \text{ (ml/kg/min)} = 22.351 \times \text{distancia (km)} - 11.288$$

Howald propone la ecuación:

$$VO_2 \text{ (ml/kg/min)} = \text{Distancia} \times 0.02 - 5.4$$

El Colegio Americano de Medicina Deportiva (1986) propone:

$$VO_2 \text{ (ml/kg/min)} = (0.2 \times V) + 3.5$$

La Tabla 2 muestra la valoración de la prueba de Cooper en sujetos normales no deportistas.

Tabla 2. Valoración de la prueba de Cooper en función a la edad y al sexo.

NIVEL	SEXO	13-19 a.	20-29	30-39	40-49	50-59	+ 60
MUY MALO	MASCULINO	<2100 metros	<1950	<1900	<1850	<1650	<1400
	FEMENINO	<1600	<1550	<1500	<1400	<1350	<1250
MALO	MASCULINO	2100-2200	1950-2100	1900-2100	1850-2000	1650-1850	1400-1650
	FEMENINO	1600-1900	1550-1800	1500-1700	1400-1600	1350-1500	1250-1400
MEDIO	MASCULINO	2200-2500	2100-2400	2100-2350	2000-2250	1850-2100	1650-1950
	FEMENINO	1900-2100	1800-1950	1700-1900	1600-1800	1500-1700	1400-1600
BUENO	MASCULINO	2500-2750	2400-2650	2350-2500	2250-2500	2100-2300	1600-1750
	FEMENINO	2100-2300	1950-2150	1900-2100	1800-2000	1700-1900	1950-2150
MUY BUENO	MASCULINO	2750-3000	2650-2850	2500-2700	2500-2650	2300-2550	2150-2500
	FEMENINO	2300-2450	2150-2350	2100-2250	2000-2150	1900-2100	1750-1900
EXCELENTE	MASCULINO	>3000	>2850	>2700	>2650	>2550	>2500
	FEMENINO	>2450	>2350	>2250	>2150	>2100	>1900

Esta prueba nos permite la valoración simultánea de varios sujetos, sin necesidad de medios demasiados sofisticados y con poco personal de control. Las diferentes investigaciones sobre su eficacia, le conceden una validez que oscila entre una  $r=0.24$  y  $0.94$  (Cazorla 1990) con respecto al  $VO_2$  máx.

Algunas otras pruebas son: la Prueba de Rockport, la prueba de George-Fisher, Test de Storer .

### **2.2.6 Ventajas y desventajas de las pruebas de esfuerzo máxima vs las submáximas.**

La ACSM (1999) indica que las pruebas de esfuerzo máximas deben usarse para medir el  $\text{VO}_2$  máx, las pruebas de esfuerzo submáximas se pueden emplear también para medir dicho  $\text{VO}_2$  máx. La decisión de escoger una prueba de esfuerzo máxima o submáxima depende en gran medida de las razones para hacer la prueba, del tipo de persona que va a realizarla y de la disponibilidad del equipo apropiado, así como del personal. El  $\text{VO}_2$  máx se puede medir durante la prueba de esfuerzo máxima con un análisis directo de los gases espirados o con la intensidad máxima del ejercicio. El análisis directo de los gases espirados proporciona la determinación más fiable del  $\text{VO}_2$  máx. Sin embargo, este método es costoso, se requiere un personal especialmente entrenado y tiende a consumir mucho tiempo, al respecto Cooper (1984) menciona que se ocupan alrededor de 10,000 dólares en instrumentos, tres técnicos y una hora para probar a una sola persona. Por estos motivos, la medición directa del  $\text{VO}_2$  máx se reserva generalmente para las pruebas clínicas de investigación. La valoración del  $\text{VO}_2$  máx mediante la intensidad máxima del ejercicio se considera el siguiente método más fiable, pero tiene la desventaja de que requiere que los participantes realicen ejercicios hasta llegar a la fatiga voluntaria. En comparación con las pruebas de esfuerzo submáximas, las pruebas de esfuerzo máximas son más útiles clínicamente para ayudar al diagnóstico de una enfermedad coronaria en individuos asintomáticos.

Puesto que la prueba de esfuerzo máxima no es un método para evaluar la capacidad aeróbica al alcance de la mayoría de los técnicos de la salud y fitness, hubo que desarrollar pruebas de esfuerzo submáximas. El fin básico de la prueba de esfuerzo submáxima es determinar la relación entre la frecuencia cardíaca de una persona y su  $\text{VO}_2$  durante la realización de un ejercicio progresivo y hacer uso de esta relación para predecir el  $\text{VO}_2$  máx.

### 2.2.7 Investigaciones utilizando la prueba de Cooper

Grant et al., (1995) realizaron un estudio con el propósito de este comparar los resultados de tres pruebas: Cooper, Course Navette y una prueba ergométrica en la banda sinfín con las medidas directas del Consumo Máximo de Oxígeno en una rutina. Para predecir el Consumo Máximo de Oxígeno, extrapolación lineal de las pulsaciones del corazón de  $VO_2$  recolectado de un ciclo submáximo de una prueba ergométrica (predictiva L/E) la prueba de Cooper de 12 min de caminata y/o carrera y el test de course navette fueron ejecutadas por 22 jóvenes varones saludables en edad promedio de 22.1 (2.4) años masa muscular de 72.4 (8.9 kg.) y los valores comparados de aquellos obtenidos por medidas directas sobre una prueba de rutina máxima. Todos los sujetos eran deportistas activos regulares.

El resultado de varias pruebas en ml/kg/min fueron los siguientes: rutina 60.1 (8.0), Cooper 60.6 (10.3), Course Navette 55.6 (8.0), y la predictiva L/E 52.0 (8.4).

La prueba de Cooper tuvo una correlación con la prueba de rutina de 0.92, mientras el test de Course Navette y la predictiva L/E tuvieron correlación de 0.86 y 0.76 respectivamente. Ambas, el Course Navette y la predictiva L/E mostraron respectivamente baja predicción sistemática del valor de la rutina. En promedio, el Course Navette fue 4.5 ml/kg/min (s.e. 0.9) más baja que la rutina  $VO_2$  máx mientras que la predictiva L/E fue 7.8 ml/kg/min (s.e.1.4 ) más bajo que la rutina  $VO_2$  máx.

Estos resultados indicaron que, para la población evaluada, la prueba de Cooper es la más acertada para el  $VO_2$  máx.

Para la prueba de Cooper la correlación, coeficiente de 0.92 relativa a la rutina  $VO_2$  máx en este estudio se compara favorablemente con los valores correspondientes de 0.90 y 0.84 en los estudios de Cooper y McCutcheon et al., (1990) respectivamente. Otros estudios han reportado un rango de correlación coeficientes (0.7- 0.9) en otras categorías de individuos de 14 a 15 años de edad varones, mujeres atletas jóvenes, varones y mujeres de 12 años de edad (Doolittle y Bigbee 1968; Jackson y Coleman 1976).

Los resultados de estos estudios indican que, entre las tres pruebas de la población evaluada, la prueba de Cooper es la que mejor calcula el  $VO_2$  máx comparándola con el test Course Navette y la prueba ergométrica submaximal, ya que estos proveen una menor exactitud en las medidas de la toma máxima de oxígeno comparada con la prueba de Cooper y da además una subestimación sistemática del  $VO_2$  máx.

En otro estudio realizado por Maksud y Coutts (1971) donde se aplicó la prueba de Cooper en jóvenes varones, se diseñó para establecer normas para la prueba de Cooper de 12 minutos aplicada a jóvenes varones. Ochenta chicos entre 11 y 14 años de edad, la media distancia cubierta por los chicos de entre 11 y 12 años fue de 2,308 yardas. La media distancia cubierta por chicos de entre 13 y 14 años fue de 2,507 yardas, la diferencia entre los dos grupos fue significativa ( $p < 0.01$ ).

La prueba confiable y eficaz para una prueba sub- ejemplo fue de ( $r=0.92$ ). La capacidad aeróbica máxima fue además medida con un sub- ejemplo de 17 chicos, para determinar la relación entre la capacidad aeróbica y la ejecución de la caminata/carrera. La correlación eficaz entre la capacidad aeróbica y la ejecución de la caminata/carrera fue de 5.5; mientras que la correlación fue estadísticamente significativa ( $p < 0.01$ ), hay que tener en cuenta precauciones con anticipación para pronosticar la capacidad aeróbica de la ejecución de la prueba de caminata/ carrera con jóvenes sedentarios.

Gyory (1987) realizó un estudio para hacer una comparación de salud y acondicionamiento en estudiantes universitarios de entre 18 y 23 años en estadios de permanencia (inactividad, sedentarismo). Donde se declaró por los estudiantes acerca de las condiciones de su salud y acondicionamiento físico, donde se muestra un punto de vista definitivamente negativo pero al mismo tiempo, esto tiene que ver con la situación real de estos individuos, sus 12 minutos de carrera realizada fue mucho menor de lo que se esperaba debido a los síntomas de malestar, por consecuencia del poco éxito de los factores físicos, psicológicos y sociales. Esto es justificable pero preocupante por que

los resultados de la prueba de Cooper están proporcionalmente alineados con factores integrales de productividad física, así como el Consumo Máximo de Oxígeno.

No obstante, el nivel deficiente alcanzado en estadios de permanencia ambiguamente produce juicios de valor de las estimaciones subjetivas de las condiciones de salud y acondicionamiento, el cual nos concierne desgraciadamente desfavorable. En este campo sólo una decisión puede ser tomada por los altos niveles y diferencias en deporte, primeramente con la competencia deportiva, la cual obligará a alcanzar un nivel alto.

## **2.3 CONSUMO DE OXIGENO ( $VO_2$ )**

### **2.3.1 Definición**

El Consumo de Oxígeno ( $VO_2$ ) es un parámetro fisiológico que expresa la cantidad de oxígeno que consume o utiliza el organismo (Cooper, 1972).

### **2.3.2 Componentes del $VO_2$**

En reposo el  $VO_2$  de todo el organismo en su conjunto es de alrededor de 300 ml/min., equivalente a 3.5 ml/kg/min en valores relativos al peso corporal (índice de metabolismo basal), que es el equivalente a 1 MET o unidad metabólica que refleja el gasto energético que precisa el organismo para mantener sus constantes vitales.

Cooper (1972) establece que a medida que se establece una mayor demanda energética, el Consumo de Oxígeno ( $VO_2$ ) es cada vez mayor.

Por lo contrario, cuando una persona realiza un ejercicio físico, aumenta las necesidades metabólicas de los músculos y por consiguiente el  $VO_2$  local y total, puesto que la masa muscular representa un elevado porcentaje del peso total. Este aumento del  $VO_2$  se debe a: incremento del Volumen de eyección ( $V_E$ ), incremento del Gasto Cardíaco e incremento de la diferencia arterio-venosa de  $O_2$ , que quedan multiplicados por un valor correspondiente a la intensidad del ejercicio. Por último, el incremento del  $VO_2$  muscular no podría

tener lugar si la distribución de la sangre fuera la misma en reposo. Ello implica una redistribución del flujo sanguíneo total y local.

Por su parte, García (1996) dice que el ejercicio físico, sea cual sea su intensidad realizado en un ergómetro, constituye un procedimiento que pone en marcha el Sistema de Aporte de Oxígeno (SAO). En esfuerzos el  $VO_2$  se incrementa proporcionalmente a la intensidad del mismo, hasta alcanzar valores de 10 a 151 veces los de reposo (4500 ml/min) en esfuerzos máximos realizados por sujetos jóvenes entrenados. El  $VO_2$  representa el Volumen de Oxígeno consumido durante cualquier tipo de esfuerzo e indica la capacidad que tiene el organismo de utilización del mismo.

El Consumo de Oxígeno mantiene una relación lineal con la carga de trabajo realizada; a mayor intensidad de trabajo, mayor será el consumo de oxígeno para un mismo individuo (Adam y cols. 1992).

## **2.4 CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO ( $VO_2$ máx)**

El  $VO_2$  máx constituye la determinación individual más valiosa de la capacidad del sistema energético aeróbico. La evaluación de dicha capacidad en relación con el rendimiento atlético es una práctica valiosa y bien establecida.

### **2.4.1 Definición**

También conocido como la capacidad del sistema de transporte del oxígeno, o  $VO_2$  máx. Se define como la cantidad máxima de  $O_2$  que el organismo puede absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo. Se expresa normalmente en ml/kg/min.

Bowers y Fox (2000) mencionan que es un factor relacionado con un rendimiento satisfactorio en resistencia es la cantidad de oxígeno capaz de ser transportado a los músculos que trabajan y consumido por ellos.

Es muy variable entre individuos, y depende fundamentalmente de la dotación genética, la edad, el sexo, el peso y el grado de entrenamiento o de condición física.

La condición aeróbica está en gran parte determinada genéticamente, la herencia puede condicionar hasta en un 70% del  $\text{VO}_2$ , dependiendo sólo un 20% del entrenamiento (Zintl, 1991).

El  $\text{VO}_2$  depende además estrechamente de la edad. Desde el nacimiento aumenta gradualmente, en relación a la ganancia de peso. Los niños poseen un elevado  $\text{VO}_2$  máx normalizado al peso (especialmente al peso magro).

Gradualmente va aumentando con la edad y se alcanza el máximo entre los 18 y los 25 años.

En cuanto al sexo, para cualquier edad, es mayor en los hombres. En estas diferencias parecen intervenir varios factores, como condicionantes genéticos, hormonales e incluso la menor cantidad de hemoglobina que las mujeres presentan debido a los ciclos menstruales.

El  $\text{VO}_2$  máx depende del peso, especialmente del peso magro: a mayor masa muscular se evidencian mayores niveles de  $\text{VO}_2$  máx. El grado de entrenamiento de fuerza, puede inducir aumentos sustanciales en la misma.

#### **2.4.2 Criterios para la determinación del $\text{VO}_2$ máx**

El criterio de medición de la capacidad aeróbica tradicionalmente aceptado se basa en el consumo máximo de oxígeno  $\text{VO}_2$  máx (ASCM, 1999).

Como hemos visto el  $\text{VO}_2$  máx constituye una excelente valoración del estado del sistema de transporte de oxígeno (Adam, y cols. 1992; Astrand, y Kaare 1992).

Es además un parámetro muy reproducible aún en casos de diversos tipos de patologías, como en la insuficiencia cardíaca.

Pero para ello la metodología implementada debe ser cuidadosa. Actualmente disponemos de sistemas de análisis del intercambio de gases respiratorios con tecnología de respiración por respiración, mediante circuitos abiertos de medición (Medgraphics, Collins, Cosmed K4, Sensor medics etc.)

El problema consiste en disponer de datos objetivos para considerar que un sujeto realmente ha llegado a su máxima capacidad de esfuerzo y que por tanto hemos determinado su mayor  $VO_2$  posible en el momento de la evaluación.

Para determinar que hemos llegado al Máximo  $VO_2$  de un individuo evaluado dentro del laboratorio nos basamos en lo siguiente:

a) Presencia de un comportamiento en forma de meseta del  $VO_2$ , de tal manera que aunque se incremente la intensidad o carga de trabajo no aumente el  $VO_2$  o bien que el aumento sea inferior a 150 ml. Durante dos cargas o estadios completos y sucesivos en protocolos que utilizan aumentos de cargas por estadios.

b) Que a nivel fisiológico se alcance un valor de ácido láctico en sangre de entre 10 a 12 mMol/l.

c) Que el cociente respiratorio alcance un nivel de 1,1, donde demuestre la preponderancia de los hidratos como combustible.

d) Por último, la frecuencia cardíaca máxima tenga un comportamiento incremental según el consumo de oxígeno y la intensidad de trabajo no superando su máximo teórico según su edad. (Cardey, 2003).

#### **2.4.3 Valores Normales del Consumo Máximo de Oxígeno**

Queda por último considerar los valores normales del Consumo Máximo de Oxígeno.

A pesar de que cada laboratorio debería considerar sus valores de normalidad, en muchas partes del mundo se investiga para determinar el perfil del  $VO_2$  de una población determinada y poder así obtener índices o realizar ecuaciones como la efectuada por Cooper en el año 1968.

Es por ello que a lo largo de los años, se ha sustentado en numerosas investigaciones, para poder ubicar a los atletas en una escala de rendimiento y poder compararlos a nivel internacional.

Los valores más elevados registrados en la evaluación del Máximo  $\text{VO}_2$ , en el laboratorio con aparatología de gases, han sido entre 75 y 94 ml/kg/min en esquiadores de fondo varones y mujeres respectivamente.

En otros deportes se registran valores más bajos que tienen directa relación con el tipo de disciplina y el tipo de metabolismo involucrado.

En sujetos normales los valores oscilan entre 25 y 35 ml/kg/min, en varones de 20 a 40 años y entre 30 y 40 ml/kg/min en mujeres de población general.

#### **2.4.4 Estudios relacionados con el $\text{VO}_2$ máx**

En un estudio realizado por Bergh (1991) se valoró el Consumo Máximo de Oxígeno ( $\text{VO}_2$  máx) para 21 grupos diferentes de atletas. El  $\text{VO}_2$  máx fue el indicador más confiable de la potencia del sistema energético aeróbico. Los atletas, tanto varones como mujeres, eran miembros de los equipos nacionales suecos. En esta investigación se puede observar como los valores de  $\text{VO}_2$  máx son altos en aquellos grupos de atletas cuyo deporte requiere resistencia aeróbica, como: Cross Country en esquí, carrera de 3000 m, carrera de patinaje y bajos en aquellos que participan en pruebas anaeróbicas: como levantamiento de pesas, lucha, esgrima. También se puede observar que en el medio se encuentran aquellos deportes que demandan un metabolismo aeróbico y anaeróbico a la vez como: carrera 400 m, natación, esquí de montaña (Bowers y Fox, 2000).

Un estudio realizado por Usaj (1997) donde se determinó la Influencia de la repetición sistemática de la prueba de Cooper sobre una selección de características cardiorrespiratorias se aplicó a un grupo de varones de  $22 \pm 2$  años de edad, estatura de  $171 \pm 12$  cm. y peso de  $64 \pm 7$  kg. (N= 7), que participaron en un entrenamiento de resistencia a corto plazo, consistió en 10 sesiones repetidas de la prueba de Cooper, tres veces a la semana. El objetivo de este estudio fue detectar los efectos tempranos de este bajo entrenamiento. La velocidad de la carrera mejoró de  $4.14 \pm 0.36$  m/s a  $4.45 \pm 0.40$  m/s

( $p < 0.05$ ). Esta mejora de la resistencia no refleja ningún cambio significativo de las características cardiorrespiratorias al final de la prueba de Cooper: el pico de las pulsaciones del corazón ( $196 \pm 11$  lpm previos y  $194 \pm 10$  lpm después), el pico de la ventilación pulmonar ( $V_e$ ) ( $142 \pm 19$  previos y  $156 \pm 18$  l/min después), el pico de consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) ( $4.44 \pm 0.33$  previos y  $4.44 \pm 0.21$  l/min después) fueron similares. Los resultados muestran el incremento de la velocidad en carrera, como un efecto temprano de el uso del entrenamiento de la resistencia que puede ser relacionado con mas técnicas de carrera eficientes y el uso del sistema cardiorrespiratorio.

## 2.5 FRECUENCIA CARDIACA

La FC refleja la intensidad del esfuerzo que debe de hacer el corazón para satisfacer las demandas incrementadas del cuerpo cuando se está realizando cualquier actividad física (Willmore y Costill 1999).

La FC tiene que ser medida antes, durante y después de la prueba de esfuerzo (ACSM, 1999).

### 2.5.1 Definición

Algunos autores (Bowers y Fox, 2000; y Willmore y Costill, 1999) mencionan que la frecuencia cardíaca es el número de veces que el corazón late por minuto (lpm).

### 2.5.2 Características

Por lo general el corazón late entre 60 y 80 veces por minuto en hombres y mujeres no entrenados, pero habitualmente la frecuencia es mucho menor (40 a 55 latidos por minuto) en los atletas entrenados y los atletas de resistencia presentan las más bajas frecuencias cardíacas en reposo (Bowers y Fox, 2000).

George y cols. (2001) hacen referencia a que el ritmo del ciclo cardíaco (frecuencia cardíaca) facilita una importante visión de lo que sucede en el cuerpo en reposo y durante el esfuerzo. Una frecuencia cardíaca en reposo

· baja (bradicardia- FC < 60 lpm) puede indicar un corazón bien acondicionado que es capaz de bombear grandes cantidades de sangre en cada latido. A la inversa, una elevada frecuencia cardíaca en reposo (taquicardia- FC > 100 lpm) puede indicar la presencia de un corazón mal acondicionado.

La FC refleja la intensidad del esfuerzo que debe de hacer el corazón para satisfacer las demandas incrementadas del cuerpo cuando se está realizando cualquier actividad física. La FC en Reposo (FCR) es en promedio de 60 a 80 lpm, sin embargo, en individuos sedentarios desentrenados y de mediana edad la FC puede superar los 100 lpm (Willmore y Costill, 1999).

El momento ideal del día para determinar la frecuencia cardíaca en reposo es por la mañana temprano después de levantarse de la cama y sentado erguido durante unos minutos. Se cuenta el número de latidos durante un minuto completo y se registran los resultados en una tarjeta, un método alternativo consiste en contar el pulso durante 15 segundos y multiplicar el resultado por cuatro. Bowers y Fox (2000) prefieren que el conteo se realice durante un minuto completo para las frecuencias cardíacas menores que se encuentran en el estado de reposo.

Antes del ejercicio la FC previa suele aumentar por encima de los valores normales del ejercicio. A esto se denomina respuesta anticipatoria. Al comenzar a hacer ejercicio, la FC se incrementa proporcionalmente a la intensidad del ejercicio. A esta intensidad del ejercicio se le define como el nivel de rendimiento requerido a una persona en relación a su capacidad máxima (Manno, 1994).

De esta definición tenemos el indicador más importante en la prescripción del ejercicio, nuestro punto de partida está centrado absolutamente en saber la capacidad máxima desde la cual vamos a valorar el grado de dificultad de nuestro ejercicio. La capacidad máxima para la FC ésta dada por la fórmula según Astrand y Kaare (1992):

Frecuencia Cardíaca Máxima (FCM)= 220 lpm – edad (en años)

De esta forma, una persona de 25 años de edad tendrá como frecuencia cardíaca máxima 195 lpm.

### **2.5.3 Materiales y métodos para medir la FC**

George y cols. (2001) en su libro de Test y pruebas físicas proponen al respecto de materiales y métodos para medir la FC:

- **Electrocardiograma (ECG).** Importante instrumento médico usado en el diagnóstico de enfermedades cardiovasculares, así como para controlar el ritmo y la función cardíaca en reposo y en esfuerzo.
- **Equipo de telemetría (controladores o monitores de la frecuencia cardíaca).** La telemetría supone la transmisión de una señal desde la sujeción ajustable al pecho hasta un receptor electrónico que puede sostenerse en la mano o sujetarse a la muñeca. El receptor convierte la señal procedente de la sujeción en el pecho en una medición cuantificada de la FC. Investigaciones recientes indican que los instrumentos de telemetría pueden medir con precisión la FC tanto en reposos como en esfuerzo.

---

- **Palpación.** Es la percepción de un pulso o de una vibración con los dedos o la mano. Donde se percibe con mayor facilidad el pulso generado por el bombeo pulsante de la sangre en las arterias es sobre las arterias radiales o carótida. Solo se debe usar una ligera presión, particularmente sobre la carótida; una presión excesiva reducirá el pulso (Browers y Fox, 2000).

- **Estetoscopio.** Los ruidos cardíacos auscultatorios (mediante el oído) son más precisos que los métodos de palpación de la FC, un estetoscopio es casi tan preciso como el material de electrocardiografía (ECG). El propósito básico del estetoscopio es el de amplificar y dirigir las ondas sonoras, aproximando de este modo el oído del oyente a la fuente del sonido.

#### **2.5.4 Investigaciones utilizando el pulsómetro**

Estos instrumentos han sido aplicados en gran cantidad de investigaciones, dejando fuera de cualquier duda su confiabilidad y a continuación se mencionan algunos:

Barbero y cols. (2004) utilizaron monitores de ritmo cardíaco polar vantage NV para analizar la evolución de la FC durante la competición en jugadores profesionales de fútbol sala pertenecientes al equipo de división de plata de la ciudad de Melilla, los utilizaron en cinco partidos en diferentes momentos de la temporada en ocho jugadores y sus resultados fueron que la FC máx media obtenida es de 192.1 la FC media es de 172.9 y la FC mínima promedio es de 118.8, demostrando una poderosa contribución del metabolismo anaeróbico en las exigencias solicitadas por la competición a los jugadores de esta especialidad.

Garatachea y de Paz (2003) llevaron a cabo un estudio sobre la exactitud del método de monitorización de la FC en la estimación del costo energético en nueve personas, cinco hombres y cuatro mujeres de entre 20 y 27 años, realizando una espirometría utilizando el pulsómetro polar vantage NV y sus resultados fueron que encontraron una diferencia significativa en cuanto a los sexos, talla, peso y  $VO_2$  máx.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 2.6 PRESIÓN ARTERIAL

El término "presión arterial" se refiere al nivel de "fuerza" o "presión" que existe en el interior de las arterias. Esta presión es producida por el flujo de sangre. Cada vez que late el corazón, sube la presión, y entre latidos, cuando el corazón está en reposo, esta presión vuelve a bajar (American Heart Association, 2006).

La presión arterial alta causa que el corazón se esfuerce más que lo normal. Así, se incrementa la probabilidad de que se lesionen las arterias o el corazón. Con la presión arterial alta aumenta el riesgo de ataques al corazón, ataques al cerebro, insuficiencia renal, trastornos oculares, insuficiencia cardíaca congestiva y aterosclerosis (American Heart Association, 2006).

### 2.6.1 Definición

George y cols. (2001) definen la presión arterial (también llamada tensión arterial) como la fuerza dirigida hacia fuera que distiende las paredes de los vasos sanguíneos. La magnitud de la tensión arterial depende principalmente del volumen de sangre (flujo de sangre) y del tamaño de los vasos (resistencia vascular). Las unidades de expresión de la presión arterial son generalmente los milímetros de mercurio (mm Hg).

### 2.6.2 Características

Cuando un médico habla sobre los niveles de presión arterial, se refiere a dos cifras.

- El primer número, o el mayor, se refiere a la presión que existe en las arterias cuando late el corazón (**sistólica**).
- El segundo número, o el menor, se refiere a la presión que existe en las arterias entre latidos del corazón (**diastólica**).

Cuando se anota la presión arterial, el número que representa la presión sistólica precede, o se pone por encima del número de la presión diastólica. Por ejemplo: 120/75 (120 sobre 75); sistólica = 120, diastólica = 75. (American Heart Association, 2006).

### **Presión arterial normal**

En el adulto joven normal, la presión sistólica es de aproximadamente 120 mm Hg y en el momento más bajo, la presión diastólica es de aproximadamente 80 mm Hg la diferencia entre estas dos presiones, es aproximadamente de 40 mm Hg. Se denomina presión del pulso (Dienhart, 1976)

Un nivel de presión arterial menos de 120/80 mm Hg se considera óptima. Niveles por arriba de 120/80 aumentan el riesgo de enfermedad cardiovascular.

### **Presión arterial alta**

Según la Sociedad Internacional de la Hipertensión de la Organización Mundial de la Salud (World Health Organization- International Society of Hipertension, WHO- ISH), el Joint Nacional Comité (JNC 7) de EE:UU. y la BHS han publicado recientemente directrices para la prevención, detección evaluación y tratamiento de la hipertensión (The Seventh Report of the Joint National Committee 2003; Chalmers 1999; William y cols. 2004). La presión arterial alta (o hipertensión) en los adultos se define como una presión sistólica igual o superior a 140 mm Hg; o una presión diastólica igual o superior a 90 mm Hg en individuos que no toman medicación antihipertensora.

Prehipertensión se define como una presión sistólica entre 120 y 139 o una diastólica entre 80 y 89.

La clasificación del JNC 7 de PA para adultos de 18 años o mayores se muestra en la Tabla 3. Las fases 1 a la 3 de la clasificación JNC 7 se denomina también hipertensión leve, moderada o grave, respectivamente, en las directrices WHO-ISH. La "hipertensión leve" incluye el subgrupo de hipertensión limítrofe, en la que los valores de presión arterial de los pacientes solo exceden de forma ocasional el límite.

Tabla 3. Clasificación JNC 7 de la presión arterial

Clasificación de la PA	PAS (mm Hg)		PAD (mm Hg)
Normal	< 120	y	< 80
Prehipertensión	120 – 139	o	80 – 89
Hipertensión en fase 1	140- 159	o	90 - 99
Hipertensión en fase 2	≥ 160	o	≥ 100

La presión arterial óptima (PA) para minimizar el riesgo cardiovascular es <120/80. Sin embargo, las lecturas bajas deberían evaluarse para determinar su significado clínico. Basado en la media de dos o más lecturas tomadas en dos visitas o más tras el control inicial. PAS, PA sistólica, PAD, PA diastólica.

### 2.6.3 Forma de evaluarla

La presión arterial desde el punto de vista de la salud y del fitness, se mide la mayoría de las veces sobre las arterias. El lugar normal para determinar la presión arterial es la arteria braquial. La elección de la arteria braquial como punto estándar de medición se debe a su comodidad, su accesibilidad y a su posición al nivel del corazón (George y cols., 2001).

### Pulsos Arteriales

Los pulsos en el brazo se perciben mejor palpando el braquial con un dedo, y el radial con la mano opuesta. La palpación simultánea de ambos pulsos facilita la exploración. (La arteria radial se sitúa en posición lateral y debe abordarse lateralmente.) La obliteración del pulso radial mediante una ligera presión sobre el pulso braquial indica que la PA es normal; si para lograr la obliteración se requiere una compresión moderada es probable que la PA se encuentre entre 120 y 160, pero si es necesaria una compresión mayor, la PA es > 160 mm Hg (Merck y Cols. INC. 1989).

### Presión Arterial

Debe considerarse que el valor más alto de la PA normal del adulto es de 140/90 mm Hg. Si se registra la PA en ambos brazos, el 25% de la población normal presenta una diferencia en la presión sistólica incluso de 20 mm Hg.

Alrededor del 15% de los pacientes presentaran una diferencia de la presión diastólica en ambos brazos de 20 mm Hg. (Merck y Cols. INC. 1989).

### **Principios de la medición de la presión arterial**

Lip y cols. (2006) menciona que las medidas precisas de la PA son cruciales para el diagnóstico de la hipertensión. Las medidas de PA se basan en una señal de transducción desde la onda de presión arterial en la sangre circulante. Las estimaciones de la PA (generalmente sumadas sobre varios ciclos/latidos cardiacos se pueden realizar en varios puntos anatómicos y son específicas del punto anatómico, debido al impacto de la presión transmitida y/o altura y gravedad. La transducción puede hacerse de muchas maneras, por ejemplo mediante un acoplamiento mecanoeléctrico de medidas de presión basadas en un catéter intravascular latido a latido o medidas medias indirectas de la onda de pulso arterial en forma de los ruidos auscultados de Korotkoff.

Este último se usa en la práctica clínica rutinaria, pero según Rose (1965) esta desafortunadamente dominado por un error de medida.

Beevers y cols. (2001) en la Tabla 4 mencionan que existen muchas fuentes de error que pueden afectar a una medición precisa de la PA. Los dispositivos enmascarados, como el esfigmomanómetro Hawksley de cero aleatorio (Mackie y cols. 1995), se han usado para ocultar las verdaderas lecturas de los operadores y evitar de este modo el sesgo del observador en ensayos clínicos e investigación de la PA. Sin embargo, este método es bastante complejo y obsoleto. La mayoría de los errores dependen de la técnica de medida usada y del estado del equipo, pero esto se puede evitar usando dispositivos automáticos, siempre que cumplan con los controles de calidad internacionalmente establecidos, con los estándares de calibración (O'Brien 1993), y que tengan un mantenimiento adecuado.

#### **2.6.4 Técnicas e instrumentos de medida de la PA**

El esfigmomanómetro convencional

La regularidad de las pruebas puede compararse con la frecuencia el uso de un estetoscopio en el examen físico. No existen datos convincentes que indiquen que la calidad de la asistencia proporcionada en el marco de la atención primaria pueda ser valorada observando los registros de PA (Knight y cols. 2001). En cuanto a las habilidades del medico, la medida de PA puede revelar la calidad del medico y proporcionar información sobre el paciente.

**Tabla 4. Fuentes de error en las medidas de la presión arterial**

**Errores de los manómetros**

- Insuficiente o demasiado mercurio.
- Columna de mercurio sucia.
- Goznes dañados resultando en la caída de mercurio de la columna.
- Imprecisiones intrínsecas de los dispositivos automáticos.

**Errores del manguito**

- Tamaño inapropiado del manguito (los manguitos pequeños sobreestiman la PA y viceversa).
- El manguito no esta al mismo nivel que el corazón.
- Dispositivo de inflado y desinflado defectuoso.

**Errores del observador**

- Técnicas con fallos.
- Error de paralaje (la columna de mercurio no esta nivelada con el ojo del observador).
- Preferencia de los dígitos terminales (redondeo hacia arriba o hacia abajo hasta los 10 mm Hg más cercanos).
- Sesgo del observador

En la Tabla anterior se presentan las diferentes causas de error en la medida de la PA según el manómetro, el manguito y/o el observador.

Los esfigmomanómetros de mercurio están cayendo rápidamente en desuso. Esto se debe a la introducción de mejores técnicas semiautomáticas (Pickering, 2003) y a la toxicidad del mercurio libre, liberado a través de una fuga o desmantelamiento de muchos dispositivos usados en todo el mundo. Sin embargo, los principios de su uso seguirán siendo relevantes en los próximos años, debido al bajo ritmo con el que se producen los cambios médicos y a los costos económicos de sustitución de la nueva tecnología, así que también se tratarán aquí estos dispositivos.

Los principios de medida de la PA auscultada usando un esfigmomanómetro son simples (Beevers y cols. 2001):

- **Colocación** – el operador esta sentado con el paciente enfrente y ambos están relajados. El esfigmomanómetro está a la altura del corazón, en posición vertical y con la escala a una distancia de fácil lectura para el operador y fuera de la vista del paciente.
- **Posición** – se toman primero las lecturas en posición sentada.
- **Tamaño del manguito y colocación** – el tamaño del manguito debe ser el adecuado para rodear el brazo y debe estar al nivel de la arteria braquial, con su borde más bajo a 2-3 cm sobre la arterial pulsátil.
- **Auscultación** – los ruidos audibles se definen en la Tabla 5. Generalmente se registran la Fase 3 y la Fase 5.
- **Inflado del manguito** – se alcanza la presión rápida y supra sistólica.
- **Desinflado del manguito** – generalmente 2-3 mm Hg/latido de pulso.
- **Repetición** – la PA deberán anotarse el valor de mm Hg más cercano y deberá usarse la Fase 5 para las lecturas diastólicas. También se deberá anotar el brazo usado en las medidas y habrá que realizar una serie de tres medidas de PA de pie y una sentada. Habrá que identificar alguna discrepancia en los brazos en las medidas de PA en al menos una ocasión, ya que las diferencias significativas son comunes y pueden ser clínicamente significativas en el diagnostico (Lane y cols. 2002).

Tabla 5. Fases de los ruidos auscultatorios, según la British Medical Journal propone lo siguiente:

Ruidos auscultatorios	
Fase 1	Los primeros ruidos tenues, repetidos claros que incrementan gradualmente en intensidad durante al menos dos latidos consecutivos; esa es la PAS.
Fase 2	Un breve periodo durante el cual los sonidos se hacen mas suaves y adquieren la calidad de siseo.
Intervalo auscultatorio	En algunos pacientes los sonidos pueden desaparecer durante un corto periodo de tiempo.
Fase 3	Vuelven los sonidos más claros, que se hacen más tajantes para recobrar o incluso superar la intensidad de la Fase 1. El significado clínico, si los hubiera, de las Fases 2 y 3 no se ha establecido.
Fase 4	El ahogo repentino de los sonidos, que se hacen suaves y con calidad de soplo.
Fase 5	El punto en el que todos los sonidos desaparecen finalmente complemente; esa es la PAD.

Beevers y cols. (2001) en esta tabla identifican las fases para identificar los ruidos auscultatorios. PAD, presión arterial diastólica; PAS, presión arterial sistólica.

### 2.6.5 Efectos del ejercicio sobre la hipertensión

EL ACSM (1999) menciona que el ejercicio ayuda a:

- Reducir el aumento de la presión arterial que se produce con el paso del tiempo, reduce la incidencia de la hipertensión en las personas propensas.
- Que el ejercicio aeróbico produce una reducción media de 10 mm Hg de la presión arterial sistólica y diastólica de las personas con hipertensión leve (presión arterial entre 140 y 180/90 y 105 mm Hg).

- Las personas con marcados aumentos de la presión arterial deben añadir un entrenamiento de resistencia a su régimen de tratamiento únicamente cuando hayan empezado una terapia farmacológica; el ejercicio puede reducir, más adelante, la presión arterial.

### **2.6.6 Investigaciones realizadas en la valoración de la PA en adultos jóvenes.**

En un estudio donde se analizó la incidencia de hipertensión arterial en los adultos de 20 consultorios del Policlínico Lawton. Ciudad de La Habana se diagnosticaron 104 hipertensos nuevos en 20 consultorios médicos pertenecientes al Policlínico Lawton con una población adulta de 11 555 personas para una incidencia de 0,9 % (9 por 1 000 adultos).

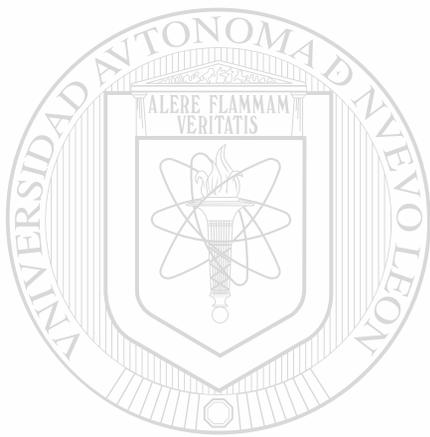
En relación con la distribución de los casos por edad y sexo tenemos que la afección fue más frecuente en el sexo femenino con el 59,6 % del total; predominó en las mujeres después de los 50 años, pero antes de esta edad, los hombres las superaban. Es a partir de los 40 a 49 años donde se observa el mayor aumento de incidencia de la HTA al compararse con la década anterior.

El comportamiento de la incidencia de HTA por grupos de edades y sexo fue acorde con la literatura revisada donde se plantea que la enfermedad es más frecuente en los hombres hasta los 50 años, a partir de esa edad la incidencia se eleva en las mujeres y llega a igualar o superar la de los hombres; es a partir de los 40 años donde comienza el aumento significativo en la incidencia de la entidad.

En este trabajo se muestra que la HTA tiene una incidencia importante en los adultos, que ésta aumenta con la edad, que la mayoría de los hipertensos son ligeros, que hay deficiencias en la clasificación de los pacientes, que la mayoría de éstos tienen factores de riesgo que influyen en las complicaciones de la enfermedad.

Se debe proceder a la pesquisa activa de hipertensos en la atención primaria (tomándole la tensión arterial al menos una vez al año a toda la población

atendida por el médico de la familia), sobre todo a aquellos que exhiben factores de riesgo para padecer la HTA. (Coro G. y cols. 1992).



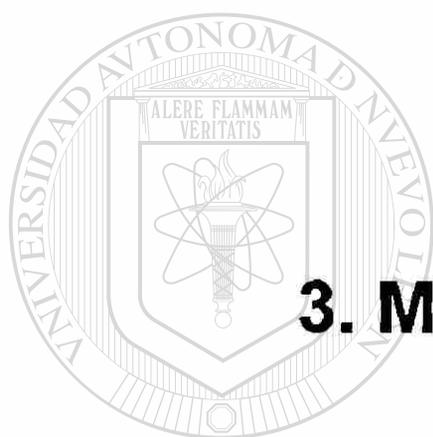
# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



### **3. METODOLOGÍA**

UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### **3.1 ÁMBITO Y APLICACIÓN**

Se realizó un estudio transversal descriptivo en una muestra consistente en 185 estudiantes 89 hombres y 96 mujeres entre 15 y 42 años de edad con un promedio de edad de 19.43 años. Se analizó la distancia,  $Vo_2$  máx, presión arterial sistólica y diastólica, la frecuencia cardíaca en reposo, la FC máxima y la FC durante la recuperación.

Los sujetos que forman nuestro universo de estudio son estudiantes regulares inscritos en la UANL de preparatoria o facultad, están divididos en seis grupos de facultades que son Ciencias de la Salud, Ciencias Naturales y Exactas, Ingeniería y Tecnología, Arquitecto diseño y urbanismo, Artes y Humanidades, Ciencias Sociales y Administrativo, y tres preparatorias la número ocho, la Escuela Industrial y Preparatoria Técnica Álvaro Obregón y la preparatoria 16.

### **3.2 LIMITES DEL ESTUDIO**

Falta de familiarización del estudiante con la prueba.

Aunque las pruebas se hicieron a la misma hora y en el mismo lugar la temperatura ambiente tuvo una variación.

No es la misma cantidad de alumnos de facultad y de preparatoria.

No se trabajo con una muestra representativa.

### **3.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

Estudiantes de la UANL de nivel medio o superior inscritos al momento de la prueba.

Aprobar los requisitos del C-AEF.

Que tengan un día típico.

Que cuenten con ropa adecuada para el test (pants, corto, camisa adecuada y zapato tenis).

### 3.4 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

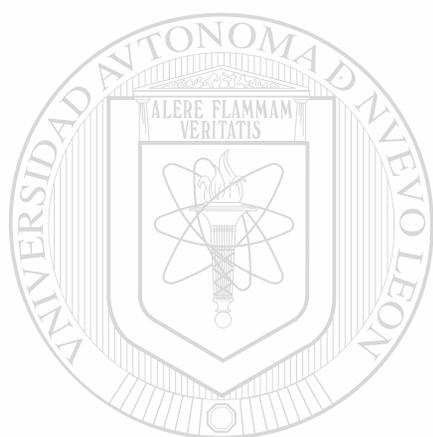
No cumplan con los requisitos de inclusión.

Tener una PA por arriba de 140/90 mm Hg.

Presentar alguna enfermedad el día del test.

Mostrar algún impedimento físico para realizar la prueba.

Alumnos de la facultad de Organización Deportiva.



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### **3.5 PROCEDIMIENTO POR ORDEN CRONOLÓGICO DÍA UNO**

El siguiente trabajo trata de establecer diferencias y similitudes en la evaluación del VO<sub>2</sub> máx utilizando el método indirecto de gran aceptación entre los profesionales de la investigación, la salud y el deporte, como es la prueba de Cooper (Grant et al., 1995).

La convocatoria fue abierta a través de un póster (anexo 1) que se entregó a las dependencias por medio de la sociedad de alumnos para que la publicaran hacia los alumnos de las diferentes escuelas, así como por volantes repartidos, se sometieron a el estudio por voluntad propia, programando una cita vía telefónica.

La determinación de los grupos no fue para establecer necesariamente comparaciones entre si, si no, para no limitar el resultado de la investigación a las características propias que pueda tener una población.

#### **3.5.1 Explicación de que consiste el estudio**

El protocolo a emplear consintió en explicarle a cada sujeto la prueba de Cooper, en la explicación se les mencionó la relevancia de mantener un ritmo uniforme de carrera y, en cualquier caso, procurar ir en progresión creciente, con el fin de dosificar las energías a lo largo de los 12 minutos del test; así como también se le otorgó un tríptico con las recomendaciones para el día a realizar la prueba (Anexo 2).

Cabe mencionar que se realizo un estudio piloto para que los evaluadores sintieran en ellos mismos la evaluación y con esto poder hacer una mejor explicación a los sujetos de estudio.

#### **3.5.2 Aplicación de cuestionario de la actividad física**

Después de explicar en que consiste la prueba al grupo de personas previamente programadas de ese primer día se les aplicó el cuestionario de la Actividad Física (CAE-F) de la American Collage of Sport Medicine ACSM

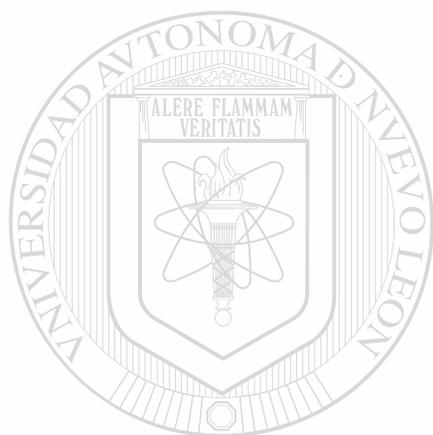
(1999) con el fin de conocer le estado físico de los estudiantes prospectos a ser evaluados (Anexo 3).

### **3.5.3 Medición de la presión arterial**

Después se valoró la PA sistólica y la PA diastólica en reposo.

### **3.5.4 Medición de la estatura y el peso**

Por ultimo se tomo la talla en centímetros y el peso en kilogramos procurando que este fuera con el menor numero de prendas que se pudieran para tratar de ser lo más real posible.



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## **3.6 PROCEDIMIENTO POR ORDEN CRONOLÓGICO DÍA DE LA PRUEBA**

### **3.6.1 Medición de la presión arterial**

Al llegar lo primero que se hizo fue realizar una segunda toma de la PA y compararla con la toma del primer día, corroborando que las dos mediciones fueran dentro de los rangos normales.

### **3.6.2 Medición de la FC antes de la prueba**

Se monitorizo la frecuencia cardíaca en reposo.

### **3.6.3 Calentamiento**

Tras un breve calentamiento de 10 minutos que consistió en caminar de la facultad a la pista de atletismo de la Universidad, se realizó un estiramiento enfocado en los miembros inferiores todo esto por espacio aproximado de 15 minutos.

### **3.6.4 Aplicación de la prueba**

Acabado el calentamiento recordándoles una vez más en que consiste la prueba, lo siguiente fue tomar de forma individual la prueba, mencionándoles que al termino, se pararan justo en el lugar de la finalización para identificar la distancia exacta de su recorrido así como la toma de la FC en recuperación durante la prueba y en la recuperación al minuto uno, tres y cinco. Los datos se capturaron en una hoja diseñada para tal efecto (anexo 4).

## **3.7 MATERIAL**

### **3.7.1 Monitor cardiaco**

Pulsómetro polar S610i.

Se ha diseñado para indicar el nivel de esfuerzo fisiológico y la intensidad al realizar ejercicios o practicar algún deporte.

Mide la frecuencia cardiaca, consumo de VO<sub>2</sub> máx. y el consumo de calorías, esto puede ser leído en la pantalla del receptor de pulsera o a través de un Polar ir interface.

### **Características:**

#### **Transmisor codificado polar**

- Pila de litio integrada
- Un promedio de 2500 horas de uso
- -10 °C a + 50 °C /14° F a 122 °F
- Poliuretano

#### **Banda elástica**

- Poliuretano
- Nylon, poliéster y caucho natural con una pequeña proporción de látex

#### **Receptor de pulsera**

- Batería CR 2430
- 2 años promedio de duración
- -10° C a + 50 ° C /14° F a 122 °F

---

- Hasta 50 mts. Bajo el agua

- Poliuretano
- Acero inoxidable

Precisión de la medición del ritmo cardíaco +1 % o + 1 lpm

### **Colocación del transmisor:**

1. - Acople el transmisor a la banda elástica.
2. - Ajuste la longitud de la banda de manera que se sienta cómodo. Ajustese la banda alrededor del pecho, por debajo de los músculos pectorales y abroche la hebilla.
3. - Separe la correa de la piel y humedezca las áreas de electrodos ranuradas que se encuentran en su parte posterior.

4. - Compruebe que las áreas de electrodos ranuradas humedecidas estén firmemente colocadas sobre su piel y que el logotipo de Polar se encuentre en su posición vertical y centrada.

### **3.7.2 Polar ir interface**

La interfaz polar por infrarrojos se ha diseñado para permitir la comunicación de datos entre los monitores del ritmo cardiaco polar y los productos de software polar. Para usar la unidad de interfaz por infrarrojos polar en el puerto USB de la computadora contamos con sistema de operación Windows XP y el software Polar Precision Performance versión 3.02, además de las siguientes características:

- Temperatura de servicio: 0° C a + 50° C
- La interfaz no es resistente al agua. Evite que quede expuesta a la humedad y no la utilice al aire libre.
- Velocidad de transmisión: 9600 bps para el puerto de serie de interfaz por infrarrojo.
- La interfaz es un producto láser de clase 1.
- La interfaz no es compatible con IrDA.

### **3.7.3 Instrumentos usados en la medición de la presión arterial**

Se valoró la PA con el esfigmomanómetro aneroide Welch Allyn con una precisión de  $\pm 3$  mm Hg y conforme a las siguientes normas:

Norma Nacional Americana ANSI/AAMI SP9-1994 esfigmomanómetro no automático.

Norma Europea EN1060-1: 1996, esfigmomanómetro Non-invasive Parte 1: requerimientos generales.

Norma Europea EN1060-2: 1996, Parte 2: requerimientos suplementarios para esfigmomanómetro mecánico.

INMETRO Metrología técnica número de regulación 24, 26 de febrero de 1996.

Estetoscopio Litman Classic .

### 3.7.4 Báscula

Tanita TBF-410

#### Características:

Tecnología BIA

Tanita utiliza una técnica patentada que analiza la Impedancia Bioeléctrica (BIA) mediante el contacto de los pies con unos electrodos. La técnica BIA se basa en el hecho de que los tejidos magros tiene un alto contenido de agua y electrolitos y, por lo tanto, funcionan muy bien como conductores eléctricos. En cambio, la materia grasa tiene un bajo contenido de agua corporal y, por lo tanto, no funciona como conductor de las señales eléctricas. Así, es posible medir la resistencia al flujo de la corriente eléctrica induciendo una señal eléctrica de baja energía y de alta frecuencia (50 kHz, 500 microamperios). Esta corriente pasa a través del electrodo situado en la parte anterior de la plataforma de la escala, mientras que el voltaje se mide en el electrodo posterior. La medida de la resistencia se relaciona directamente con el volumen del conductor, que se emplea para determinar el total de agua corporal, materia magra y, finalmente, materia grasa del cuerpo. El porcentaje de grasa corporal, tal como lo calcula Tanita, consiste en una fórmula registrada a la que se ha llegado después de muchas investigaciones y que combina medidas de impedancia y peso con información de estatura, sexo y edad.

#### El método BIM de Tanita y la reproducibilidad

En términos generales, el valor de impedancia aumenta cuando se presenta una deshidratación. Por el contrario, si aumenta el peso debido de una ingestión excesiva de líquidos, los valores de impedancia disminuyen. El agua y los electrolitos actúan como conductores de la corriente eléctrica leve que pasa a través del cuerpo. Cuando esta "ruta" se ve perturbada, los valores de impedancia reflejarán este cambio.

Cuando se realiza una evaluación de la composición corporal a largo plazo, es fundamentalmente asegurar unos resultados reproducibles. Para alcanzar unos resultados óptimos con el equipo BIA, es esencial mantener una constancia en el protocolo de medición. A menudo, los datos imprecisos son el resultado de condiciones de medición poco constantes, como por ejemplo las que afectan el nivel de hidratación interna. En condiciones normales, el agua total supone un 55% - 65% del peso del cuerpo, dependiendo de la condición física del individuo en cuestión, sexo y estado de hidratación. Dado que los productos de composición corporal de Tanita no miden directamente el total de agua del cuerpo, este valor desempeña un papel fundamentalmente para la tecnología BIA, ya que los cambios importantes en este total podrían causar también un cambio en la impedancia y esto afectaría a su vez a la lectura de materia grasa de Tanita.



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### **3.8 VARIABLES DE ESTUDIO**

#### **3.8.1 Variables independientes**

Edad: Años

Género: Hombre y mujer

Nivel de estudios: Preparatoria y Facultad

#### **3.8.2 Variables dependientes**

Distancia (en metros)

NPC: Nivel en la prueba de Cooper

VO<sub>2</sub> máx: ml/kg/min

PASD1: Presión arterial sistólica día 1

PADD1: Presión arterial diastólica día 1

PASDP: Presión arterial sistólica día de la prueba

PADDP: Presión arterial diastólica día de la prueba

FCR: Frecuencia cardíaca en reposo

FCTP: Frecuencia cardíaca al término de la prueba

FCR1: Frecuencia cardíaca durante la recuperación al minuto 1

FCR3: Frecuencia cardíaca durante la recuperación al minuto 3

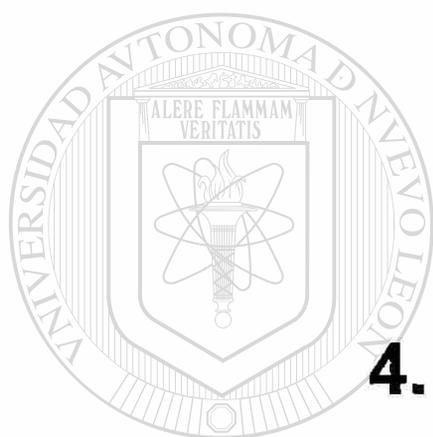
FCR5: Frecuencia cardíaca durante la recuperación al minuto 5

### **3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se obtuvo una estadística descriptiva (N, desviación estándar, valor mínimo y máximo) de las variables estudiadas.

Se hicieron comparaciones por nivel de estudios y por géneros de acuerdo a las variables analizadas utilizando la T de student para medias independientes.

Se correlacionaron las variables mediante la r de Pearson para ver un grado de asociación.



## **4. RESULTADOS**

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

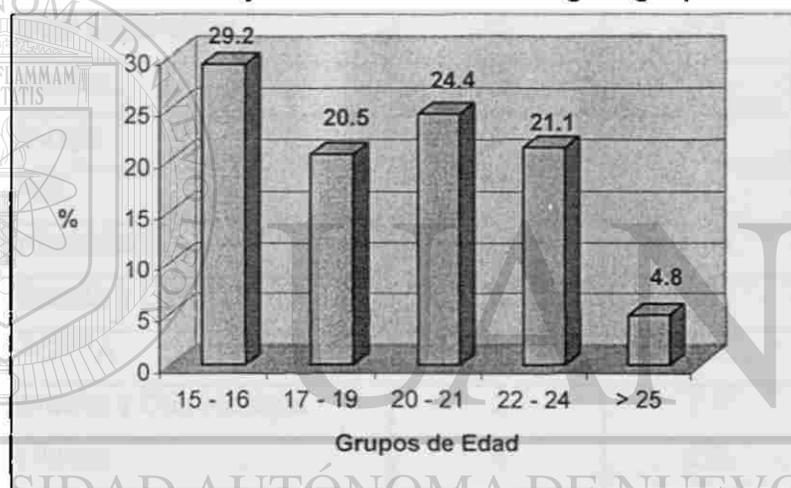
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

A continuación mostramos los resultados obtenidos en el presente estudio, en los cuales encontraremos un análisis de datos generales, estadísticas descriptivas, comparaciones de las variables estudiadas según género, nivel de estudio y la correlación.

#### 4.1 Análisis de datos generales

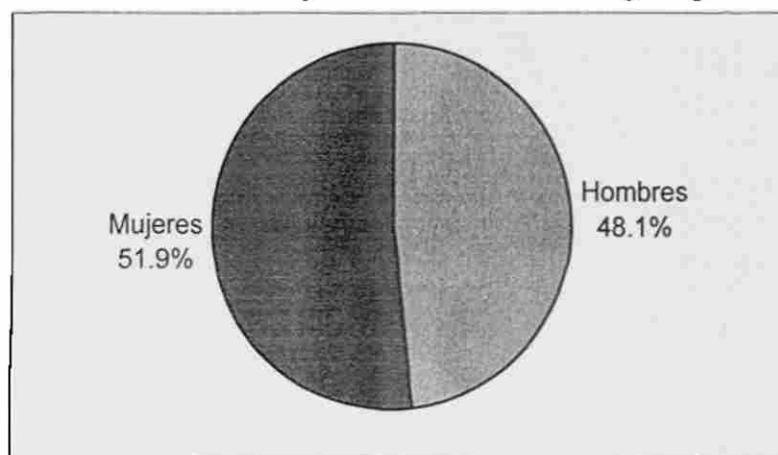
El gráfico 1, muestra la participación de los estudiantes en el estudio por grupo de edad, el de 15 a 16 años tuvo una mayor participación en la aplicación de la prueba de Cooper (29.2%), seguido del grupo de 20-21 años, mientras que el que presentó menor cantidad fue el de mayores de 25 años.

Gráfico 1. Porcentaje de estudiantes según grupo de edad.



En el gráfico 2, observamos que los porcentajes que hacen referencia al género son muy similares, teniendo las mujeres 51.9% y los hombres 48.1%.

Gráfico 2. Porcentaje de estudiantes según género.



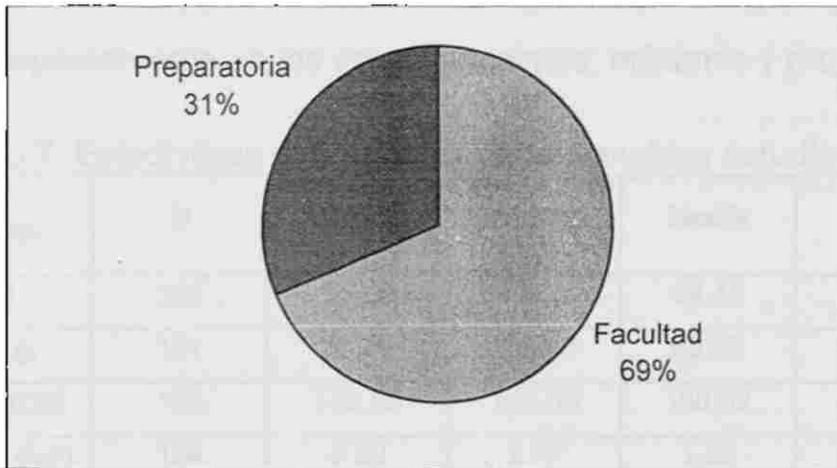
La tabla 6, nos muestra el número de frecuencias de los participantes así como su porcentaje de acuerdo a las diferentes escuelas.

Tabla 6. Frecuencia y porcentaje de los estudiantes de las diferentes escuelas de la UANL.

Escuela	Frecuencia	Porcentaje
Nutrición	38	20.7
Psicología	2	1.1
Medicina	1	0.5
Enfermería	7	3.8
Med. Veterinario	1	0.5
Físico Matemático	6	3.3
Química	11	6
Biología	2	1.1
FIME	15	8.2
Arquitectura	25	13.6
Filosofía y Letras	1	0.5
FACPYA	8	4.3
Derecho y Criminología	2	1.1
Políticas	4	2.2
Comunicación	3	1.6
EIAO	22	12
Prepa 8	23	12.5
Prepa 16	13	7.1
Total	184	100

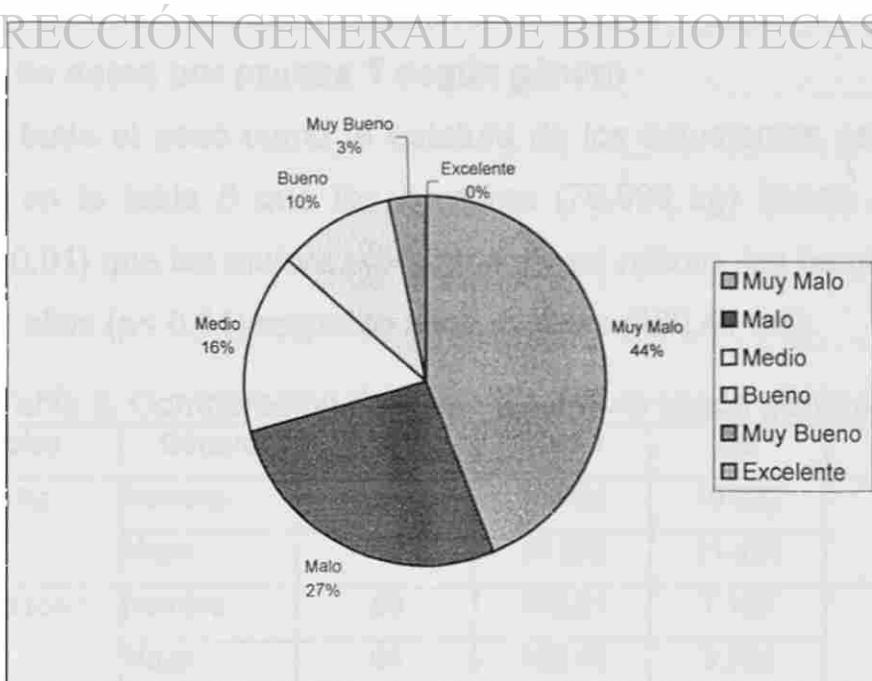
En el gráfico 3, podemos observar una participación mayor en estudiantes de Facultad (69%) que en estudiantes de Preparatoria (31%).

Gráfico 3. Porcentajes de los estudiantes por nivel de estudio.



En el gráfico 4, se observa el nivel de capacidad aeróbica según la clasificación de Kenneth Cooper, donde nos indica que la mayoría de los estudiantes poseen una clasificación de muy mala (44%), seguida por mala (27%), mientras solo el 3% se clasifica como muy bueno y ningún estudiante con una clasificación de excelente.

Gráfico 4. Nivel de capacidad aeróbica de los estudiantes participantes en el estudio, según la prueba de Cooper.



## 4.2 Análisis de las estadísticas descriptivas

Las estadísticas descriptivas (N, valor mínimo y máximo, media y desviación estándar), quedan reflejadas en la tabla 7. Aunque el estudio se hizo en un grupo de edad reducido, podemos observar que existe mucha variación entre estos datos, especialmente en los valores mínimos, máximos y promedio.

Tabla 7. Estadísticas descriptivas de las variables estudiadas.

VARIABLES	N	Mínimo	Máximo	Media	DE
Edad	185	15.00	42.00	19.43	3.777
Peso Kg.	181	38.70	115.40	65.53	17.206
Estatura (cm)	183	142.00	190.00	166.92	9.341
Distancia (km)	184	0.92	2.77	1.83	0.400
PASD1	147	85.00	140.00	112.89	10.725
PADD1	147	50.00	95.00	72.41	8.010
PASDP	159	80.00	140.00	111.98	10.614
PADDP	159	40.00	95.00	70.40	8.399
FCR	163	38.00	130.00	85.01	15.201
FCTP	176	78.00	222.00	178.03	27.057
FCRE1	181	68.00	202.00	151.87	23.604
FCRE3	1181	62.00	213.00	132.66	20.677
FCRE5	179	56.00	186.00	124.04	19.041
VO <sub>2</sub> máx	184	9.27	50.62	29.64	8.953

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### 4.3 Análisis de datos por prueba T según género

Al comparar tanto el peso como la estatura de los estudiantes según género, observamos en la tabla 8 que los hombres (75.093 kg) tienen mayor peso corporal ( $p < 0.01$ ) que las mujeres (56.285 kg); así mismo, los hombres (173.81 cm) son más altos ( $p < 0.01$ ) respecto a las mujeres (160.41 cm).

Tabla 8. Comparación del peso y estatura según género.

VARIABLES	Género	N	Media	DE	P
Peso kg	Hombre	89	75.093	16.983	0.000
	Mujer	92	56.285	11.438	
Estatura (cm)	Hombre	89	173.81	7.109	0.000
	Mujer	94	160.41	5.895	

Al comparar la distancia, el  $VO_2$  máx, y el nivel en la prueba de Cooper de acuerdo a el género (Tabla 9), encontramos que los hombres (2.06 km) recorrieron mayor distancia ( $p < 0.01$ ) que las mujeres (1.62 km); así mismo, los hombres (34.73 ml/kg/min) tiene un mayor  $VO_2$  máx ( $p < 0.01$ ) respecto las mujeres (24.89 ml/kg/min). Mientras que en el nivel del test de Cooper ( $p < 0.05$ ) los hombres muestran una clasificación mala, (2.24) pero muestran un nivel menos deficiente que las mujeres, con una clasificación muy mala (1.82).

Tabla 9. Comparación de la distancia,  $VO_2$  máx y el nivel en la prueba de Cooper, según género.

Variables	Género	N	Media	DE	P
Distancia (km)	Hombre	89	2.06	0.390	0.000
	Mujer	95	1.62	0.273	
$VO_2$ máx	Hombre	89	34.73	8.733	0.000
	Mujer	95	24.89	6.114	
NPC	Hombre	89	2.24	1.234	0.030
	Mujer	95	1.82	1.020	

Al comparar la PA sistólica y diastólica en el primer día según género, podemos observar que los hombres (118.22 mm Hg) tuvieron una mayor PA sistólica ( $p < 0.01$ ) que las mujeres (107.18 mm Hg); así mismo los hombres (75.20 mm Hg) conservaron una mayor PA diastólica ( $p < 0.01$ ) que las mujeres (69.44 mm Hg). El día de la prueba la PA sistólica, los hombres (116.78 mm Hg) mostraron una mayor PA sistólica ( $p < 0.01$ ) que las mujeres (106.60 mm Hg); y en la PA diastólica los hombres (73.81 mm Hg) presentaron una mayor PA diastólica ( $p < 0.01$ ) que las mujeres (66.60 mm Hg). En general los hombres obtuvieron valores más elevados respecto a las mujeres en las mediciones de la PASD1, PADD1, PASDP y PADDP (Tabla 10).

Tabla 10. Comparación de la PASD1, PADD1, PASDP y PADDP, según género.

Variables	Género	N	Media	DE	P
PASD1	Hombre	76	118.22	9.511	0.000
	Mujer	71	107.18	8.893	
PADD1	Hombre	76	75.20	7.091	0.000
	Mujer	71	69.44	7.907	
PASDP	Hombre	84	116.78	8.837	0.000
	Mujer	75	106.60	9.869	
PADDP	Hombre	84	73.81	7.265	0.000
	Mujer	75	66.60	7.976	

Al analizar en la tabla 11 la FC en reposo, al término de la prueba y durante la recuperación en los minutos 1, 3, 5 según el género, podemos observar que, la FC en reposo en la mujer (88.04 lpm) es mayor ( $p < 0.05$ ) que la de los hombres (82.44 lpm), mientras que la FC al final de la prueba es mayor ( $p < 0.05$ ) en los hombres (180.34 lpm) que en las mujeres (175.68 lpm), sin embargo esta no fue significativa.

En la FC de recuperación en los minutos 1, 3 y 5 según género aunque no se encontraron diferencias significativas; por otro lado, se observa una recuperación gradual de la FC, localizamos que al minuto 5 de recuperación quedó una diferencia importante para llegar a la FC que se mostró en reposo, lo que indica además otro dato importante para confirmar que los estudiantes evaluados tienen una pobre condición física.

Tabla 11. Comparación de la FCR, FCTP, FCRE1, FCRE3 y FCRE5, según género.

Variables	Sexo	N	Media	DE	P
FCR	Hombre	88	82.44	14.018	0.042
	Mujer	75	88.04	16.052	
FCTP	Hombre	89	180.34	24.275	0.329
	Mujer	87	175.68	29.591	
FCRE1	Hombre	89	151.15	21.626	0.397
	Mujer	92	152.58	25.471	
FCRE3	Hombre	89	131.21	17.313	0.160
	Mujer	92	134.06	23.490	
FCRE5	Hombre	88	123.09	16.620	0.268
	Mujer	91	124.97	21.173	

#### 4.4 Análisis de datos por prueba T según nivel de estudios.

Al comparar tanto el peso como la estatura de los estudiantes según el nivel de estudios, observamos en la tabla 12 que los estudiantes de Facultad (66.540 kg) tienen mayor peso corporal ( $p < 0.05$ ) que los estudiantes de Preparatoria (63.166 kg); así mismo, los estudiantes de Facultad (167.61 cm) son más altos ( $p < 0.05$ ) respecto a estudiantes de Preparatoria (165.37 cm). Consideramos lógico señalar que estas diferencias están dadas por las diferencias de edades de estos.

Tabla 12. Comparación del peso y la estatura según el nivel de estudios.

Variables	Nivel de estudios	N	Media	DE	P
Peso kg	Facultad	127	66.540	17.821	0.350
	Preparatoria	54	63.166	15.565	
Estatura (cm)	Facultad	127	167.61	9.675	0.146
	Preparatoria	56	165.37	8.411	

Al comparar la distancia, el VO<sub>2</sub> máx, y el nivel en la prueba de Cooper según nivel de estudios, no encontramos diferencias significativas  $p < 0.05$  (Tabla 13) lo que indica que tanto los estudiantes de Preparatoria como los de Facultad tienen una misma condición física (capacidad aeróbica).

Tabla 13. Comparación de la distancia, VO<sub>2</sub> máx y el nivel en la prueba de Cooper, según nivel de estudios.

Variables	Nivel de estudios	N	Media	DE	P
Distancia (km)	Facultad	126	1.81	0.422	0.195
	Preparatoria	58	1.87	0.348	
VO <sub>2</sub> máx	Facultad	126	29.25	9.443	0.197
	Preparatoria	58	30.50	7.792	
NPC	Facultad	12	2.09	1.239	0.616
	Preparatoria	58	1.88	0.899	

Al comparar la PA sistólica y diastólica en el primer día, según nivel de estudios, se muestra en la tabla 14 que los estudiantes de Facultad (111.15 mm Hg) tuvieron una menor PA sistólica ( $p < 0.01$ ) que los estudiantes de Preparatoria (119.67 mm Hg); y en cuanto a la PA diastólica los estudiantes de Facultad (70.98 mm Hg) presentaron igual a la anterior ( $p < 0.01$ ) que los estudiantes de Preparatoria (78.00 mm Hg). No se encontró diferencias significativas en la PA sistólica el día de la prueba ya que reflejaron los estudiantes de ambos niveles valores muy similares (111.82 y 112.50 mm Hg). sin embargo, los estudiantes de Facultad (69.67 mm Hg) obtuvieron una menor PA diastólica ( $p < 0.05$ ) el día de la prueba, que los de Preparatoria (72.76 mm Hg).

Tabla 14. Comparación de la PASD1, PADD1, PASDP y PADDP, según el nivel de estudios.

Variables	Nivel de estudios	N	Media	DE	P
PASD1	Facultad	117	111.15	10.409	0.000
	Preparatoria	30	119.67	9.278	
PADD1	Facultad	117	70.98	7.830	0.000
	Preparatoria	30	78.00	6.102	
PASDP	Facultad	121	111.82	10.307	0.481
	Preparatoria	38	112.50	11.668	
PADDP	Facultad	121	69.67	7.925	0.011
	Preparatoria	38	72.76	9.493	

Al analizar la FC en reposo, al término de la prueba y durante la recuperación en los minutos 1, 3, 5, según el nivel de estudios, podemos observar que en todas las mediciones, los estudiantes de Facultad tuvieron frecuencias cardíacas inferiores ( $p < 0.01$  y  $p < 0.05$ ) respecto a los de Preparatoria.

La única medición que no mostró diferencias significativas fue la FC de recuperación al minuto 5 (124.14 y 123.84 lpm), para los estudiantes de Facultad y Preparatoria respectivamente (Tabla 15).

Tabla 15. Comparación de la FCR, FCTP, FCRE1, FCRE3 y FCRE5; según nivel de estudios.

Variables	Nivel de estudios	N	Media	DE	P
FCR	Facultad	115	81.94	13.351	0.000
	Preparatoria	48	92.39	16.891	
FCTP	Facultad	118	173.43	27.676	0.000
	Preparatoria	58	187.40	23.288	
FCRE1	Facultad	123	147.54	23.571	0.000
	Preparatoria	58	161.05	21.074	
FCRE3	Facultad	123	131.09	21.241	0.091
	Preparatoria	58	136.00	19.178	
FCRE5	Facultad	121	124.14	19.786	0.197
	Preparatoria	58	123.84	17.548	

#### 4.5 Análisis de Correlaciones

V		Edad	Peso	Estatura	Distancia	NPC	PASD1	PADD1	PASDP	PADDP	FCR	FCTP	FCRE1	FCRE3	FCRE5
Peso	r	.320**													
	Sig.	.000													
	N	181													
Estatura	r	.182*	.678**												
	Sig.	.014	.000												
	N	183	181												
Distancia	r	-.098	.021	.404**											
	Sig.	.183	.775	.000											
	N	184	180	182											
NPC	r	.057	-.137	.157*	.828**										
	Sig.	.441	.066	.034	.000										
	N	184	180	182	184										
PASD1	r	-.097	.599**	.446**	.188*	-.037									
	Sig.	.242	.000	.000	.023	.661									
	N	147	147	147	146	146									
PADD1	r	-.107	.418	.294**	.107	-.075	.662**								
	Sig.	.196	.000	.000	.197	.371	.000								
	N	147	147	147	146	146	147								
PASDP	r	.089	.481**	.464**	.271**	.098	.726**	.585**							
	Sig.	.263	.000	.000	.001	.222	.000	.000							
	N	159	158	159	158	158	136	136							
PADDP	r	.031	.376**	.404**	.256**	.099	.539**	.675**	.655**						
	Sig.	.696	.000	.000	.001	.215	.000	.000	.000						
	N	159	158	159	158	158	136	136	159						
FCR	r	-.169*	-.055	-.190*	-.276**	.263**	.058	.154	-.006	-.003					
	Sig.	.031	.493	.016	.000	.001	.508	.075	.941	.973					
	N	163	159	161	163	163	135	135	146	146					
FCTP	r	-.152*	.003	.034	.227**	.155*	.059	.077	.011	.111	.271**				
	Sig.	.045	.974	.652	.002	.040	.490	.367	.898	.175	.000				
	N	176	172	174	176	176	138	138	150	150	162				
FCRE1	r	-.162*	-.057	-.053	.061	.005	.084	.094	-.008	.093	.336**	.830**			
	Sig.	.029	.453	.481	.417	.948	.317	.266	.922	.252	.000	.000			
	N	181	177	179	181	181	143	143	155	155	163	176			
FCRE3	r	-.063	-.055	-.073	.015	.016	.021	.054	.025	.082	.286**	.735**	.838**		
	Sig.	.396	.464	.329	.843	.826	.802	.522	.760	.308	.000	.000	.000		
	N	181	177	179	181	181	143	143	155	155	163	176	181		
FCRE5	r	.061	-.036	-.055	.000	-.005	-.026	.007	.071	.112	.295**	.691**	.767**	.926**	
	Sig.	.414	.639	.465	.995	.942	.760	.939	.385	.168	.000	.000	.000	.000	
	N	179	175	177	179	179	141	141	153	153	162	175	179	179	
VO <sub>2</sub> máx	r	-.099	.021	.404**	1.000**	.828**	.188*	.107	.271**	.256**	-.276**	.227**	.061	.015	.000
	Sig.	.183	.775	.000	.000	.000	.023	.197	.001	.001	.000	.002	.417	.843	.995
	N	184	180	182	184	184	146	146	158	158	163	176	181	181	179

\*p < 0.5; \*\*p < 0.01

El análisis de Correlaciones entre variables nos muestra que:

La Edad tiene una correlación positiva con el peso ( $r=.320$ ) y la Estatura ( $r=.182$ ); una relación negativa con la FCR ( $r=-.169$ ), FCTP ( $r=-.152$ ), FCRE1 ( $r=-.162$ ).

El peso tiene una correlación positiva con la Estatura. ( $r=.678$ ), PASD1 ( $r=.599$ ), PASDP ( $r=.481$ ), PADDP ( $r=.376$ ).

La Estatura muestra una correlación positiva con la Distancia recorrida en la prueba ( $r=.404$ ), el NPC ( $r=.157$ ), PASD1 ( $r=.446$ ), PADD1 ( $r=.294$ ), PASDP ( $r=.464$ ), PADDP ( $r=.404$ ),  $VO_2$  máx ( $r=.404$ ); una relación negativa con la FCR ( $r=-.190$ ).

La Distancia presenta una correlación positiva con NPC ( $r=.828$ ), PASD1 ( $r=.188$ ), PASDP ( $r=.271$ ), PADDP ( $r=.256$ ), FCTP ( $r=.227$ ),  $VO_2$  máx ( $r=1.000$ ); una relación negativa con la FCR ( $r=-.276$ ).

EL NPC tiene una correlación positiva FCTP ( $r=.155$ ),  $VO_2$  máx ( $r=.828$ ); una relación negativa con la FCR ( $r=-.263$ ).

La PASD1 tiene una correlación positiva con la PADD1 ( $r=.662$ ), la PASDP ( $r=.726$ ), PADDP ( $r=-.539$ ),  $VO_2$  máx ( $r=.188$ ).

La PADD1 muestra una correlación positiva con la PASDP ( $r=.585$ ), PADDP ( $r=.675$ ).

La PASDP presenta una correlación positiva con la PADDP ( $r=.655$ ),  $VO_2$  máx ( $r=.271$ ).

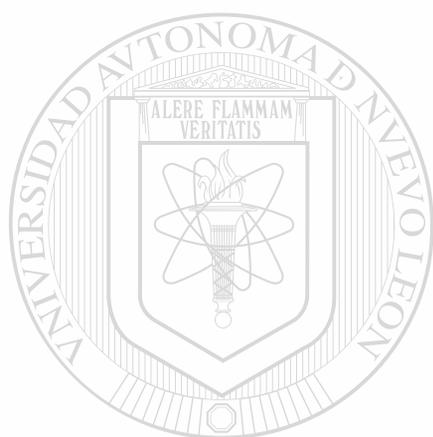
La PADDP tiene una correlación positiva con el  $VO_2$  máx ( $r=.256$ ).

La FCR presenta una correlación positiva con la FCTP ( $r=.271$ ), FCRE1 ( $r=.336$ ), FCRE3 ( $r=.286$ ), FCRE5 ( $r=.295$ ); una relación negativa con el  $VO_2$  máx ( $r=-.276$ ).

La FCTP tiene una correlación positiva con la FCRE1 ( $r=.830$ ), FCRE3 ( $r=.735$ ), FCRE5 ( $r=.691$ ), y el  $VO_2$  máx ( $r=.227$ ).

La FCRE1 muestra una correlación positiva con la FCRE3 ( $r=.838$ ), la FCRE5 ( $r=.767$ ).

La FCRE3 tiene una correlación positiva con la FCRE5 ( $r=.926$ ).



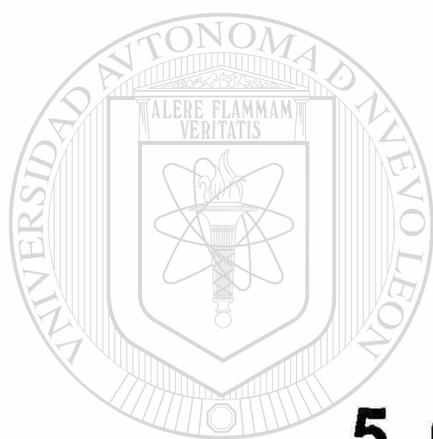
# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## **5. CONCLUSIONES**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Del presente estudio podemos concluir que los objetivos establecidos se cumplieron al evaluar la capacidad aeróbica,  $VO_2$  máx, y frecuencia cardíaca a través de la prueba de Cooper en estudiantes de Preparatoria y de Facultad de la UANL.

Con el estudio hemos podido observar que el grupo que más participación tuvo fue el del 15 a 16 años, con una media de edad de 19.43 años estando equilibrado entre hombres y mujeres con mayor participación de estudiantes de Facultad que de Preparatoria.

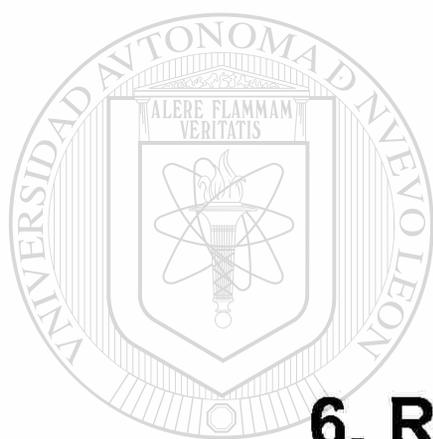
En general los valores obtenidos por los estudiantes de la UANL no son los adecuados, ya que la mayoría (44%) fueron clasificados como "muy malo" con referencia a la prueba de Cooper; esto nos indica que su condición física no es buena para realizar actividades con vigor durante su vida diaria, lo que se traduce a tener a futuro problemas de salud especialmente cardiovasculares.

El resultado del Consumo Máximo de Oxígeno se obtiene del dato anterior, medios y bajos para los hombres y mujeres respectivamente; esto nos muestra que debemos realizar diferentes propuestas que le permitan a los estudiantes incrementar su actividad diaria.

---

Por otra parte la frecuencia cardíaca al término de la prueba fue mayor en los hombres (180.34 lpm) que en las mujeres (175.68 lpm), y por el contrario la frecuencia cardíaca en reposo y de recuperación fue menor en los hombres que en las mujeres, esto muestra que los hombres tienen una mejor capacidad aeróbica que las mujeres en igualdad de circunstancias pudiendo ser esto por la diferencia de géneros.

La hipótesis planteada fue "que los hombres tendrán una capacidad aeróbica media y las mujeres mala", y según los resultados obtenidos encontramos que los hombres obtuvieron 2.24 (está dentro de malo) y las mujeres 1.82 (está dentro de muy malo) por lo que rechazamos la hipótesis; es decir, los datos son más bajos de lo esperado.



## **6. RECOMENDACIONES**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Podemos recomendar reflejando lo expuesto en el presente estudio y por otros autores que los hombres tienen una capacidad aeróbica superior al de las mujeres, por lo que debemos promover actividades dentro de la universidad que vayan acorde a los intereses y necesidades para incrementar su condición física y evitar un estilo de vida sedentario que este en contra de las labores personales y profesionales diarias del estudiante de la UANL.

Consideramos que tanto la metodología como los instrumentos utilizados han sido útiles y prácticos para llevar a cabo este estudio, por lo que pensamos pertinente sugerirlos para futuras investigaciones y para su aplicación al entrenamiento deportivo.

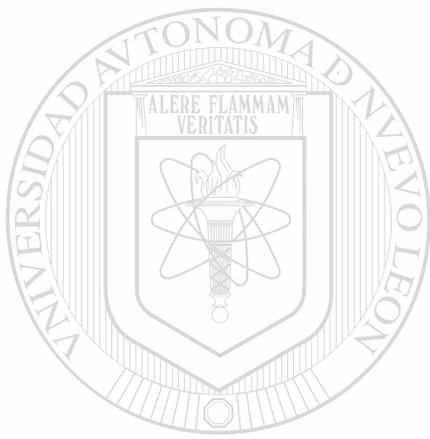
Como limitantes del estudio señalamos que la muestra no fue probabilística, sino que se hizo a través de una convocatoria, por eso, el que algunas Facultades y Preparatorias presentaran mayor índice de participación.

El haber realizado este trabajo junto a otros más, por el tiempo que se llevo en la aplicación del trabajo de campo.

Sin embargo, una vez que terminados todos los trabajos del proyecto "Estilo de vida, salud y ejercicio en estudiantes de la UANL, se podrán relacionar y comparar nuestras variables con estas.

El compartir esta información con las diferentes autoridades deportivas de la UANL, para que sea de utilidad tanto en el diseño de sus programas como en la oferta deportiva.

Finalmente, el que este trabajo pueda tener continuidad en su aplicación con otros sectores poblacionales.



# UANL

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

1. Adam, C. y otros. Eurofit: (1992) Test europeo de aptitud física. Ministerio de Educación y ciencia Madrid, España.
2. American Collage of Sport Medicine ACSM (1986). Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio. Paidotribo. Barcelona, España.
3. American Collage of Sport Medicine ACSM (1999). Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio. Paidotribo. Barcelona, España.
4. American Heart Association (1972). Exercise Testing and Training of Apparently Healthy Individuals: A Handbook for Physicians., Nueva York: p: 15.
5. American Heart Association, (2006). La Presión Arterial.  
<http://www.americanheart.org/presenter.jhtml?identifier=3024128>
6. Astrand, P. y Kaare, R. (1992) Fisiología del trabajo físico: Bases fisiológicas del ejercicio. Tercera Edición. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina.
7. Bagur, C. y Ayuso, J. M. (2001). Entrenamiento de las cualidades físicas en niños y adolescentes. En Serra J. R. Corazón y ejercicio físico en la infancia y la adolescencia. Ed. Masson. 159-167.
8. Barbero, J. C., Granda, J., Soto, V. (2004). Análisis de la frecuencia cardíaca durante la competición en jugadores profesionales de fútbol sala. Apunts Educación Física y Deportes. 77: 71-78
9. Beevers, DG., Lip, GYH., O'Brien, E. (2001). ABC of Hypertension: Blood pressure measurement Part II Conventional sphygmomanometry: technique of blood pressure measurement. BMJ 2001; 322:1043-1047.
10. Bergh, U., Sjodin, B., Forsberg, A., and Svedenhag, J. (1991). The relationship between body mass and oxygen uptake during running in humans. Med. Sci. Exer. Spt. 23(2):205-211.
11. Blázquez, D. (1993). Perspectivas de la evaluación en educación física y deporte. Apunts Educació Física i Esports. 31: 5-16.

12. Bowers, R., Fox, E. (2000). Fisiología del deporte. 3ra. Edición. Editorial Médica Panamericana. México.
13. Cardey, M. (2003). Comportamiento del Ácido Láctico durante un Test indirecto de Máximo Consumo. Tesis de graduación de Licenciatura de Educación Física.
14. Cazorla, G. (1990). Test de terrain pour déterminer la vitesse aérobie maximale (VAM) aspects opérationnels. Conferencia en el coloquio médico-técnico organizado en Mérignac por la Federación Francesa de atletismo del 19-21 de octubre.
15. Ceballos, O. (2002). Actividad y condición física en estudiantes adolescentes de las ciudades de Zaragoza, España y Monterrey, México. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza. España.
16. Chalmers, J. (1999). World Health Organization – International Society of Hypertension Guidelines for the Management of Hypertension: Guidelines subcommittee. J Hypertens 1999; 17:151 – 183.
17. Cooper, K. (1972) El nuevo aerobics: Nuevos ejercicios aeróbicos. México, Editorial Diana.
18. Cooper, K. (1979). El camino del aerobics. Ed. Diana. México.
- Cooper, K. (1984). El nuevo aerobics. Ed. Diana. México.
19. Coro, B. M., Charnicharo, R., Díaz, J., et al. (1992). Estudio de la incidencia de hipertensión arterial en los adultos de 20 consultorios del Policlínico Lawton. Rev Cubana Med Gen Integr, jul.-ago. (12). 4:319-324.
20. Diccionario Paidotribo de la Actividad Física y el Deporte. (1999). Editorial Paidotribo. Vol. II. C-D pág. 440-442 Barcelona, España.
21. Dienhart, C. (1976). Anatomía y Fisiología humanas. Ed. Interamericana, México.
22. Doolittle, T., Bigbee, R. (1986). The twelve minute run/walk; a test of cardiorespiratory fitness of adolescent boys. 39: 491-95.

23. Ferrando, J. A. (1999). Valoración de las características morfológicas y funcionales de los escolares aragoneses de 13 a 16 años. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza.

24. Fleishman, E. A. (1964). The structure and measurement of physical fitness. Englewood Cliffs. N.Y.K. Prentise Hall.

25. Garatachea, N., De Paz J. (2003). Exactitud del método de monitorización de la frecuencia cardíaca en la estimación del coste energético. Rev. int. med. cienc. act. fis. deporte, Revista digital: URL disponible en <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista.html>. Nº 9.

26. García, J. M., Navarro, M. y Ruiz, J. A. (1996). Bases teóricas del entrenamiento deportivo (Principios y aplicaciones). Ed. Gymnos. Madrid.

27. García, J. M. (1996). Pruebas para la valoración de la capacidad motriz en el deporte. Editorial Gymnos. Madrid.

28. García, J. M. (1999). La Fuerza (Fundamentación, Valoración y Entrenamiento). Ed. Gymnos

29. Generelo, E. y Tires, P. (1995). Cualidades físicas II (fuerza, velocidad, agilidad y calentamiento). Ed. Imagen y Deporte S. L. Zaragoza.

30. George, J. y cols. (2001). Test y pruebas físicas. Tercera edición. Barcelona, España.

31. Grant, S., Corbett, K., Amjad, A., Wilson, J. y Aitchison, T. (1995). A comparison of methods of predicting maximum oxygen uptake. Department of Physical Education and Sports Science, University of Glasgow, Scotland, UK.

32. Grosser, M., et al. (1988). Alto rendimiento deportivo. Martínez Roca S.A. Barcelona.

33. Gyory, P. (1987). Comparison of health and fitness feeling of 18-23 year university students by their staying power. Sportorvosi szemle/Hungarian review of sports medicine (Budapest), : 28 (1). p. 32-37.

34. Harre, D. y Leopold, W. (1987). Lállenamento della resitenza alla forza. SDS. VI.9.10.

35. Jackson, A., Coleman, A. (1976). Validation of distance run tests for elementary school children. 47:86-94.

36. Knight, T., Leech, F., Jones, A., et al. (2001). Sphygmomanometers in use in general practice: an overlooked aspect of quality in patient care. J Hum Hypertens; 15:681- 684

37. Knuttgen, H. G. y Kraemer, W. (1987). Terminology and measurement in exercise performance. J. Apl. Sports Science Res. 1 (1): 1-10.

38. Lane, D., Beevers, M., Barnes, N., et al. (2002). Inter-arm differences in blood pressure: when are they clinically significant? J Hypertens; 20:1089-1095.

39. Letzelter, H. y Letzelter, M. (1990). Entrainement de la force. Ed. Vigot. París.

40. Lip, G. (2006) Manual de Control de la hipertensión. Department of Medicine University of Birmingham, UK.

41. Mackie, A., Whincup, P., McKinnon, M. (1995). Does the HAWKSLEY random zero sphygmomanometer underestimate blood pressure, and by how much? J Hum Hypertens; 9:337-343.

42. Maksud, M., Coutts, K. (1971). Application of the Cooper twelve-minute run-walk test to young males. Journal Article. Mar; Vol. 42 (1), pp. 54-9. United States NLM ID: 0401301.

43. Manno, R. (1994). Fundamentos del Entrenamiento Deportivo. Ed. Paidotribo Barcelona, España.

44. McCutcheon, M., Sticha, S., Giese, M., Nagal, F. (1990). A further analysis of the twelve minute run prediction of maximal aerobic power. 61: 280-83.

45. Martín, R. (1994). Manifestaciones de la Mater en Alto rendimiento deportivo. Centro Olímpico de Estudios Superiores. Mod. 2.2.5 Madrid.

46. Merck, y Co. INC. (1989). El manual Merck de diagnóstico y terapéutica, octava edición española. Editorial Doyma, Barcelona, España.
47. Ministerio de Educación y Ciencia (1992). Cajas Rojas E.S.O. Educación Física. M.E.C. Madrid.
48. Morehouse, L. E. (1983). Fisiología del ejercicio físico. Ed. El Ateneo. Buenos Aires.
49. O'Brien, E., Petrie, J., Littler, WA., et al. (1993). Revised British Hypertension Society protocol for the evaluation of measuring devices. *J Hypertens*; 11 (suppl 2): S43-S63.
50. Pate, R. (1988). The evolving definition of physical fitness. *Quest*. 40: 174-179.
51. Pickering, T. (2003). What will replace the mercury sphygmomanometer? *Blood Press Monit*. 8:23-25.
52. Porta, J. M., Cos, F. M., et al. (1996). La valoración de movimientos rápidos y coordinados. Su interrelación y capacidad de selección de talentos deportivos. *Apunts Educación Física y Deportes*. 46:53-60.
53. President's Council on Physical Fitness and Sports. (1971). *Physical Fitness Research Digest. Series 1 No. 1* Washington.
54. Rivera, M. A. y Padró, C. A. (1996). El concepto "Fitness". Definiciones conceptuales y operacionales (I). *Archivos de Medicina del Deporte*. XIII (52):143-148.
55. Rose, G. (1965). Standardisation of observers in blood pressure measurement. *Lancet*; I:673-674.
56. Sallis, J. y Patrick, K. (1994). Physical activity guidelines for adolescents: Consensus Statement. *Pediatric Exercise Science*. 6: 302-14.
57. Sebastián, E. y González, C. A. (2000). *Cualidades Físicas*. Ed. INDE.
58. S.E.P. D.G.E.F. (1993). Programa de Educación Física de los niveles preescolar, primaria y secundaria. 1ª Edición México. Págs. 163-182.

59. Shephard, J. y Astrand, P. O. (1996). La resistencia en el deporte. International Olympic Comité. Ed. Paidotribo. Barcelona.

60. The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure. (2003) JAMA; 289:2560-2572.

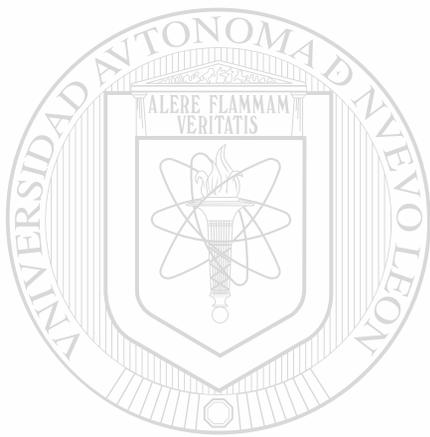
61. Usaj, A. (1997). The influence of systematically (sic) repeated Cooper's test on selected cardiorespiratory characteristics. In Zbornik. III. mednarodni simpozij Sport mladih, Bled, Slovenia, October 7-10, University of Ljubljana - Faculty of Sport, p.599-604.

62. William, B., Poulter, NR., Brown, MJ., et al. (2004). Guidelines for management of hypertension: report of the fourth working party of the British Hypertension Society, 2004-BHS IV. J Hum Hypertens;18:139-185.

63. Willmore, J. y Costill, D. (1999). Fisiología del Esfuerzo y del Deporte. Ed. Gymnos. Madrid, España.

64. Zintl, F. (1991). Entrenamiento de la resistencia: Fundamentos, métodos y dirección del entrenamiento. Ediciones Martínez Roca 2da. Edición, Barcelona, España.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UANL

**8. ANEXOS**

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA



## CONVOCATORIA

**¿Te interesa conocer tu estado de salud y practicar una actividad física?**

**La Facultad de Organización Deportiva a través de la División de Estudios de Posgrado:**

**TE INVITA**

**a formar parte del grupo de alumnos de licenciatura de la UANL que será evaluado en el proyecto de investigación: "ESTILO DE VIDA, SALUD Y EJERCICIO EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE LA UANL"**

*La participación en este Proyecto te permitirá conocer gratuitamente tus:*

*Hábitos deportivos y estilo de vida  
Composición corporal e ingesta calórica  
Niveles de actividad física  
Gasto energético  
Condición física*



*En base a la evaluación realizada se otorgará*

*Los resultados anteriores  
Prescripción de dieta  
Prescripción de rutina de ejercicios individual*

### REGISTRO E INFORMES:

LUGAR:

Facultad de Organización Deportiva,  
División de Estudios de Posgrado

HORARIO:

9:00 – 13:00 y 15:00 – 20:00

TELÉFONOS:

83524218, 83769484 Ext. 5

Fod\_actividadfisica@yahoo.com.mx

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

DIVISION POSGRADO

RECOMENDACIONES PARA LA PRUEBA  
DE RESISTENCIA

**Recomendaciones Personales:**

1. Usar ropa deportiva cómoda para poder realizar la prueba, pants o cortos, playera y tenis.
2. Alimentos en el día de la prueba:  
Comer 2 horas antes de la prueba aproximadamente.
3. Hidratarse muy bien durante el día hasta 2 horas antes, e inmediatamente después de la prueba.
4. Hacer lo mejor posible el calentamiento.
5. Si se siente muy mareado o con ganas de vomitar durante la prueba deténgase e informe a los evaluadores de la prueba.



LA ACTIVIDAD FISICA INFLUYE  
DIRECTAMENTE EN EL BIENESTAR DE  
SU SALUD

**NO OLVIDE  
TRAER EL PULSÓMETRO Y EL PODÓMETRO  
ES INDISPENSABLE PARA ESTA PRUEBA**



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**APTITUD PARA EL EJERCICIO FÍSICO (C-AEF)**

Revisado en 1994

(Cuestionario para personas entre 15 y 69 años)

La actividad física regular es entretenida y saludable, y cada vez más gente está empezando a vivir de forma activa. Ser más activo supone seguridad para la mayoría de individuos. Sin embargo, algunas personas deberían someterse a un reconocimiento médico antes de incrementar su actividad física.

Si usted está planteado incrementar su actividad física, comience contestando las siete preguntas del cuadro inferior. Si usted se encuentra en un edad entre 15 y 69 años. El C-AEF le dirá si debe someterse a un reconocimiento médico antes de empezar. Si usted tiene más de 69 años y no acostumbra ser activo, visite a su médico.

El sentido común es la mejor guía para contestar estas preguntas.

Por favor, lea las preguntas con atención y conteste con franqueza: escoja SI o NO.

SI	NO	PREGUNTA
		1. ¿Le ha dicho su médico alguna vez que padece una enfermedad cardíaca y que sólo debe hacer aquella actividad física que le aconseje su médico?
		2. ¿Tiene dolor en el pecho cuando realiza una actividad física?
		3. ¿Le ha dolido el pecho durante el mes pasado aunque no hiciese una actividad física?
		4. ¿Pierde usted el equilibrio a causa de mareos o se ha desmayado alguna vez?
		5. ¿Tiene problemas óseos o articulares que puedan empeorar si aumenta su actividad física?
		6. ¿Le receta su médico normalmente algún medicamento (por ejemplo, pildoras) para la tensión arterial o para alguna enfermedad cardíaca?
		7. ¿Conoce cualquier otra razón por la cual no pueda practicar una actividad física?

**Si ha contestado**

SI A UNA O MÁS PREGUNTAS

Llame a su médico o persónese a su consulta ANTES de incrementar su actividad física o ANTES de hacerse una valoración del nivel de *fitness*. Comente a su médico las preguntas que ha contestado SÍ del C-AEF.

- Usted debería poder hacer la actividad que desea siempre que empiece lenta y gradualmente y vaya incrementando el esfuerzo. O puede que tenga que limitar sus actividades o aquellas que sean seguras para usted. Consulte a su médico sobre las actividades que desea participar y siga su consejo.
- Descubra qué programas son seguros y le puedan beneficiar.

Fuente: ACSM (1999)

## HOJA INDIVIDUAL DE TOMA DE MUESTRA PRUEBA DE COOPER

Número de Folio:

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2005

PA día 1: \_\_\_\_/\_\_\_\_ mm Hg

**Día de la Prueba:**

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2005

PA día prueba: \_\_\_\_/\_\_\_\_ mm Hg

FC en reposo: \_\_\_\_\_ lpm

Hora de inicio de la prueba: \_\_\_\_\_ Hrs.

Marcar con un círculo las vueltas a la pista realizadas por el estudiante a evaluar así como los metros al final de la prueba.

VUELTA	Metros
1	400
2	800
3	1200
4	1600
5	2000
6	2400
7	2800
8	3200
9	3600
10	4000

Metros			
10	110	210	310
20	120	220	320
30	130	230	330
40	140	240	340
50	150	250	350
60	160	260	360
70	170	270	370
80	180	280	380
90	190	290	390
100	200	300	400

Datos del pulsómetro:

FCTP: \_\_\_\_\_

FC1' \_\_\_\_\_

FC3' \_\_\_\_\_

FC5' \_\_\_\_\_

DIST. TOTAL RECORRIDA (m): \_\_\_\_\_

En Kilómetros: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

---

PA: Presión Arterial (mm Hg)

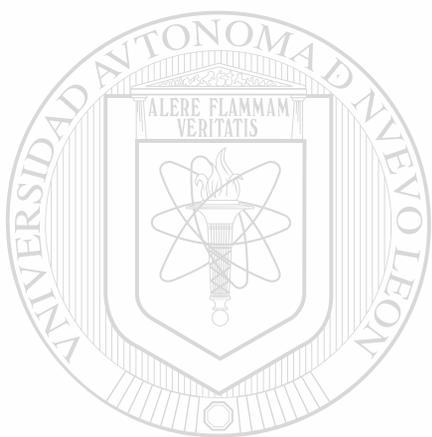
FC: Frecuencia Cardíaca (lpm)

FCTP: Frecuencia Cardíaca inmediatamente al término de la prueba

FC1': Frecuencia cardíaca al minuto 1

FC3': Frecuencia cardíaca al minuto 3

FC5': Frecuencia cardíaca al minuto 5



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



