



UNIVERSIDAD MOTOLINIA, A. C. 302827

ESCUELA DE QUIMICA

Con Estudios Incorporados a la U.N.A.M.

20

20

PREVENCIÓN DE ATROSCLEROSIS POR MEDIO DE  
UNA SERIE DE EJERCICIOS Y REGIMEN ALIMENTICIO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
QUIMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO  
P R E S E N T A:  
DORA WALBEY COLMENERO.

MÉXICO, D.F.

1995

FALLA DE ORIGEN



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

### CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1.	Planteamiento del problema .....	1
1.2.	Hipótesis .....	3
1.3.	Objetivo .....	3

### CAPÍTULO II. ANTECEDENTES

2.1.	Aterosclerosis .....	4
2.2.	Nutrición .....	6
2.3.	Ejercicio .....	40
2.4.	Obesidad .....	42
2.5.	Anatomía, fisiología y quineciología dirigidas al ejercicio .....	43

### CAPÍTULO III. PARTE EXPERIMENTAL

3.1.	Diagrama de flujo .....	61
3.2.	Metodología .....	62
3.2.1.	Rutina básica de acondicionamiento .....	62
3.2.2.	Antecedentes dietéticos .....	66
3.2.3.	Régimen alimenticio adecuado.....	68

**CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1.	Resultados .....	69
4.2.	Datos del grupo experimental .....	70
4.3.	Gráficas .....	72
4.4.	Discusión .....	78

**CAPÍTULO V. CONCLUSIONES**

5.1.	Conclusiones.....	79
------	-------------------	----

<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>80</b>
---------------------------	-----------

<b>APÉNDICE A. Tablas de valores nutritivos.....</b>	<b>83</b>
--	-----------

# CAPÍTULO I

# INTRODUCCIÓN

## 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la mitad del siglo XX, muchos países han experimentado un gran aumento en la mortalidad y morbilidad atribuibles a la aterosclerosis por lo que se hacen muchos esfuerzos para hacer frente a las complicaciones que producen innumerables daños individuales, familiares y sociales además de económicos. Entre estos esfuerzos se encuentran el desarrollo de unidades coronarias, trombólisis, angioplastia, etc. (1).

La inactividad física ha sido señalada como un factor aterogénico en numerosos estudios. No hay duda que el ejercicio dinámico sostenido durante 20 a 30 minutos y repetido varias veces a la semana, otorga una serie de ventajas, entre las que destaca una mejor capacidad física con menor costo energético, una serie de modificaciones homodinámicas, hormonales y metabólicas como son la dinámica de la presión diastólica y los valores de los triglicéridos y aumento del colesterol de alta densidad, un menor flujo adrenérgico y un aumento en la actividad fibrinolítica de la sangre. Asimismo, los cambios psicológicos son benéficos aún para el sujeto normal pudiendo implantarse con el ejercicio una vida higiénica que corresponde a la esencia misma del hombre que fue durante muchos milenios un espléndido animal selvático dotado de excepcionales cualidades físicas (1).

Una rutina de acondicionamiento es capaz de disciplinar al sujeto además de librarlo del estrés factor que genera la aterosclerosis (2).

Durante muchos años se discutió la relación entre la obesidad y la morbilidad de la población en general. Sin embargo, en la actualidad se ha establecido que: 1) A mayor grado de obesidad, los riesgos para la salud son mayores y la esperanza de vida se reduce; 2) Algunos subtipos de obesidad se relacionan más con un aumento en el riesgo de complicaciones cardiovasculares. (1)

La obesidad se ha convertido en un problema de salud a nivel mundial, es una enfermedad crónica con pocas expectativas de curarse sin un régimen alimenticio adecuado. (1)

La obesidad se define como un exceso de tejido adiposo que produce alteraciones importantes en el estado de salud. Resulta importante destacar que el término se refiere específicamente al aumento del tejido adiposo, lo que la distingue de aumento ponderal dependiente de la masa muscular, como ocurre en los atletas. La obesidad metabólica con peso normal corresponde a las personas que no presentan sobrepeso pero que presentan alteraciones metabólicas y hemodinámicas relacionadas con la obesidad, como hipertrigliceridemia, hiperinsulinismo e hipertensión arterial. Este grupo de pacientes se caracteriza por tener un aumento de tejido adiposo, aumento del tamaño de los adipocitos y disminución del peso muscular. (1)

## **1.2. HIPÓTESIS**

Si al modificar la dieta de una persona sana, disminuyendo el consumo de colesterol y realizando ejercicios físicos se favorece su eliminación, entonces el nivel de colesterol sanguíneo disminuirá.

## **1.3. OBJETIVOS**

Demostrar que a través de mejorar los hábitos alimenticios y ejercicios específicos, el nivel de colesterol sanguíneo en personas sanas disminuye.

## CAPÍTULO II

## **ANTECEDENTES**

### **2.1. Aterosclerosis.**

La aterosclerosis se define como aquella enfermedad consistente en lesiones focales de las arterias, en especial de la íntima (capa interna), constituidas por una combinación en proporciones variables de lípidos, carbohidratos complejos, depósitos fibrosos, productos derivados de la sangre y calcio. (1)

Un número importante de médicos y la mayoría del público ignora que existe evidencia definitiva que muestra que la aterosclerosis empieza en la infancia y/o en la juventud aunque tengan que pasar 20 a 30 años antes de que se produzcan las complicaciones de la misma.

Se ignora pues, que esta enfermedad empieza mucho antes de que un trombo termina de ocluir la luz del vaso el que por condiciones, algunas genéticas no modificables y obras ambientales y conductuales si modificables, han desarrollado un ateroma donde se asentará el trombo que producirá la disminución brusca y aguda del flujo sanguíneo.(2)

Desde el punto de vista etiopatológico, deben ocurrir dos fenómenos básicos para la producción del ateroma.

1. Acumulación en la íntima y en ocasiones en la media de lípidos intra y extracelulares.

2. Proliferación de tejido fibroso o fibromuscular con elaboración de matriz extra celular constituida principalmente por colágeno y elastina (2).

La pared arterial normal consta de 3 capas razonablemente bien definidas: La íntima, la media y adventicia.

**INTIMA.-** La luz de todas las arterias esta tapizada por una capa continua única de células endoteliales. La íntima esta delimitada externamente por una capa perforada de tejido elástico, la lámina elástica interna.

**MEDIA.-** La media consta de un único tipo de células, las células musculares lisas dispuestas en una sola capa y rodeadas por escasa cantidad de colágeno. La media está rodeada en el lado luminal por la lámina elástica interna y externamente por una capa menos continua de tejido elástico, la lámina elástica externa.

**ADVENTICIA.-** Es la parte más externa de las arterias delimitadas internamente por la elástica externa. Esta capa está formada por una red laxa de haces colágenos, fibras elásticas, células musculares lisas y fibroblastos, también contiene las vasa vasorum y los nervios (3).

## 2.2. NUTRICIÓN

Se suele dar el nombre de metabolismo al conjunto de procesos químicos con los cuales el organismo recupera los materiales consumidos (asimilación) y logra energías en forma de calor y trabajo de la degradación de compuestos químicos elevados (desasimilación). Las sustancias nutritivas que figuran en el metabolismo son principalmente albúminas (proteínas), grasas (lípidos), hidratos de carbono (glúcidos), sales y agua (electrólitos), fermentos, hormonas y vitaminas (biocatalizadores). El destino de todas estas materias nutritivas en el organismo es diverso. Mientras, por ejemplo las sales y el agua son incorporadas por los tejidos tal como se ingirieron, otras materias nutritivas únicamente se utilizan para la reconstrucción de los tejidos, después de sufrir profundas alteraciones bioquímicas (2).

El organismo es un sistema metabólico en constante estado de renovación o cambio, en el que alternan las degradaciones y las síntesis, haciéndonos cada vez más difícil el comprender que sus componentes conserven el equilibrio funcional o dinámico en su estructura y la constancia de forma que denotan (5)

Las perturbaciones en el recambio de las materias que integran nuestro organismo, crean desequilibrios en la composición del mismo, que repercuten en el plasma humano, excreciones y secreciones alterando no sólo el equilibrio de nuestra química humoral (discrasias de los antiguos) sino el recambio energético. Tales perturbaciones químico-energéticas integran el módulo de las principales enfermedades del metabolismo (5).

La desintegración de las combinaciones químicas completas presentes en los alimentos y en las sustancias del propio organismo, sobre todo, hasta productos muy sencillos, la denominada desmolisis, se verifica ante todo, desprendiéndose cadenas carbonadas y en ello intervienen, por una parte mecanismos de oxidorreducción y , por otra, descarboxilaciones. En las primeras fases, y por des hidrogenación progresiva, se originan ácidos carboxílicos ricos en oxígeno, los cuales durante la segunda fase, de descarboxilación (ciclo de Krebs) eliminan  $\text{CO}_2$  en presencia de las correspondientes enzimas (carboxilasas). Este  $\text{CO}_2$  reacciona con el  $\text{H}_2\text{O}$  formado al oxidarse el hidrógeno liberado con la deshidrogenación, representan los productos finales de la desmólisis (16).

Se dice que una reacción química es exotérmica cuando libera calor y endotérmica cuando lo absorbe. La mayoría de las reacciones catabólicas o desintegrativas liberan energía que proviene de la rotura de enlaces moleculares y atómicos. Tal energía liberada es reutilizada para sintetizar nuevos enlaces y cuerpos. Las moléculas cuyos enlaces están dotados de mayor energía son el trifosfato de adenosina (ATP), el fosfato de cretina y otros cuerpos fosforilados. La energía liberada en las desasimilaciones es pronto canalizada en la síntesis de estos fosfatos y otros cuerpos cuyo depósito o "pool" energético es más tarde utilizado en forma de trabajo muscular, osmótico, secretor, productivo de calor, polaridad eléctrica y potenciales de membrana (5).

La nutrición y trabajo de cada célula depende de una serie de reacciones bioquímicas cuya perturbación es causa de cambios físicos con expresión lesional varia. En un principio el estado disreactivo - funcional no es visible al microscopio y por ello es calificado de estado de lesión bioquímica, estado que luego pasa a ser microscópicamente ostensible en forma de lesiones infiltrativas o degenerativas. Buen número de lesiones bioquímicas son procesos en los que se perturban los sistemas enzimáticos intracelulares, surgiendo sólo luego, como consecuencia de su mal funcionamiento, los precipitados formales (hialinos, adiposos, fibrinoides, etc.) histológicamente visibles en las diversas infiltraciones intersticiales y degeneraciones celulares (16).

La energía necesaria para la síntesis de los complejos moleculares intracelulares que constantemente se van renovando, procede de las moléculas que se desintegran durante la respiración celular. Los glúcidos son desintegrados a través de una larga cadena de reacciones enzimáticas hasta llegar a formar el ácido pirúvico que, a su vez al ser oxidado por descarboxilación, suministra unidades moleculares de ácido acético, las cuales activadas por la coenzima A (rica en ácido pantoténico, del complejo vitamínico B<sub>2</sub>), ocupan una posición central en el metabolismo intermediario e integran la unidad metabólica estratégica denominada Acetil - coenzima A. Las unidades de ácido forman un grupo metabólico en el cual enlazan y son embalsados los productos de oxidación de los tres metabolismos más importantes de nuestra economía; el glúcido, el graso y el proteico (16).

Los caminos del metabolismo de las grasas, glúcidos y proteínas se entrecruzan pues, en un producto intermedio común:

ácido acético. Una vez alcanzado este eslabón queda abierta la interconversión de los distintos principios inmediatos (paso de glúcidos o grasas o a proteínas etc.). El ácido acético (derivado del pirúvico, de aminoácidos o de ácidos grasos) se une al ácido oxalacético para formar un cuerpo tricarboxílico (con tres grupos -COOH), que es el ácido cítrico. Desde éste, por descarboxilaciones sucesivas liberadoras de energía, se pasa al ácido cetoglutárico, al succínico y oxalacético, el cual, al combinarse de nuevo con el ácido acético cierra un círculo que sólo funciona en condiciones aerobias (con la colaboración de las fermentoporfirinas citocromoxidasas). A este ciclo se le denomina ciclo del ácido cítrico de Krebs. Con la energía liberada durante este ciclo metabólico se pueden sintetizar 12 moléculas con enlaces fosfóricos (ATP) dotados de alta energía (7).

Objetivo primordial del metabolismo intermediario es la elaboración de suficiente cantidad de ATP ácido adenosintrifosfórico, liberador de energía del que diariamente se forman más de 50 Kg., lográndose la mayor cantidad del mismo a través del precitado ciclo de Krebs al que confluyen por el puente de la acetil - coenzima A, los metabolitos tricarboxílicos ácidos (pirúvico, oxalacético, cetoglutárico) (7).

La energía potencial albergada en la molécula de ATP es sobre todo utilizada para la contracción muscular. Durante esta, el ATP se combina con la actomiosina operándose sólo entonces la contracción al ponerse en contacto actomiosina y ATP.

La formación energética de ATP es sobre todo aerobia y exige la colaboración del oxígeno y de fermentos respiratorios albergados

en las mitocondrias. Estas con sus abundantes enzimas están dispuestas no sólo para elaborar el ATP celular, sino multitud de fermentos (más de 1000) con capacidad de intervenir en las más variadas síntesis y degradaciones (7).

Anaeróbicamente el glucógeno se desintegra y libera energía (glicogenolisis) convirtiéndose en ácidos pirúvico y láctico los que a su vez son incorporados al ciclo tricarboxílico de Krebs por el puente de la acetil - coenzima A. Esta con su ácido acético y acetatos ocupa una situación estratégica en el metabolismo intermediario (19).

Se ha dicho que las unidades del ácido acético son "el dinero contante o fraccionario" del metabolismo intermediario, importantísimo para la vida de relación metabólica. Su moneda es negociable para convertirla en capital y ser depositada luego en forma de grasa o glucógeno de reserva o proteínas plásticas en los diversos tejidos. Los experimentos con isótopos demuestran que los átomos de C marcado del ácido acético pasan incluso a formar parte del anillo colesterínico y de las porfirinas, con lo que la antigua idea de que el organismo con los cuerpos de cadena abierta no formaba núcleos cíclicos (aciclopoyesis de Knoop) ha quedado rebatida. El "pool" del ácido acético es un depósito de unidades de construcción disponibles para diversos menesteres que se vacía y restablece, orientándose en los distintos sentidos metabólicos de la síntesis orgánica según sean los requerimientos.

La base del "pool" metabólico de su cadena corta se componen muy diversos complejos vivos glucoprotéicos, lipoprotéicos, etc. En la síntesis de tales complejos, partiendo de moléculas precursoras muy simples, siendo las precitadas del acético, pirúvico, glicocola, etc., es indispensable la participación de sistemas enzimáticos intracelulares. En las mitocondrias de las células hepáticas existen los citocromos y carboxilasas necesarias para que se opere el ciclo ácido aeróbico de Krebs y se oxiden los ácidos grasos; en los microsomas están las ribonucleasas que desintegran los nucleósidos; en los núcleos, las desoxirribonucleasas; en los epitelios, las fosfatasas que hidrolizan los ésteres fosfóricos etc. Toda perturbación es estos y otros sistemas enzimáticos daña secundariamente el metabolismo celular y luego a su estructura deparando trastornos funcionales y al fin, lesiones (19).

Los principios inmediatos, constituyentes primordiales del organismo, son los glúcidos, prótidos y lípidos, sales, agua y vitaminas (7).

**A)** Los glúcidos o hidratos de carbono (H. de C) se componen de los tres elementos C, H y O según la fórmula general  $C_nH_{2n}O_n$ . Químicamente representan los primeros productos de oxidación. Los H. de C más importantes para el metabolismo son los monosacáridos figurando preferentemente las hexosas ( $C_6H_{12}O_6$ ) a las que pertenecen el azúcar de uva (dextrosa o glucosa), la fructosa (levulosa) y la galactosa; las pentosas ( $C_5H_{10}O_5$ ).

Los disacáridos ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) compuestos de dos moléculas de hexosas, son la sacarosa (dextrosa + levulosa), la maltosa o azúcar de malta (dos moléculas de dextrosa) y la lactosa o azúcar de leche (dextrosa + galactosa). Entre los polisacáridos, que constan de varias moléculas de azúcar, figuran en primer lugar, los cuerpos compuestos de hexosas ( $C_6H_{10}O_5$ ) $_n$ , como el glucógeno y el almidón (ambos formados de glucosa), la insulina (un polifruetosano), la hemicelulosa (hexosas + pentosas) y las celulosas, los polisacáridos de pentosas o pentosanos ( $C_5H_8O_4$ ) de las frutas y gomas. Los hidratos de carbono que desempeñan un papel metabólico proceden, en primer lugar, de la alimentación. Los disacáridos y los polisacáridos (almidón y glucógeno) mediante las enzimas digestivas de la saliva, páncreas y jugo intestinal, son transformados en monosacáridos, de manera que los H. de C. sólo son reabsorbidos en la última forma y entran como tales en el metabolismo de los glúcidos (7).

**ALMACENAMIENTO DE LA GLUCOSA.** Una vez que la glucosa absorbida ha penetrado en la célula, es fosforilada por la enzima hexoquinasa y transformada en glucosa - 6 - fosfato. Este proceso requiere energía, que es proporcionada por la transformación del trifosfato de adenosina (ATP) con alto potencial energético, en di fosfato de adenosina (ADP);



La fase siguiente es la condensación con el trifosfato de uridina y subsiguiente formación de la uridindifosfoglucosa, como proceso previo a la incorporación de la molécula de glucosa en el polímero ramificado llamado glucógeno. La reacción final es estimulada por la glucógeno - sintetasa y seguramente favorecida por la insulina (7).

La forma de almacenamiento definitiva, el glucógeno, puede compararse a un árbol con ramas en el que las moléculas de glucosa se agregan sucesivamente enlazándose el C<sub>1</sub> de una molécula con el C<sub>4</sub> de la siguiente (7).

**DEGRADACIÓN DEL GLUCÓGENO.** En esta degradación la enzima fosforilasa asume la función de catalizador, a su vez reforzada en su acción por la adrenalina y el glucagón. La transformación del glucógeno en glucosa es necesaria para poder corregir, por ejemplo, el nivel bajo de la glucosa en la sangre ante una producción aumentada de insulina o una elevada demanda por parte de las células. Para ello se forma D - glucosa - 1 - fosfato que, como ya se indicó, está prácticamente en equilibrio con la glucosa - 6 - fosfato, es decir, con aquella sustancia que representa la primera fase (1).

**UTILIZACIÓN DE LA GLUCOSA.** Ante todo es importante el almacenamiento de energía, posibilitado porque el di fosfato de adenosina (ADP) recibe un nuevo grupo de fosfato, con lo que se forma el trifosfato de adenosina (ATP) rico en energía. Esta reacción precisa un gasto de 8000 a 10 000 calorías/mol. Al degradarse el ATP en ADP, esta energía es liberada de nuevo, con lo que la

molécula de ADP representa una batería en su mayor parte o totalmente descargada, que precisa ser cargada de nuevo (11).

Los sistemas enzimáticos necesarios para realizar el ciclo oxidativo de Krebs, denominado también ciclo de los ácidos tricarbónicos, se hallan localizados en las mitocondrias de las células. Están empacadas con el sistema de transferencia de electrones, de modo que los átomos de hidrógeno, obtenidos en el curso del ciclo a partir de los metabolitos, forman finalmente agua con el oxígeno y éste es "activado por el fermento respiratorio, la citocromoxidasa (11).

Las grasas son ésteres de glicerina de ácidos grasos elevados; preferentemente de los ácidos esteárico ( $C_{18}H_{36}O_2$ ), oléico ( $C_{18}H_{34}O_2$ ) y palmítico ( $C_{16}H_{32}O_2$ ), en los cuales, a cada uno de los tres radicales alcohólicos de la glicerina ( $CH_2OH-CHOH-CH_2OH$ ) se fija un resto de ácido graso; por lo tanto, son triglicéridos. La grasa del cuerpo deriva, en primer lugar, de la contenida en los alimentos con parte de la cual el organismo, después de disociarla en glicerina y los diversos ácidos grasos, forma una nueva síntesis, de la que resulta la grasa propia del mismo, pero en los tejidos del cuerpo también se deposita, en menor cantidad, la grasa extraña, como tal. Además, el organismo puede formar grasas a expensas de los hidratos de carbono de los alimentos cuando se le ofrecen abundantemente (tres moléculas de  $C_4H_{12}O_4$  forman una molécula de  $C_{12}H_{34}O_2$  quedando libres 16 átomos de O).

Los lípidos son compuestos esteriformes de la glicerina o de otros alcoholes con radicales de ácidos grasos y diversas bases nitrogenadas. Tienen en común con las grasas el ser solubles en alcohol y éter y el parecerse físicamente. Constituyen elementos constantes de la composición de las células especialmente de sus estromas. Los lípidos tienen mucha importancia, entre otros mecanismos, para la permeabilidad celular. Los alimentos los contienen con productos que acompañan a las grasas. Entre los lípidos figuran la lecitina (fosfátidos), los cerebrosidos (galactolípidos) y los ésteres colesterínicos con ácidos grasos (colestéridos) (11).

El metabolismo de las grasas se realiza, por los siguientes caminos:

Primera vía: la que se inicia en la acetoacetil - coenzima A. Dos moléculas de acetil - coenzima A se condensan en una molécula de acetoacetil - coenzima A. Luego es reducido el grupo cetónico en el carbono B, con lo que resulta una molécula de B - hidroxil - butiril - CoA. Una nueva reducción determina la formación del ácido butírico, un ácido graso con 4 átomos de carbono.

La fase siguiente es la condensación de la butiril - CoA con una nueva molécula de acetil - CoA . Mediante procesos sucesivos de reducción y condensación, cada uno de los cuales es catalizado por una enzima específica, se forma finalmente un radical con 16 átomos de carbono, el palmítico (17).

Segunda vía: Se inicia con la fijación de  $\text{CO}_2$  a una molécula de acetil -CoA, formando así la malonil - CoA. Siete moléculas de este producto intermedio y una de acetil - CoA liberan de nuevo  $\text{CO}_2$  (en presencia de ATP y de coenzimas reducidas) y se combinan para dar una molécula de ácido palmítico (17).

Ambas vías metabólicas precisan una cantidad suficiente de coenzimas reducidas (DPNH y TPNH) que cedan hidrógeno (17).

Para el almacenamiento de las grasas es necesaria una cantidad adecuada de glucosa intracelular. Los ácido grasos no son almacenados como tales, sino que son neutralizados mediante su combinación con la fosfoglicerina, la cual se forma a partir del fosfoglicerina. Esta sustancia se forma a partir del fosfoglicerato debido al producto intermedio de la glucólisis. el resultado es una molécula de triglicérido o grasa neutra. También los aminoácidos desaminados, así como los ácidos grasos procedentes de los alimentos, pueden ser almacenados como grasa neutra; condición previa para ello es que la fosfoglicerina esté disponible en cantidades suficientes (17).

La degradación de la grasa neutra es catalizada por una enzima determinada (una lipasa) que por cada molécula de grasa neutra pone en libertad tres ácidos grasos y una molécula de glicerina.

Los ácidos grasos libres se encuentran en la sangre, y asociados a la seroalbúmina alcanzan los tejidos, donde pueden ser rápidamente utilizados siempre que no se hallen presentes en cantidades excesivamente grandes (17).

Así pues, la glucólisis es importante para la lipogénesis. En los diabéticos, por ejemplo, como la glicólisis no es suficiente, ya que las células carecen de la cantidad necesaria de glucosa, la formación de grasa resulta también insuficiente y la grasa se cataboliza formándose cantidades excesivas de cuerpos cetónicos (17).

Las proteínas son sustancias de moléculas muy grandes formadas por gran número de  $x$  - aminoácidos (de 100 a varios millares) unidos en cadena por enlaces peptídicos. Los aminoácidos poseen dos grupos funcionales, el amino -  $\text{NH}_2$  y el carboxílico -  $\text{COOH}$ . Las proteínas están compuestas por 19 aminoácidos distintos que pueden clasificarse en seis grupos: 1) aminoácidos neutros; glicina, alanina, serina, valina, leucina, isoleucina; 2) aminoácidos de carácter ácido o monoaminodicarboxílicos con un grupo -  $\text{NH}_2$  y dos grupos -  $\text{COOH}$ : ácidos aspártico y glutámico; 3) aminoácidos de carácter básico o diaminomono-carboxílicos con dos grupos -  $\text{NH}_2$  y uno -  $\text{COOH}$ ; lisina, arginina, histidina; 4) aminoácidos que contienen azufre; cisteína y metionina; 5) aminoácidos aromáticos, es decir que contienen anillos hexa o pentagonales, fenilalanina, tirosina y triptofano; 6) aminoácidos heterocíclicos saturados como prolina e hidroxiprolina (18).

La unión de dos o más aminoácidos mediante el enlace peptídico (-CO-NH) da lugar a los péptidos, dos aminoácidos forman un dipéptido, tres un tripéptido, ocho un octapéptido, etc. La unión de más de 15 aminoácidos constituye ya un polipéptido y más de 100 aminoácidos se considera ya una proteína. Los límites entre polipéptidos y proteínas son difíciles de fijar con precisión, aunque en general se consideran como polipéptidos sustancias de peso molecular inferior a 10 000, y proteínas las de peso molecular superior. Péptidos naturales de importante función biológica son, por ejemplo: El glutatión tripéptido formado por glutamina, cistina y glicina y la vasopresina que es un octapéptido, así como la angiotensina, otro octapéptido. Como polipéptidos de importancia biológica podemos citar determinadas hormonas polipeptídicas como la ACTH, formada por 39 aminoácidos la resulina con 51 aminoácidos, y el glucagón con 29 aminoácidos.

Hoy día se conoce la estructura y secuencia exacta de los aminoácidos que componen la mayoría de las hormonas polipeptídicas, así como la estructura de determinadas enzimas como la lisozima, o la ribonucleasa y de proteínas de gran importancia biológica como la hemoglobina, mioglobina y en gran parte de las gammaglobulinas (18).

El organismo humano es incapaz de sintetizar algunos de los aminoácidos que forman parte de sus proteínas. Estos aminoácidos que no pueden faltar en la alimentación se denominan aminoácidos esenciales y son los siguientes: valina, lisina, isoleucina, metionina, treonina, fenilalanina y triptófano. Otros dos aminoácidos: la arginina e histidina, pueden ser sintetizados, pero su síntesis no es suficiente para abastecer las necesidades del organismo durante el crecimiento por lo que deben proveerse en la alimentación durante el mismo (18).

El metabolismo de las proteínas, o sea, su síntesis, degradación y resíntesis tiene lugar constantemente, en ayunas un tejido puede re sintetizar las proteínas a partir de aminoácidos procedentes de otro tejido (1).

La síntesis de proteínas a partir de aminoácidos es promovida por los hidratos de carbono, por la insulina, que favorece la asimilación de los aminoácidos, por la hormona hipofisiaria del crecimiento, por las hormonas sexuales y por los esteroides anabolizantes como la metandrosterolona (dianabol). La insulina y la hormona del crecimiento manifiestan aquí una interdependencia, pues la hormona del crecimiento - en ausencia de la insulina - no estimula la síntesis y la insulina - en ausencia de la hormona del crecimiento - no conduce a un desarrollo normal (18).

Cuando un determinado aminoácido, necesario para la síntesis proteica, no esté disponible temporalmente, el grupo  $\text{NH}_2$  de un aminoácido puede sustituir a una molécula de oxígeno de otro cetoácido. De esta forma pueden elaborarse aminoácidos no "esenciales", siempre que exista el cetoácido correspondiente. La transferencia se realiza por transaminasas, activadas por coenzimas que derivan de la vitamina piridoxina (18).

La degradación de los aminoácidos se realiza mediante la desaminación. Sólo determinadas células (hígado y riñón) poseen desaminasas que escinden de modo irreversible, los grupos amino en posición alfa. La mayor parte del amoníaco, formado con los grupos  $\text{NH}_2$  de la desaminación, se combina en el hígado con el  $\text{CO}_2$  durante el ciclo de la ornitina, con lo que se forma urea. La mayoría de los cetoácidos, que resultan de la pérdida del grupo  $\text{NH}_2$  participan en el ciclo oxidativo de Krebs en la fase del ácido pirúvico,  $\alpha$ -cetoglutarico y oxalacético. Si no hay glucosa disponible, estos cetoácidos pueden formar glucosa o glucógeno. El punto de partida es entonces el pirúvico, a partir del cual principia la reacción en sentido opuesto al seguido en el curso de la glicólisis. Las modificaciones cuantitativas de los diversos substratos y la actividad aumentada de las dos fosfatasas específicas - activadas a su vez por el ayuno y los glucocorticoides, y acrecentadas en la diabetes - favorecen el cambio de sentido del ciclo de la glicólisis (4).

Los cetoácidos formados por la desaminación de otros aminoácidos - leucina, isoleucina, fenilalanina y tirosina, por ejemplo - se transforman en ácido acetilacético, que puede formar a su vez ácidos grasos o cuerpos cetónicos, o bien pueden pasar a acetil-CoA y penetrar en el ciclo de Krebs, pero no pueden seguir el sentido ascendente, a lo largo de la vía metabólica de la glicólisis y formar glucosa (4).

Como cabe deducir de la tabla antes referida, muchos aminoácidos tienen importantes funciones como precursores de sustancias nitrogenadas que son sintetizadas en el organismo.

La fenilalanina es transformada en adrenalina, la tirosina es el precursor de la hormona tiroidea, la histidina se convertirá en histamina por descarboxilación, etc. No obstante, la glicina sirve más que ningún otro como material nitrogenado de partida para la síntesis de las purinas, para las pirimidinas de las nucleoproteínas y para los pirroles existentes en la hemoglobina y en los pigmentos (4).

Los nucleoprotéidos (nucleínas), procedentes de los núcleos celulares, son proteínas conjugadas constituidas por una proteína simple combinada con un ácido nucléico que en el hombre son dos: a) el ácido desoxirribonucleico (DNA) y b) el ácido ribonucleico (RNA): Ambos están constituidos por cadenas largas, dispuestas en doble espiral (en el DNA) y en espiral simple en el RNA. Su peso molecular es elevado y contienen; una pentosa que es la desoxirribosa en el DNA, y la ribosa en el RNA; ácido fosfórico que enlaza entre sí las diversas moléculas de pentosa, y diversas bases púricas y pirimidínicas (adenina, guanina, citosina y timidina en el DNA), existiendo las tres primeras y el uracilo en el RNA (22).

Las sales, es decir, los elementos minerales inorgánicos ionizables (electrólitos), desempeñan en el metabolismo un papel no menos importante. Son un elemento constante de toda célula y necesitan reponerse incesantemente por eliminarse sin cesar con la orina y las heces. En conjunto representa el 4.5% del organismo y, en éste, 3/6 están en el esqueleto.

Los principales orígenes de las materias minerales de los alimentos son, entre otros, las grutas y verduras. La importancia fisiológica de las sales es múltiple, pues no actúan como manantiales energéticos por transformaciones químicas como las otras materias alimenticias y en cambio, ejercen una influencia de la mayor importancia en la regulación de ciertos estados fisicoquímicos de los humores y tejidos (homeostásis iónica) (22).

El agua figura también entre los elementos necesarios para la vida celular y se halla en considerable cantidad en todos los tejidos vivos. Se presenta en el organismo en tres formas; como parte integrante de la sangre (agua vascular), como líquido intersticial (extra vascular) o de imbibición conjuntiva, y por último como parte del protoplasma celular (agua intracelular) (23).

Circula con la sangre, unida en gran parte a las proteínas del suero. Un hombre de 75 Kg., contiene unos 45 litros de agua. La proporción de la contenida en los tejidos, en particular en el adiposo, varía de modo extraordinario y depende del estado de la nutrición; aumenta en la hipo nutrición y, en parte, en la caquexia. La misión principal del agua es disolver y transportar las sales y productos del metabolismo, que sólo con activos disueltos y sólo así pueden ser eliminados (23).

Hay que citar otro importante grupo de materias nutritivas, las vitaminas (biocatalizadores nutritivos complementarios o accesorios) cuya importancia extraordinaria para el desarrollo y supervivencia sólo se ha conocido con exactitud en este último siglo.

La denominación vitamina, inductora, a error, procede del concepto original, equivocado de Funk, quien supuso que todas las vitaminas eran productos nitrogenados, lo cual sólo es exacto para algunas vitaminas. La investigación de las vitaminas se inició con el descubrimiento experimental de una enfermedad parecida al beriberi que apareció en gallinas alimentadas con arroz descascarillado, por Christ Eijkman, en el año 1897 (23).

Las vitaminas son sustancias orgánicas que ya son activas en cantidades pequeñísimas y cuya composición química exacta se conoce para la mayoría de ellas. Se supone que actúan en el sentido de activadores metabólicos o de biocatalizadores estimulantes, habiéndose demostrado, en especial por vía experimental, que desarrollan acciones tóxicas y a distancia. Entre las tóxicas figuran el estímulo del crecimiento celular, influencia sobre el metabolismo de las células, sobre la tensión superficial y, por ende, sobre la permeabilidad celular. De algunas vitaminas se ha demostrado que son elementos constituyentes de importantes fermentos que influyen en la respiración de los tejidos (coenzimas respiratorias) (23).

La demanda vitamínica cotidiana es sólo de unos miligramos, por tanto, cantidades equiparables a las necesidades de hormonas. Todas las vitaminas, en último término, proceden del reino vegetal y algunas de ellas se ha demostrado que pueden ser sintetizadas en el organismo animal (23).

## REQUERIMIENTOS DIETÉTICOS. (metabolismo basal y funcional).

En condiciones normales, tanto el hombre como los animales, cuando pueden elegirla libremente, propenden a ingerir de modo instintivo una alimentación que suele corresponder, cuantitativa y cualitativamente, a las condiciones óptimas de su salud. El apetito y el gusto constituyen los reguladores inconscientes de las necesidades nutritivas. No así en condiciones morbosas o cuando los imponen las circunstancias (hambre o alimentación en colectividad). Tiene suma importancia el problema; con arreglo a que principios ha de graduarse la nutrición en tales circunstancias o cual es el módulo que ha de servir para juzgar las medidas de la terapéutica nutritiva (19).

Desde luego las proteínas, en tanto sirven de material plástico del cuerpo, desempeñan una misión especial entre las diversas material nutritivas y por ello siempre han de figurar en cierta cantidad en la alimentación (19).

La energía química es liberada constantemente por las oxidaciones del organismo, en las que toman parte tanto las proteínas como, y sobre todo, los H. de C. y las grasas. En el descanso absoluto, la energía producida por el metabolismo se transforma casi toda en calor, que sirve para conservar la temperatura propia del cuerpo, siendo el resto eliminado al medio ambiente.

La medida de las cantidades de calor así producidas por medio del calorímetro (calorimetría) da, por kilogramo de peso corporal y por hora, estando el cuerpo en reposo muscular completo (reposo en cama) en ayunas, 1 caloría grande, que es la cantidad de calor necesaria para elevar a 1°C la temperatura de un litro de agua y corresponde a un trabajo de 427 kilográmetros. Por lo tanto una persona de 70 Kg., en veinticuatro horas produce 1600 a 1700 calorías (es el llamado metabolismo basal) (19).

Se sabe que 1 g de grasa produce 9.3 calorías, 1 g de H. de C., 4.1 y 1 g de proteína igualmente 4.1. Las tres clases de sustancias nutritivas citadas, consideradas únicamente como productoras de energía, son isodinámicas o con igual valor energético, por lo cual, únicamente variando su cantidad en la dieta, pueden sustituirse recíprocamente. En este sentido corresponden, a 100 g de grasa 211 de albúmina, o 232 de almidón, o 234 de azúcar (6).

Son conocidas las cantidades de calor producidas por el cuerpo según sean las diversas clases de alimentación o trabajo. Estado en reposo en la cama o ingiriendo alimentos un individuo de 70 Kg. de peso, las calorías producidas y desprendidas ascienden a 1800 -1900 por término medio y 24 horas; trabajando moderada y sedentariamente, trabajadores intelectuales a 2300 - 2500, trabajando algo más corporalmente, a unas 3000 y cuando el trabajo corporal es muy rudo, a 3500 ó 4000 o más (6).

El metabolismo basal (o fundamental o valor en reposo y en ayunas, es decir, la cuantía de las oxidaciones en completo reposo y en ayunas, desde por lo menos 12 horas, es aproximadamente de 1640 calorías para un hombre de 70 Kg. Esta cantidad de calor corresponde a las oxidaciones que se producen por kilogramo de peso corporal y minuto y es de 3.7 ml O<sub>2</sub> y 3 ml de CO<sub>2</sub> (12).

El metabolismo - energético global del hombre resulta de la suma de dos componentes; a) el metabolismo basal o valor indispensable para mantener la vida en reposo y ayunas, más b) un componente variable que depende del aumento funcional que, sobre todo, deparan el trabajo y la ingestión de alimentos. La actividad metabólica funcional aumenta con: 1°, las temperaturas externas bajas; 2° el trabajo muscular; 3° la ingestión de alimentos; 4° la actividad de ciertos órganos endocrinos en el centro de los cuales está la glándula tiroides. El trabajo puede producir un aumento del metabolismo basal de hasta 200%. Del suplemento de calorías necesario para el trabajo corporal se transforma, en cifras redondas, el 30% en el trabajo mecánico y aproximadamente el 70% en calor (12).

En el aumento del metabolismo por ingestión de alimentos las distintas sustancias alimenticias obran muy diversamente. Las proteínas (y los aminoácidos) aumentan el metabolismo basal más que las demás (es decir, en 20.50%), efecto que se denomina acción dinámica específica. Tras de ingerirse unos 200 g de carne, el metabolismo basal aumenta, en las tres horas siguientes, en un 15.25%; en cambio, la ingestión de H. de C. sólo puede aumentar el metabolismo fundamental en 6 - 10%, y de las grasas, a lo sumo, en 3%.

La acción dinámica específica de los alimentos constituye una especie de reacción del organismo eficaz contra el ahorro energético y la formación excesiva de grasa; se halla bajo la influencia reguladora de los órganos endocrinos, preferentemente del hipotálamo y de la glándula tiroidea, los cuales se admite que regulan la intensidad de las oxidaciones por medio del sistema nervioso vegetativo. La acción dinámica específica a menudo tiene cierto valor para explicar la etiología de diversas formas de obesidad, en las que está reducida (18).

El conocimiento del valor calórico de los alimentos, expresado en calorías, es necesario, pero, como resulta de lo dicho anteriormente, no basta para una nutrición buena. Si bastará solo el valor calórico de los alimentos, lograríase alimentar a una persona, cubriendo sólo sus necesidades energéticas, v. gr., exclusivamente con unos 2 Kg., de carne, con 400 g, de mantequilla o con 3 1/2 kilos de patatas. Tal forma de alimentación tropezaría, por lo pronto, con la repugnancia y la protesta del aparato digestivo. Por tanto es menester, además, una buena distribución cualitativa de los alimentos. Ante todo debe considerarse la proporción de proteínas. Toda alimentación debe contener cierto mínimo proteico (llamado albúmina de mantenimiento) necesario para evitar el consumo de las albúminas propias del cuerpo. Este conserva el equilibrio proteico del N con una alimentación que contenga 55 - 88 g, de albúmina (o 843 g de N); en estas condiciones no sufre pérdida alguna de albúmina y es reparada la cuota del desgaste de nuestras estructuras proteicas.

En cantidad de albúmina necesaria para preservar el cuerpo de la pérdida de la propia o consumo endógeno proteínico depende también de la proporción de los alimentos ricos en grasa y, sobre todo, en H. en C., pues con el abundante aporte de estos alimentos, libres de N, puede ser evitada la pérdida de N del cuerpo con cantidades de albúmina mucho menores (aproximadamente con 22:30 g o con 3.5 - 5 g de N)(18).

Mientras en el ayuno completo la eliminación diaria de N es de unos 10.13 g, con una alimentación rica en H. en C. y grasa, pero sin albúmina, dicha eliminación desciende a cifras mucho menores tan pequeñas como las de 2.5 - 3.5 g de N en 24 horas es decir, a cifras inferiores a las de ayuno (18).

Las cantidades diarias de alimentos digeribles que necesita un adulto de 70 - 75 Kg. aproximadamente son:

En reposo completo 79 g alb., 49 g grasa 396 g H.de C (2300 calorías).

En trabajo mediano 103 g alb. 61 g grasa 470 g H.de C. (2916 calorías).

En trabajo rudo: 121 g alb. 94 g grasa 435 g H.de C. (3153 calorías).

La proteína del trigo (gliadina) puede impedir, v. gr., la pérdida del N, pero es insuficiente para el crecimiento por carecer del diaminoácido llamado lisina y el triptófano.

En cambio, la gelatina, p.ej., y los albuminoides del trigo y de la avena se completan de tal modo que su mezcla satisface completamente las necesidades de aminoácidos. Comparados con éstos, las proteínas animales (carne, huevos, leche) deben considerarse como completas (18).

Por tanto, el valor biológico de las distintas proteínas es muy diverso. Para el metabolismo tiene, además importancia extraordinaria lo concerniente al aprovechamiento y modo de recibir los alimentos. Por otra parte, se debe recordar que, p. ej., la alimentación exclusiva con carne y grasa es demasiado pobre en minerales (sobre todo en calcio) y que, como consecuencia de su carácter ácido, sustrae álcalis al organismo. Se consigue la compensación aportando suficiente cantidad de alimentos vegetales alcalinos y lecha (17).

En general el instinto consigue la dieta más conveniente que el médico ha de procurar completar, pero nunca perturbarla. Las comidas rápidas hoy tan frecuentes pueden facilitar el olvido de tomar frutas, queso y otros valiosos suplementos de vitaminas y minerales. La dietética moderna ha dejado de ser materia sobre la que fanáticos del vegetarianismo especulan con criterio mono lateral. Hoy en día es un método terapéutico preventivo y curativo (18).

La mayor parte de reacciones químicas intracelulares tiene por objeto poner a los sistemas fisiológicos de la célula en condiciones de aprovechar la energía para: a) actividad muscular, b) actividad secretoria de las glándulas; c) creación de potenciales de membrana en fibras nerviosas y musculares; d) procesos de síntesis, y e) absorción de alimentos del tubo digestivo (15).

Reacciones acopladas: En la célula todos los alimentos energéticos (carbohidratos, grasas y proteínas) pueden ser oxidados (por combinación con oxígeno); así se liberan grandes cantidades de energía. También se les puede quemar con oxígeno puro fuera del organismo, en una llama, y se obtienen grandes cantidades de energía otra vez. Sin embargo, este último método provoca una brusca liberación de energía en forma de calor únicamente. La energía que necesitan los procesos fisiológicos de las células no es calor, sino alguna forma capaz; a) de provocar movimiento en el caso de la contracción muscular, b) de concentrar los solutos en el caso de las glándulas y c) de realizar otras funciones. Para que se obtenga este tipo de energía, son necesarias reacciones químicas "acopladas" con los sistemas que desempeñan la función fisiológica. Este acoplamiento se realiza a través de fermentos celulares especiales y sistemas transportadores de energía (4).

Energía libre: La cantidad de energía liberada por la oxidación completa de un alimento se llama su energía libre y suele representarse con el símbolo AF. Usualmente, se mide en calorías por molécula - gramo del alimento.

Por ejemplo, la energía libre obtenida por oxidación de una molécula - gramo (180 g) de glucosa, es de 686 00 calorías (4).

El trifosfato de adenosina es un cuerpo químico poco estable que se encuentra en las células, el trifosfato de adenosina es una combinación de adenosina, ribosa, y tres radicales de fosfato. Los dos últimos fosfatos están unidos al resto de la molécula por los llamados enlaces ricos en energía. La energía libre de cada uno de estos enlaces es unas 7 000 calorías por moléculas - gramo de ATP en condiciones estándar, y de 8 000 en las condiciones del cuerpo humano. Por lo tanto, la liberación de cada radical fosfato produce 8 000 calorías de energía. cuando el trifosfato, se llama di fosfato de adenosina (ADP); cuando ha perdido los dos mono fosfato de adenosina (AMP) (4).

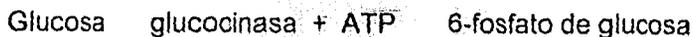
Se encuentra trifosfato de adenosina en cualquier punto del citoplasma y del núcleo de cualquier célula. Prácticamente todos los mecanismos fisiológicos que necesitan energía para su funcionamiento la obtienen del trifosfato de adenosina. A su vez, los alimentos se oxidan en la célula y la energía que liberan se emplea para volver a formar trifosfato de adenosina. Así se conserva en todo tiempo una cantidad insuficiente de ATP. Todos estos intercambios energéticos dependen de reacciones acopladas (4).

En resumen, el trifosfato de adenosina es un compuesto intermedio capaz de participar en muchas reacciones acopladas; con los alimentos, para obtener de ellos energía, y con mecanismos fisiológicos diversos, para cederles esta energía, y que puedan llevar a cabo su función. Por eso, el trifosfato de adenosina ha sido comparado a menudo con una moneda de energía, que se gana y gasta una y otra vez (4).

La insulina aumenta mucho la intensidad del transporte de glucosa y también de algunos otros monosacáridos. cuando el páncreas fábrica grandes cantidades de insulina, la penetración de glucosa que penetra en las células en ausencia de insulina (con la única excepción de hígado) es muy poca, y no se acerca siquiera a las cantidades necesarias para el metabolismo energético. El resultado de esta situación es que la utilización celular de carbohidratos depende directamente de la secreción pancreática de insulina (7).

La absorción de disacáridos por el tubo digestivo es mínima; además estos disacáridos no pueden penetrar en las células. El metabolismo celular no emplea los disacáridos ni los sacáridos mayores, todos ellos se eliminan en la orina (7).

Al penetrar en las células, los monosacáridos se combinan con un radical fosfato.



Esta fosforilación depende de fermentos llamados hexocinasas, específicas de cada tipo particular de monosacárido; la fosforilación de la glucosa depende de la glucocinasa, la de la fructosa, de la fructocinasa, y la galactocinasa cataliza la fosforilación de la galactosa (7).

La fosforilación de monosacáridos es proceso casi totalmente irreversible, salvo en las células hepáticas, el epitelio de los túbulos renales y las células epiteliales del intestino, donde se encuentran fosfatasas específicas capaces de invertir la reacción. Por lo tanto, en la mayor parte de células la fosforilación asegura la captación del monosacárido por la célula; cuando está dentro de la célula, el monosacárido no vuelve a salir, salvo de aquellas células provistas de las fosfatasas necesarias (7).

En las células hepáticas se encuentran fermentos capaces de transformar unos en otros los monosacáridos y la dinámica de las reacciones es tal que cuando el hígado devuelve los monosacáridos a la sangre, el producto final de tales interconversiones es principalmente glucosa. En casi todas las demás células es posible la transformación recíproca y reversible de glucosa y fructosa; pero faltan los fermentos necesarios para transformar la galactosa en cualesquiera de los demás monosacáridos, todos los monosacáridos deben transformarse en glucosa 6 - fosfato y fructosa 6 - fosfato antes que las células puedan utilizarlos como fuentes de energía.

Por lo tanto, para que los tejidos puedan utilizar galactosa, las células hepáticas deben transformarla en glucosa, que la sangre lleva a todas las demás células (9).

En el caso de la fructosa, la mayor parte es convertida en glucosa y absorbida por las células del epitelio intestinal, pasando a la sangre portal. La mayor parte de la fructosa restante es convertida, también por el hígado, en glucosa (9).

Por lo tanto, prácticamente todos los monosacáridos que circulan en la sangre son el producto final de la conversión, o sea glucosa (8).

Después que penetró en las células, la glucosa puede utilizarse inmediatamente para proporcionar energía, las células, o puede almacenarse en forma de glucógeno gran polímero de glucosa. Los demás monosacáridos pueden polimerizarse para formar glucógeno después de transformados en glucosa (18).

Todas las células del cuerpo pueden almacenar algo de glucógeno; pero algunas contienen grandes cantidades, como las de hígado (hasta 5 a 8 % de peso) músculo (1%). Las moléculas de glucógeno pueden polimerizarse hasta pesos moleculares muy elevados, 5 millones o más; casi todo este glucógeno precipita y forma gránulos sólidos(18).

Esta transformación de monosacáridos en un compuesto precipitado de gran peso molecular permite almacenar grandes cantidades de carbohidratos sin que varíe mucho la presión osmótica intracelular; es evidente que si se almacenaran muchos monosacáridos hidrosolubles de peso molecular bajo, se perdería el equilibrio osmótico entre los líquidos intra y extracelulares (18).

Algunos fisiólogos creen que las reservas de glucógeno se hallan en dos formas, una forma lábil, fácil de liberar, llamada glucógeno libre, y otra que solo se libera lentamente, llamada glucógeno fijado (7).

Se llama glucogénesis el proceso de elaboración del glucógeno. En ella vemos que la glucosa 6 - fosfato primero pasa a glucosa 1 - fosfato, y esta a glucosa di fosfato de uridina, que finalmente se convierte en glucógeno. Estos pasos son catalizados por fermentos específicos, y es evidente que puede formar parte de este ciclo cualquier monosacárido susceptible de ser transformado en glucosa. También pueden ser convertidos en glucosa o cuerpos muy semejantes y, por lo tanto, en glucógeno, algunos compuestos más pequeños como ácido láctico, glicerol, ácido pirúvico y algunos aminoácidos desaminados (5).

Este término designa la desintegración intracelular de glucógeno para volver a formar glucosa. No se trata de inversión de las reacciones que tuvieron por resultado la formación de glucógeno, sino que sucesivamente cada molécula de glucosa del polímero es

substraída del total por una fosforilación, catalizada por una fosforilasa (algunas otras enzimas rompen la molécula de glucógeno en puntos de ramificación (5).

En reposo, la fosforilasa se encuentra inactiva, y el glucógeno se puede almacenar sin volverse a convertir en glucosa. Por lo tanto, hay que activar la fosforilasa antes de poder obtener glucosa del glucógeno. Esta activación depende de dos mecanismos:

La adrenalina y el glucagón son dos hormonas capaces de activar específicamente la fosforilasa y producir glucogenolisis rápida. El efecto inicial de cada una de estas hormonas consiste en aumentar la formación de adenilato cíclico en las células, esta substancia, a su vez, activa la fosforilasa (5).

La médula suprarrenal libera adrenalina cuando se estimula el sistema nervioso simpático; una de las funciones de este sistema consiste en aumentar la disponibilidad de glucosa para un metabolismo intenso. Esta función de la adrenalina es más pronunciada en células hepáticas y musculares; contribuye así, junto con otros efectos de la estimulación simpática, a preparar el cuerpo para la acción física (5).

El glucagón es una hormona secretada por las células alfa del páncreas cuando la concentración sanguínea de glucosa baja mucho.

Acelera la formación de adenilato cíclico, principalmente en el hígado, mucho más que en otros lugares del cuerpo. Por lo tanto, su efecto consiste sobre todo en verter glucosa del hígado a la sangre, elevando así la glucemia (1).

Las células hepáticas, las del túbulo renal y las de la mucosa intestinal contienen fosfatasa capaces de separar el fosfato de la glucosa 6 - fosfato; en seguida la glucosa es capaz de atravesar otra vez la membrana y volver a los líquidos extracelulares. Aquí no hay captación de glucosa por la célula según el mecanismo usual de fosforilación, sino que el monosacárido es capaz de difundir más o menos libremente en ambas direcciones (5).

Como la glucosa puede tanto salir de las células hepáticas como entrar en ellas, la mayor parte de la glucosa formada en el hígado por glucogenolisis pasa a la sangre. Dicha glucogenolisis, por lo tanto, causa aumentos inmediato de la concentración de glucosa en sangre. En casi todas las demás células del cuerpo, y en particular en el músculo, la glucogenolisis aumenta la cantidad de glucosa 6 - fosfato intracelular y la utilización de la glucosa, pero esta glucosa no pasa a los líquidos extracelulares porque el 6 - fosfato de la glucosa no puede ser desfosforilado (5).

La oxidación completa de una molécula - gramo de glucosa produce 686 000 calorías; solo se necesitan 8 000 calorías para formar una molécula - gramo de trifosfato de adenosina. Por lo tanto, sería un desperdicio de energía descomponer en una sola vez

la glucosa hasta la etapa final de agua y bióxido de carbono, para formar una sola molécula de ATP. Por fortuna, las células contienen gran número de fermentos proteicos que desdoblan la molécula de glucosa poco a poco, en muchas etapas sucesivas que suponen cada una liberación de parte de la energía total y formación de una molécula de glucosa utilizada en la célula correspondiente a la formación de 38 moléculas de ATP (5).

Con mucho, el medio más importante de desintegración de la glucosa con liberación de energía es la glucólisis, seguida de oxidación de sus productos finales. Glucólisis es la participación de la molécula de glucosa para formar dos moléculas de ácido pirúvico; el proceso consta de los 10 pasos sucesivos. Cada paso es catalizado cuando menos por un fermento proteínico específico. La glucosa se convierte primero en fructosa 1,6 - di fosfato, que luego se divide en dos moléculas con cadena de tres carbonos. Cinco pasos después, estas se han transformado en ácido pirúvico (5).

La mayor parte de reacciones químicas intracelulares tiene por objeto poner a los sistemas fisiológicos de la célula en condiciones de aprovechar la energía para: a) actividad muscular; b) actividad secretora de las glándulas; c) creación de potenciales de membrana en fibras nerviosas y musculares; d) procesos de síntesis y e) absorción de alimentos del tubo digestivo (22).

**Reacciones acopladas.** En la célula todos los alimentos energéticos (carbohidratos, grasas y proteínas) pueden ser oxidados (por combinación con oxígeno); así se liberan grandes cantidades de energía. También se les puede quemar con oxígeno puro fuera del

organismo, en una llama, y se obtienen grandes cantidades de energía otra vez.

Sin embargo, este último método provoca una brusca liberación de energía en forma de calor únicamente. La energía que necesitan los procesos fisiológicos de las células no es calor, sino alguna forma capaz; a) de provocar movimiento en el caso de la contracción muscular; b) de concentrar los solutos en el caso de las glándulas, y c) de realizar otras funciones. Para que se obtenga este tipo de energía, son necesarias reacciones químicas "acopladas" con los sistemas que desempeñan la función fisiológica. Este acoplamiento se realiza a través de fermentos celulares especiales y sistemas transportadores de energía (22).

### **2.3. EJERCICIO**

La inactividad física ha sido señalada como un factor aterogénico en numerosos estudios. Los efectos favorables del ejercicio están plenamente demostrados en la prevención primaria de aterosclerosis (3).

#### **Efectos fisiológicos del ejercicio.**

Hay dos tipos de ejercicio: Dinámico o isotónico y estático o isométrico. El primero se caracteriza porque grandes masas musculares son puestas en acción en forma respectiva, con baja resistencia al movimiento generándose movimiento y trabajo externo y aumentando el gasto cardíaco (G C) y el consumo de oxígeno (O<sub>2</sub>), razón por la cual este tipo de ejercicio recibe el nombre de aeróbico(7).

El acondicionamiento prolongado, provoca una disminución de la presión de reposo de los individuos normales, tanto de la sistólica como la diastólica. También en algunos pacientes hipertensos disminuyen los niveles de presión en el curso del acondicionamiento prolongado, sobre todo cuando el paciente tiene un flujo adrenérgico aumentado (7).

El ejercicio dinámico aumenta el flujo coronario en el sujeto normal, debido sobre todo al mecanismo de autorregulación, por el cual el miocardio controla su propio flujo de acuerdo a sus necesidades metabólicas (21).

Una de las consecuencias del acondicionamiento físico, del que quizá dependa la mayor parte de sus posibles efectos benéficos es el cambio que induce en los lípidos sanguíneos: una disminución de los triglicéridos y un aumento en lipoproteínas de alta densidad en sujetos normolipémicos sobre todo cuando el ejercicio logra reducir el peso corporal (23).

Es importante el efecto fibrinolítico encontrado en sujetos sanos sometidos a ejercicio. Otro aspecto de sumo interés es el efecto general del ejercicio sobre el psiquismo. La sensación de bienestar o de euforia que se experimenta durante o después de ejecutar un ejercicio dinámico intenso es debido a la secreción de neuropéptidos como la endorfina. A diferencia del ejercicio dinámico el ejercicio estático tiene efectos poco benéficos desde el punto de vista cardiovascular (23).

Las modificaciones inducidas por el ejercicio tales como el aumento de la capacidad funcional, los cambios metabólicos antiaterogénicos y antitrombóticos son de indudable beneficio para el paciente isquémico (23).

La variación, identidad y tipo de ejercicio varía de un individuo a otro. La frecuencia cardíaca máxima esperada ha sido establecida por cada grupo de edad. Se calcula aproximadamente restando a 220 la edad del sujeto. La frecuencia de entrenamiento no debe ser mayor del 70%. El ejercicio debe repetirse en períodos de por lo menos cada 5 días para que tenga un verdadero impacto hemodinámico - metabólico (15).

## 2.4. OBESIDAD

Durante muchos años se discutió la relación entre obesidad y la morbilidad de la población en general, sin embargo, en la actualidad se ha establecido que a mayor grado de obesidad, los riesgos para la salud son mayores y la esperanza de vida se reduce (26).

La obesidad se define como un exceso de tejido adiposo que a menudo produce alteraciones importantes en el estado de salud. Resulta importante destacar que el término se refiere específicamente al aumento de tejido adiposo lo que la distingue del aumento ponderal dependiente de la masa muscular como ocurre en los atletas. Este concepto ha cobrado interés porque la obesidad metabólica con peso normal que corresponde a las personas que no presentan sobrepeso pero que presentan alteraciones metabólicas y hemodinámicas relacionadas con la obesidad como hipertrigliceridemia, hiperinsulinismo e hipertensión arterial. Este tipo de pacientes se caracteriza por ser de edad adulta y por tener un aumento del tejido adiposo, aumento del tamaño de adipocitos y disminución del peso magro (22).

## 2.5. ANATOMÍA, FISIOLOGÍA Y QUINECIOLOGÍA AL EJERCICIO

La anatomía del movimiento pone en juego principalmente tres sistemas:

- Los huesos, elementos del esqueleto.
- Unidos por medio de articulaciones.
- y movilizadas por los músculos.

Definir los movimientos no es muy fácil, ya que éstos pueden realizarse en una infinidad de direcciones y además a menudo se suman los movimientos de varias articulaciones (21).

Estos son algunos de los acuerdos que se han adoptado:

- Se reduce el estudio a los componentes de cada articulación (al menos al comienzo).

- Para cada una de ellas, los movimientos sólo se observarán desde tres planos.

- Los movimientos se describen a partir de una posición de referencia llamada "posición anatómica", cuerpo derecho, pies juntos y paralelos, brazos a lo largo del cuerpo y las palmas de las manos mirando hacia delante (21).

El plano sagital es aquel que dividiría el cuerpo en mitad derecho y mitad izquierdo. Por extensión, se llama plano sagital a todo plano paralelo a éste. Es el plano en el que se realizan los movimientos visibles de perfil (21).

Un movimiento en plano sagital que desplaza una región del cuerpo... - Hacia delante de la posición anatómica se llama flexión. Un movimiento en plano sagital que desplaza una parte del cuerpo - hacia atrás de la posición anatómica se llama extensión (21).

El plano frontal es aquel que dividiría el cuerpo en mitad anterior y mitad posterior. Es el plano en el que se realizan los movimientos visibles de cara (21).

Un movimiento en plano frontal que desplaza una región del cuerpo... - Hacia la línea media del cuerpo se llama aducción, - lejos de la línea media del cuerpo se llama abducción (21).

Por lo que se refiere al cuello y al tronco, un movimiento en plano frontal se llama inclinación lateral. Para los dedos de las manos y de los pies, la línea media del cuerpo es sustituida por el eje de la mano (tercer dedo) o del pie (segundo dedo) (21).

Hay tres formas principales de huesos: huesos largos (como el cúbito y el radio), cuya longitud es la dimensión que domina, huesos cortos (como el astrágalo), huesos planos (como el omóplato) (21).

La dureza de los huesos es debida a sus componentes minerales (alrededor de dos tercios). Así mismo, posee cierta elasticidad gracias a sus componentes orgánicos (un tercio) (21).

Estas dos cualidades son indispensables para la solidez de los huesos (si el hueso fuese demasiado rígido sería quebradizo y si fuese demasiado flexible sería deformable) (21).

Estas proporciones varían con la edad:

- En el niño, la proporción de materia orgánica es importante; el hueso es más flexible.

- En el "anciano", domina la proporción de materia mineral y el hueso se vuelve más quebradizo (21).

Los huesos están sometidos a continuas sollicitaciones:

- Sollicitaciones por presión. Al sostener el peso del cuerpo ya que sirven de brazo de palanca para las tracciones musculares (1).

La flexibilidad. Consiste en mantener o recuperar una capacidad de amplitud en los movimientos (1).

La flexibilidad difiere mucho de una persona a otra, según, por ejemplo: la edad, la "forma" de vida, eventuales patologías (traumatismos o reumatismos), etc. De la misma forma, puede variar considerablemente en una misma persona, de una articulación a otra, o simétricamente (1).

Al exceso de flexibilidad se le conoce con el nombre de laxitud o hiperlaxitud. Lo contrario de la flexibilidad es la rigidez (1).

El hueso permite o limita los movimientos por su propia forma y la de sus superficies articulares (10).

Los diferentes tejidos de la articulación (fibro - cartilaginosos en los discos, cartílagos propiamente dichos). Los tejidos que componen las articulaciones permiten o limitan la movilidad, llegando a veces a la anquilosis completa (10).

Este tipo de lesión se da raramente en los niños; es más frecuente en los adultos, y aumenta con la edad (10).

Las cápsulas y los ligamentos aseguran pasivamente el mantenimiento de las articulaciones permitiendo, a su vez, los movimientos propios de cada una (10).

Estos tejidos son, en su mayoría, poco elásticos (es decir que si los deformamos con una distensión, no recobran en seguida su longitud inicial). Deben ser respetados como tales. en efecto, son ricos en nervios sensitivos. Estos informan al cerebro de los estiramientos eventuales de los tejidos cuando se produce algún movimiento (10).

Si están distendidos, existe el riesgo que "adviertan" con retraso, con lo cual hay peligro de que se produzca un esguince. Esto es especialmente significativo para ciertos ligamentos del pie, de la rodilla, de la columna, que no deberían nunca ser estirados durante los ejercicios de flexibilidad (10).

Por el contrario, ciertos ligamentos (ligamentos anteriores de la cadera, ciertos ligamentos de la columna vertebral) a menudo se encuentran "plegados" sobre sí mismos y será necesario realizar un trabajo de "despliegue" que les vuelva a dar la longitud perdida. Este trabajo se realiza a partir de una posición en la que el ligamento es puesto en tensión y manteniendo durante un cierto tiempo dicha posición (10).

Finalmente el músculo. Es a la vez contráctil y elástico. si estiramos un músculo, se produce un cierto alargamiento, el cual puede durar. La mayor parte de los músculos del cuerpo pueden convertirse en frenos del movimiento, sea porque su envoltura (aponeurosis) se haya encogido, o bien porque sus fibras en un estado de contracción muscular (tono) excesivo, se opongan a los estiramientos. La mayor parte de los ejercicios de flexibilización van a afectar a la musculatura (24).

Algunos músculos atraviesan una sola articulación: son los mono articulares. Para estirarlos debe ejecutarse el movimiento contrario a su acción. Otros atraviesan dos o más articulaciones: son los poli articulares. Para estirarlos, habrá que actuar sobre todas las articulaciones que atraviesan (24).

### **EL ESTIRAMIENTO SIMPLE.**

Colocaremos el cuerpo en una posición que aleje los puntos de inserción del músculo, en el límite de la sensación de extensión (sin llegar a la sensación de desgarramiento o de ardor). Esta situación conlleva una flexibilización, con la condición de que el ejercicio sea lento. En efecto la extensión rápida provoca una respuesta neuromuscular contraria que es el encogimiento reflejo del músculo (21).

### **LA DISTENSIÓN MUSCULAR.**

Es un medio interesante para ganar extensión en el músculo, puesto que estamos al amparo de cualquier desgarramiento muscular o aponeurótico (21).

Para que un músculo pueda distenderse al máximo (no puede nunca distenderse completamente en situaciones cotidianas), es preciso que la articulación a la cual moviliza no esté ni en necesidad de sostén, ni en riesgo de dislocación. Por ejemplo, si el brazo "cuelga" verticalmente, el hombro está en situación de sostén de la articulación: los músculos del hombro están entonces en contracción tónica. si el hombro es arrastrado en un movimiento al límite de la luxación, habrá, así mismo, una contracción muscular para evitar dicha luxación (21).

Es necesario pues, para estirar un músculo en distensión, colocar los segmentos óseos en una posición en la cual el músculo esté al límite del estiramiento y que la articulación permanezca totalmente sostenida (21).

Para el recto anterior, bastaría trabajar con el pie sostenido por la mano, sin buscar el estiramiento del músculo por la propia tracción del pie. Es necesario esperar unos instantes antes de extender más el músculo, moviendo la pelvis o el pie (21).

### **LA CONTRACCIÓN - DISTENSIÓN.**

Es un modo de estiramiento que usa el tiempo posterior a la contracción muscular para extender el músculo (1).

Para el ejemplo del recto anterior:

Nos colocaremos en la posición del ejercicio, con una apertura justo al límite del estiramiento. De esta forma, intentaremos extender la rodilla (el pie empuja a la mano -contracción del recto-) Aguantaremos la contracción más o menos intensa unos segundos. A continuación relajaremos el músculo. En este caso podremos utilizar el tiempo que sigue a la contracción: El estiramiento resultará más fácil, aunque deberemos tener en cuenta: no forzar ni la velocidad ni la amplitud del movimiento (1).

## **LA FUERZA AL EJECUTAR LOS MOVIMIENTOS.**

Una vez finalizado el período de la primera infancia (4 -5 años), la forma de vida actual no ejercita suficientemente nuestra musculatura, la cual tiende a debilitarse. Hay pues que incorporar un mantenimiento. Es lo que el trabajo corporal hace de forma general (24).

Pero aquí se fortalece básicamente ciertos músculos determinantes, que serán ejercitados según cada región (24).

¿Cómo empezar?

Hay que tener en cuenta que para que un músculo se desarrolle hay que proponerle una situación de contracción máxima muy superior a la que existe en la mayoría de movimientos (24).

Entre los momentos de contracción el músculo precisa de momentos de distensión. Es importante que la calidad de este tiempo sea tan completa e intensa como la contracción (24).

Esto es indispensable para la calidad de la contracción siguiente.

Es necesario oxigenar el cuerpo durante el trabajo muscular.

- Trabajando en una sala aireada. Es conveniente acostumbrarse a airear entre clase y clase, y si fuera necesario, en el momento de los ejercicios de fortalecimiento más intensos (24).

- Oxigenar el propio cuerpo mediante ventilación o aireación, antes, durante y después de los ejercicios para evitar de esta forma, calambres y agujetas que suelen ser consecuencia de fatigas o de una intoxicación del músculo (24).

Pueden producirse dos clases de contracciones:

### **LAS CONTRACCIONES ESTÁTICAS.**

No existe movimiento, sin embargo el mantenimiento de una postura comporta una contracción muscular. Por ejemplo: la detención en un movimiento - levantar la pierna y mantenerla levantada (15).

#### **- Ventajas de este tipo de contracción:**

Hace trabajar el músculo sin movimientos articulares, es decir, sin fatigar el cartilago. Permite, de igual forma, trabajar en zonas muy precisas (15).

#### **- Inconvenientes:**

Hay que evitar hacer demasiadas en los cursos en que la gente busque la sensación de "movimientos".

No hay que prolongarlas más allá de los 7 segundos si se trata de una contracción intensa, puesto que, posteriormente, entraríamos en un estado de fatiga muscular (15).

## **LAS CONTRACCIONES DINÁMICAS.**

Cuando las contracciones musculares acarrear movimientos.

Por ejemplo, la contracción del deltoides acarrea una elevación del brazo.

Las contracciones dinámicas pueden servir, igualmente, para frenar los movimiento.

Por ejemplo, la contracción del deltoides frena la caída del brazo, por ello permite efectuar un descenso lento (15).

### **- Ventajas de este tipo de contracción.**

Está asociada al movimiento.

Necesita mucho menor tiempo de distensión entre contracciones, debido a que, en la mayoría de los casos, al producirse los movimientos, la contracción de un músculo se alterna con la de un músculo opuesto (15).

### **- Inconvenientes.**

No permite tantas precisiones como la contracción estática.

Acarrea una fricción a nivel de la articulación que se añade a la compresión articular debida a la propia contracción (15).

## EL EJERCICIO DE COORDINACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS

La diferencia que buscamos entre un ejercicio de fortalecimiento y otro de coordinación, es que este último más que aumentar la fuerza cuantitativa de un músculo, buscamos su participación en los encadenamientos motores vinculados a acciones de mayor o menor complejidad (24).

Toda técnica corporal tiene una serie de coordinaciones propias que requieren un aprendizaje específico (la estabilidad en equitación, el servicio en tenis, las diversas clases de giros en danza, etc.) No obstante, existe una base en todas y cada una de las técnicas, es decir, las **coordinaciones básicas**, como pre - movimientos, que gestarán las demás. Estas son las que nos interesan en este libro. Su adquisición nos facilitará el acceso a las técnicas más variadas (24).

Cabe señalar que hay un elemento anatómico que coincide en los tres tipos de trabajo: es el músculo.

- El músculo necesita ser flexibilizado, por ello lo encontramos en los pasajes que tratan sobre flexibilización, aunque todas las técnicas de flexibilización no vayan dirigidas exclusivamente al músculo (24).

- También necesita ser fortalecido; a él se refieren todas las técnicas de fortalecimiento.

- Y finalmente, la coordinación de movimientos atañe al músculo esencialmente a su fineza en el funcionamiento neuromotor (24).

## **CONTRACCIÓN DEL MÚSCULO ESQUELÉTICO**

Aproximadamente el 40% del cuerpo está formado por músculo esquelético, y otro 4% por músculo liso o cardiaco (7).

### **LA FIBRA MUSCULAR ESQUELÉTICA.**

Todos los músculos esqueléticos del cuerpo están constituidos por un número elevado de fibras nerviosas con diámetros entre 10 y 80 micras. En la mayor parte del músculo las fibras se extienden a todo lo largo de músculo y excepto por el 2% aproximadamente de las fibras, cada una está innervada por una sola terminación nerviosa localizada cerca de la parte media de la fibra (7).

El sarcolema es la membrana celular de la fibra muscular. Está constituido por una verdadera membrana celular llamada la membrana plasmática y una capa muy delgada de un material polisacárido similar al de la membrana basal que rodea los capilares sanguíneos; también hay finas fibrillas de colágeno en la capa externa del sarcolema. En los extremos de las fibras musculares estas capas superficiales de sarcolema se fusionan con las fibras tendinosas que, a su vez, se unen en haces para formar los tendones musculares y luego se insertan en los huesos (7).

**MIOFIBRILLAS; FILAMENTOS DE ACTINA Y MIOSINA.** Cada fibra muscular contiene varios centenares o millares de miofibrillas. Cada miofibrilla, a su vez, tiene, uno al lado de otro, unos 1 500 filamentos de miosina y filamentos de actina - tropomiosina que, son moléculas de proteína polimerizadas voluminosas a las cuales corresponde la contracción muscular. Los filamentos de miosina y de actina se interdigitan; por lo tanto, las miofibrillas tienen bandas alternas claras y oscuras. Las bandas claras que contienen los filamentos de actina se denominan bandas I porque son isótropas para la luz polarizada. Las bandas oscuras que contienen los filamentos de miosina, así como los extremos de los filamentos de actina cuando se superponen a la miosina, se denominan bandas A porque son anisótropas para la luz polarizada (7).

Los filamentos de actina están unidos a la llamada membrana Z o línea Z, y los filamentos se extienden a cada lado de la membrana (7).

La porción de una miofibrilla (o de toda la fibra muscular) situada entre dos membranas Z sucesivas se llama una sarcómera.

Cuando la fibra muscular está en su longitud total estirada en reposo, la longitud es de aproximadamente 2 micras. Con esta longitud los filamentos de actina se superponen completamente a los de miosina, y empiezan apenas a superponerse unos a otros (7).

Cuando una fibra muscular se estira más allá de su longitud natural, los extremos de los filamentos de actina se separan, dejando una pequeña zona clara en el centro de la banda A. Esta zona clara, llamada zona H. Esta zona H raramente se observa en el músculo que funciona normalmente, porque se produce contracción de la sarcómera normal cuando la longitud en reposo de la misma es de 2 micras a 1.6 micras. En estos límites los extremos de los filamentos de actina no sólo se superponen a los filamentos de miosina; también se superponen unos a otros (7).

**EL SARCOPLASMA.** Las miofibrillas están suspendidas dentro de la fibra muscular en una matriz denominada sarcoplasma, compuesta de los elementos intracelulares usuales. El líquido del sarcoplasma contiene grandes cantidades de potasio, magnesio, fosfato y proteínas enzimáticas. También hay un número enorme de mitocondrias situadas entre las miofibrillas y paralelamente a las mismas, situación que indica la necesidad que tienen las miofibrillas que se contraen de grandes cantidades de ATP producido por las mitocondrias (7).

**EL RETÍCULO SARCOPLÁSMICO.** En el sarcoplasma también hay un amplio retículo endoplásmico, que en la fibra muscular se denomina retículo sarcoplásmico. Este retículo presenta una organización especial, de gran importancia en el control de la contracción muscular (7).

La contracción muscular tiene lugar por un mecanismo de deslizamiento de filamentos (21).

En reposo, las fuerzas de atracción entre los filamentos de actina y los de miosina están inhibidas, pero cuando un potencial de acción viaja por la membrana de la fibra muscular, provoca la liberación de grandes cantidades de iones de calcio hacia el sarcoplasma que rodea las miofibrillas (7).

El filamento de miosina está compuesto de unas 200 moléculas de miosina cada uno, con peso molecular de 450 000 (7).

La molécula de miosina está formada de dos partes; una llamada meromiosina ligera, la otra llamada meromiosina pesada. La meromiosina ligera está construida por dos tiras de polipéptidos enrolladas una sobre otra en hélice. La meromiosina pesada, a su vez, tiene dos partes: la primera, una hélice doble similar a la de la meromiosina ligera; en segundo lugar, una cabeza unida al extremo de la hélice doble. La cabeza está formada de dos masas de proteína globular (7).

El filamento de actina también es complejo. Está constituido por tres componentes diferentes: actina, tropomiosina y troponina (7).

La columna vertebral del filamento de actina es una molécula de proteína actina F de doble tira. Las dos tiras están enrolladas formando una hélice, que hace una revolución completa de 360° aproximadamente cada 700 amstrongs (7).

Cada neurona motora que sale de la médula espinal suele inervar varias fibras musculares; el número depende del tipo de músculo. Todas las fibras musculares inervadas por una sola fibra nerviosa reciben el nombre de unidad motora. En general, los músculos que reaccionan rápidamente y los que se contraen en forma precisa tienen pocas fibras musculares para cada unidad motora, y un número mayor de fibras nerviosas para cada músculo (7).

Sumación significa adición de contracciones musculares individuales para lograr movimientos musculares fuertes y concertados. En general, la sumación ocurre en dos formas: 1) aumentando el número de unidades motoras que se contraen simultáneamente, y 2) aumentando la rapidez de contracción de cada unidad motora (7).

Cuando el músculo comienza a contraerse después de un largo período de reposo, su fuerza inicial de contracción puede ser tan poco como la mitad de su fuerza después de 30 a 50 contracciones musculares. Que la fuerza de contracción aumenta hasta una meseta, fenómeno denominado de escalera o Treppe (7).

Incluso cuando los músculos están en reposo, persiste cierto grado de contracción, que varía según los momentos y según las personas. Este grado de contracción residual en el músculo esquelético recibe el nombre de tono muscular. Como las fibras musculares esqueléticas no se contraen sin que un potencial de acción estimule la fibra, se cree que el tono muscular esquelético resulta totalmente de impulsos nerviosos provenientes de la médula espinal. Estos, a su vez, son controlados parcialmente por impulsos transmitidos del cerebro a las neuronas motoras anteriores y, en parte, por impulsos nacidos en husos musculares localizados en el propio músculo (7).

La contracción enérgica y prolongada de un músculo origina el estado bien conocido de fatiga muscular. Resulta de una incapacidad de los procesos contráctiles y metabólicos de las fibras musculares para continuar proporcionando el mismo trabajo. El nervio continúa funcionando adecuadamente, los impulsos nerviosos atraviesan normalmente la unión neuromuscular hacia la fibra del músculo, e incluso potenciales normales difunden por las fibras musculares, pero la contracción se debilita cada vez más decreciendo el nivel de ATP en las propias fibras musculares (7).

La interrupción del riego sanguíneo del músculo origina una fatiga muscular muy intensa en un minuto o poco más, por pérdida manifiesta del aporte nutritivo (7).

La actividad muscular forzada hace que el músculo aumente de volumen, fenómeno que se denomina hipertrofia. Los diámetros de cada fibra muscular aumentan y las fibras ganan en número total de miofibrillas y en diversas sustancias nutritivas e intermedias como trifosfato de adenosina, fosfocreatina, glucógeno, etc. En pocas palabras, la hipertrofia muscular aumenta tanto el poder motor del músculo como los mecanismos nutritivos para asegurar tal aumento de poder (7).

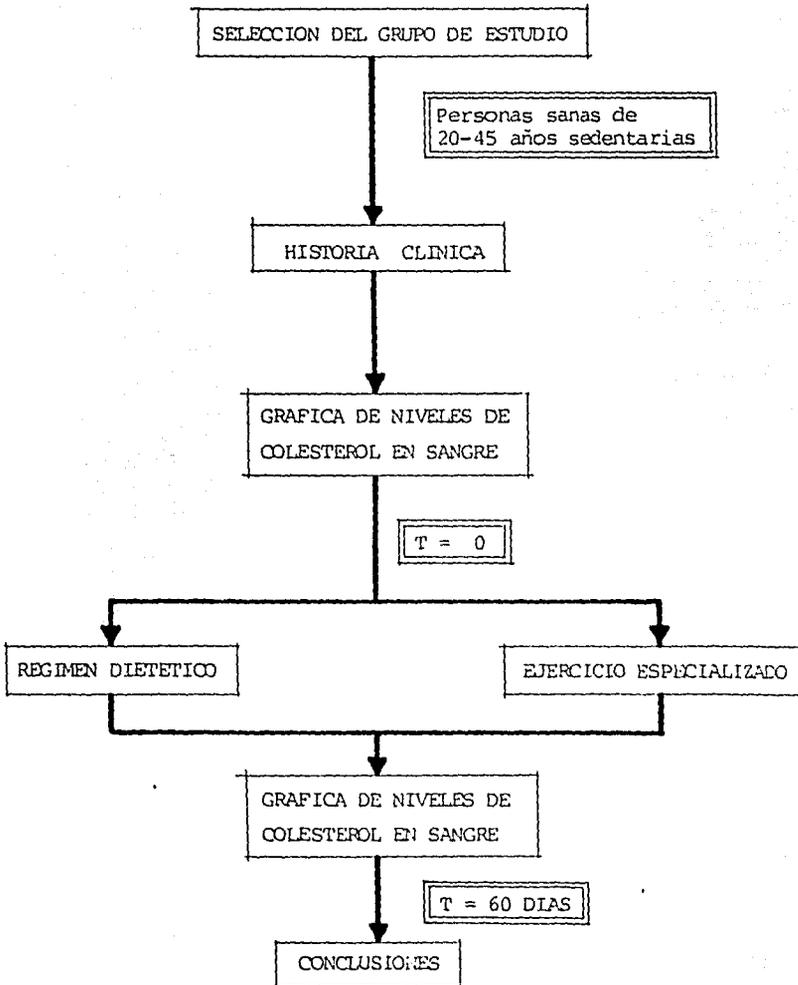
La actividad muscular ligera, incluso cuando persiste largo tiempo, no origina gran hipertrofia. Esta proviene sobre todo de actividad muscular intensa, aunque solo sea a base de unos minutos al día. Por este motivo, la fuerza puede desarrollarse en los músculos mucho más rápidamente empleando ejercicios "de resistencia" que simplemente prolongando ejercicios intensos. De hecho, esencialmente no se desarrollan nuevas miofibrillas a menos que el músculo se contraiga por lo menos al 75% de su tensión máxima.

La inversa de la hipertrofia muscular; resulta en cualquier momento en que un músculo no se utiliza o se emplea para contracciones muy débiles. La atrofia tiene particular tendencia a producirse cuando las extremidades se colocan en aparatos de yeso, lo cual impide la contracción muscular. Un plazo tan breve como son los meses de falta de uso puede disminuir progresivamente el volumen muscular hasta la mitad del normal (7).

## CAPÍTULO III

## PARTE EXPERIMENTAL

### 3.1. DIAGRAMA DE FLUJO



### **3.2.1. RUTINA DE EJERCICIOS.**

De acuerdo a la experiencia adquirida a través de 15 años en el área de acondicionamiento y terapia física, se ha diseñado una rutina básica de ejercicios muy sencillos que involucran cada región muscular de tal manera que se tonifica el músculo. A mayor tono muscular con el mismo peso corporal total, menos nivel de grasa en todo el cuerpo.

Para obtener un resultado satisfactorio, la rutina debe practicarse por lo menos 4 veces a la semana y a un ritmo tal que no dure más de 50 minutos.

Cada ejercicio tiene indicado el número de repeticiones (R) que se deben ejecutar; siendo el número de series de 4 a 5 por ejercicio dependiendo de la condición física de cada individuo.

## **Rutina básica de acondicionamiento.**

### **I. CALENTAMIENTO.**

La posición inicial es parado con los pies separados 30 - 40 cm. y la vista al frente. Se comienza de arriba hacia abajo.

1. Rotaciones de cabeza; primero hacia la derecha, luego la izquierda. (5R).
2. Rotaciones de brazos; primero hacia adelante, luego hacia atrás. (5R).
3. Rotaciones de antebrazos y muñecas; primero hacia adentro, luego hacia afuera (5R).
4. Rotaciones de cintura; primero a la izquierda, luego a la derecha (5R).
5. Rotaciones de rodillas; primero a la izquierda, luego a la derecha (5R).
6. Rotaciones de tobillos; primero el pie derecho hacia adentro y afuera continuando con el izquierdo (5R).

## **II. MARCHA EN EL MISMO LUGAR**

La posición inicial es parado con los pies al nivel de la cadera, brazos estirados a los lados y vista al frente. En este ejercicio no se salta (8-12 min).

## **III. MEDIAS LAGARTIJAS.**

La posición inicial es incado, apoyándose con las manos en el piso a unos 55 cm. de distancia una de otra, la vista al frente, los pies cruzados. Se acerca el pecho al piso hasta tocarlo, regresando a la posición inicial (15R).

## **IV. ABDOMEN ALTO.**

La posición inicial es acostado boca arriba con los pies bien plantados, las piernas semiflexionadas y las manos cruzadas tocando los hombros. Se levanta el tronco 8 a 12 cm. del suelo y se regresa a la posición inicial (15 - 25R).

## **V. ABDOMEN BAJO.**

La posición inicial es acostado boca arriba con las manos debajo de la cadera y la cabeza apoyada en el piso. Se levantan los pies 30 a 40 cm. del piso y se regresa a la posición inicial (15 -20R).

## **VI. HIPEREXTENSIONES.**

La posición inicial es acostado boca abajo con los brazos a los lados. Se intenta levantar 15 - 20 cm. el tronco hacia arriba y se regresa a la posición inicial (12 - 15R).

## **VII. FLEXIBILIDAD Y RELAJACIÓN.**

Sentado en el piso con las piernas semiflexionadas, doblar el tronco hacia adelante tratando de tocar los tobillos (30 seg.).

Acostado boca arriba con los brazos a los lados, levantar las piernas dirigiendo las rodillas al pecho y girando la cintura a ambos lados (40 seg.).

### **3.2.2. ANTECEDENTES DIETÉTICOS.**

Es posible cuantificar más la ingestión dietética utilizando diversas técnicas. Puede recordarse la dieta de 24 horas con rapidez y facilidad proporcionando así una estimación general de la ingestión de nutrientes. Se pide al individuo que describa los alimentos que ha consumido durante las últimas 24 horas, incluyendo bocadillos, bebidas y alcohol. También hay que preguntar sobre la preparación de los alimentos. Puede valorarse con rapidez la ingestión determinando el número de porciones ingeridas de cada grupo y valorando la calidad de los alimentos dentro de los mismos. Es posible obtener una información cuantitativa más precisa completando el registro de la dieta de 3 a 5 días.

La historia enfocada a la nutrición debe incluir:

- Historia de la ingestión.
- Historia del peso.
- Estado funcional.

El examen físico enfocado a la nutrición debe incluir:

- Masa muscular con la medida (en pulgadas) del brazo derecho en flexión.
- Grado de concentración de depósitos de grasa, por medio de un calíper.

El régimen alimenticio está diseñado de tal forma que cada individuo pueda elaborarlo de acuerdo a sus gustos, necesidades y presupuesto. Es un régimen de (70 P), (20 C), (10 G), donde la persona libremente elige lo que quiere evitando la presión psicológica de un régimen alimenticio no personalizado donde es obligado a comer alimentos que le son desagradables o fuera de presupuesto.

Para elaborar su dieta se añaden tablas de valores alimenticios en el apéndice A.

### 3.2.3. RÉGIMEN ALIMENTICIO ADECUADO.

- Granos enteros.
- Fruta.
- Carbohidratos 70%
  - Tubérculos: papa, zanahoria, betabel, rábano, cebolla.
  - Pan integral.
  - Verduras.
  - Huevo (claras)
  - Aves.
- Proteínas 20%
  - Carnes.
  - Productos del mar.
  - Leche y sus derivados.
  - Leche y sus derivados.
  - Carne de cerdo y derivados.
- Grasas 10%
  - Nueces, cacahuates.
  - Mantequilla.
  - Chocolates.

## CAPÍTULO IV

#### **4.1. RESULTADOS.**

En la figura 1 se muestran los niveles séricos de colesterol total del grupo conformado por mujeres antes de someterse voluntariamente al régimen alimenticio y la rutina de ejercicios.

En la figura 2 se muestran los datos obtenidos del mismo grupo después del ensayo.

En la figura 3 se comparan los datos iniciales del grupo de mujeres con los obtenidos después del tratamiento.

En la figura 4 muestra los niveles séricos de colesterol antes de seguir la dieta y ejercicio.

La figura 5 muestra los niveles de colesterol del grupo de hombres obtenidos después de seguir la dieta y ejercicio.

La figura 6 muestra la colesterolemia antes y después de seguir la dieta y ejercicios.

Se aplicó la prueba de hipótesis siguiendo la distribución normal y con un 5% de valor de significancia. Para ambos grupos no se encontraron diferencias significativas en la colesterolemia antes y después del régimen de ejercicios y dieta.

**4.2. DATOS DEL GRUPO EXPERIMENTAL.**

Mujeres	colesterol inicial	colesterol final
1	220	212
2	200	180
3	190	170
4	210	200
5	212	202
6	132	125
7	180	162
8	200	170
9	250	240
10	200	190
11	200	192
12	225	200
13	160	150
14	175	160
15	160	130

$$x = 194.3 \pm 28.5$$

$$x = 178.8 \pm 30$$

Hombres	colesterol inicial	colesterol final
16	200	120
17	225	190
18	160	155
19	220	220
20	230	150
	$x = 207 \quad S = 25.6$	$x = 167 \quad + - 34.58$

Dado lo heterogéneo del grupo experimental, fueron realizados los análisis de colesterol total en laboratorios particulares y por separado en las personas que aceptaron participar voluntariamente en el ensayo.

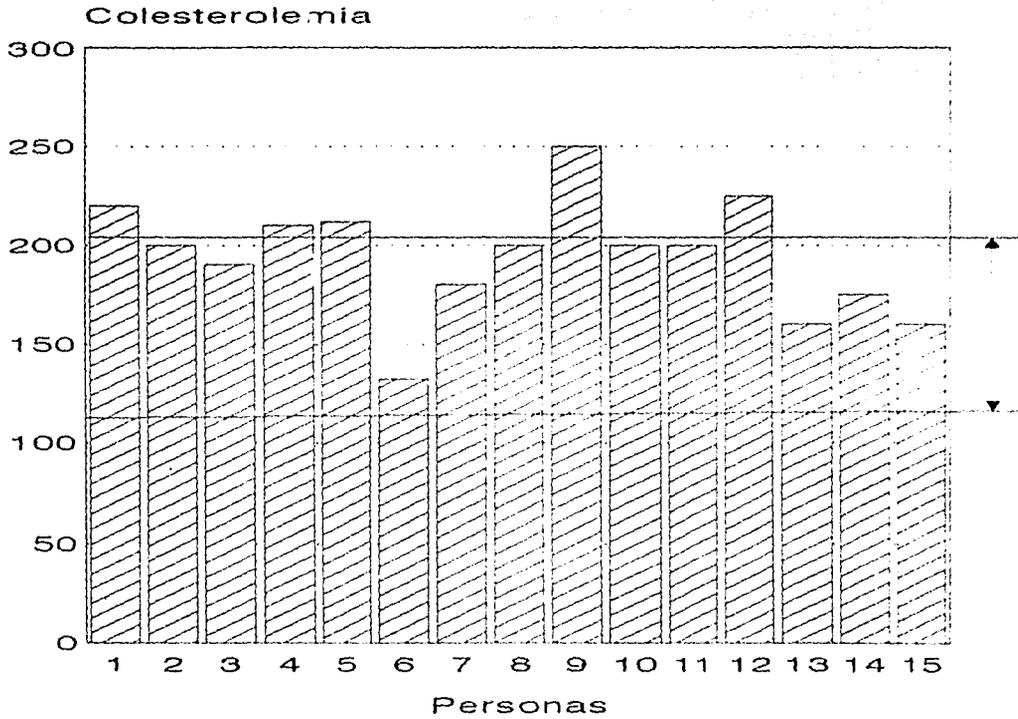
**4.3. GRÁFICAS.**

Figura 1. Niveles de colesterol en suero del grupo de mujeres. Registro previo a la dieta y ejercicios. En la gráfica se indican los valores normales de colesterol.

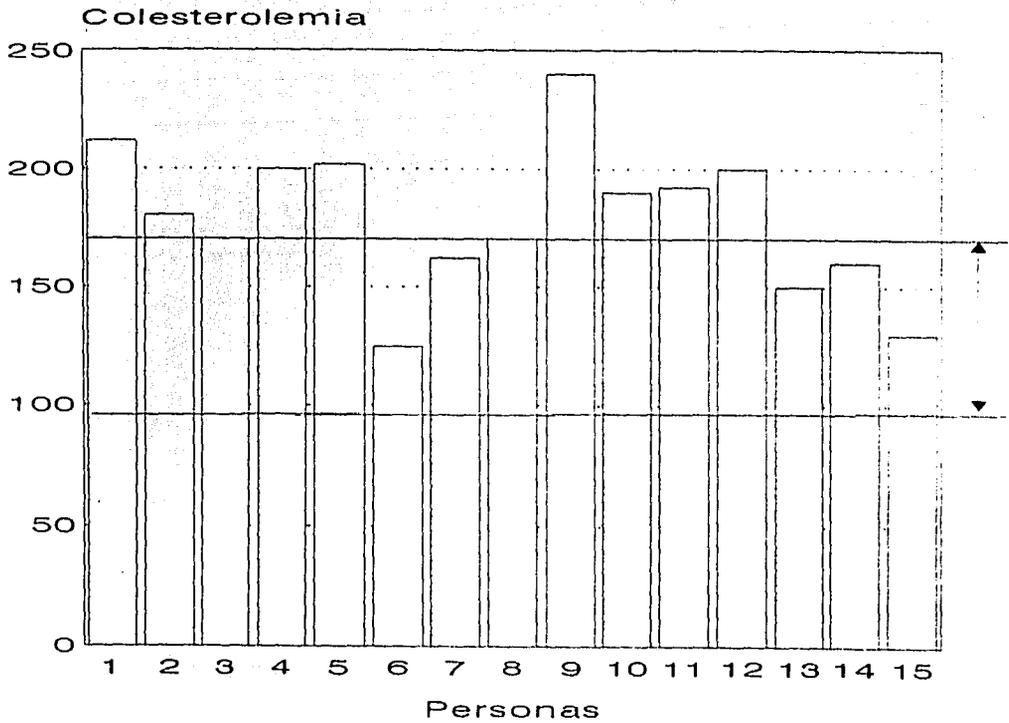


Figura 2. Niveles de colesterol en suero del grupo de mujeres. Después de seguir la dieta y ejercicios. En la gráfica se indica los valores normales de colesterol.

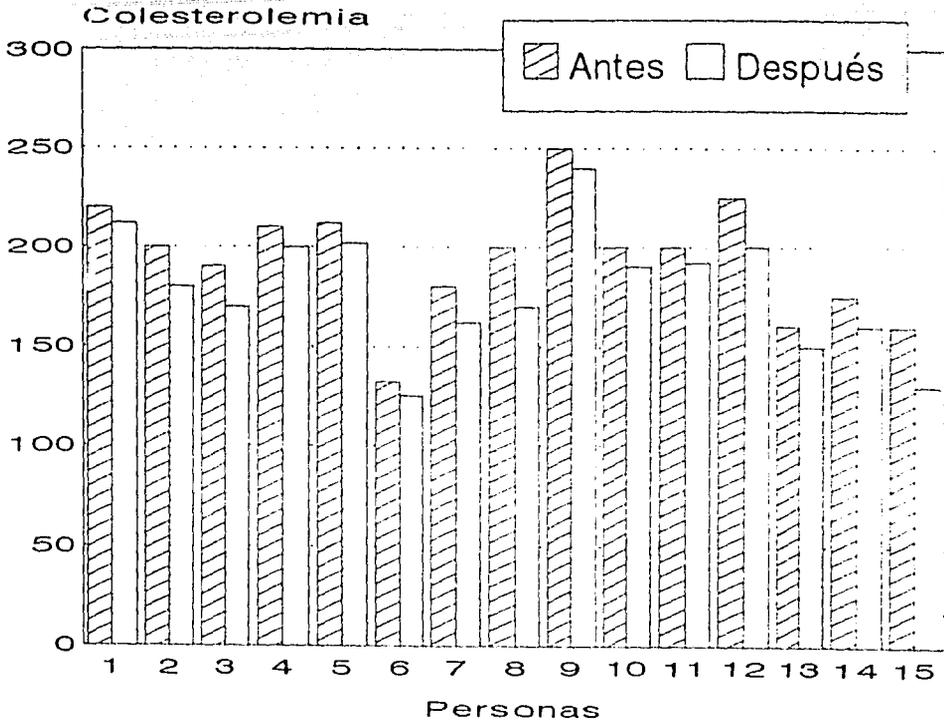


Figura 3. Niveles de Colesterol en el grupo experimental compuesto por mujeres 15 personas fueron sometidas a régimen alimenticio y rutina de ejercicios el cual fue diseñado con el fin de disminuir la colesterolemia.

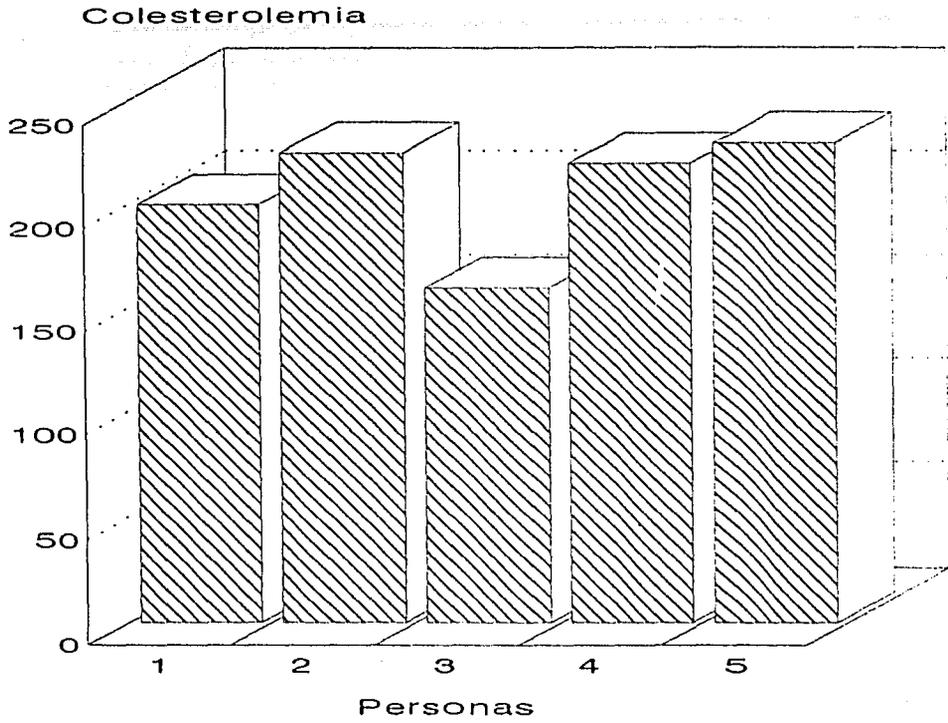


Figura 4. Niveles de colesterol en suero del grupo de hombres. Antes de seguir la dieta y ejercicios.

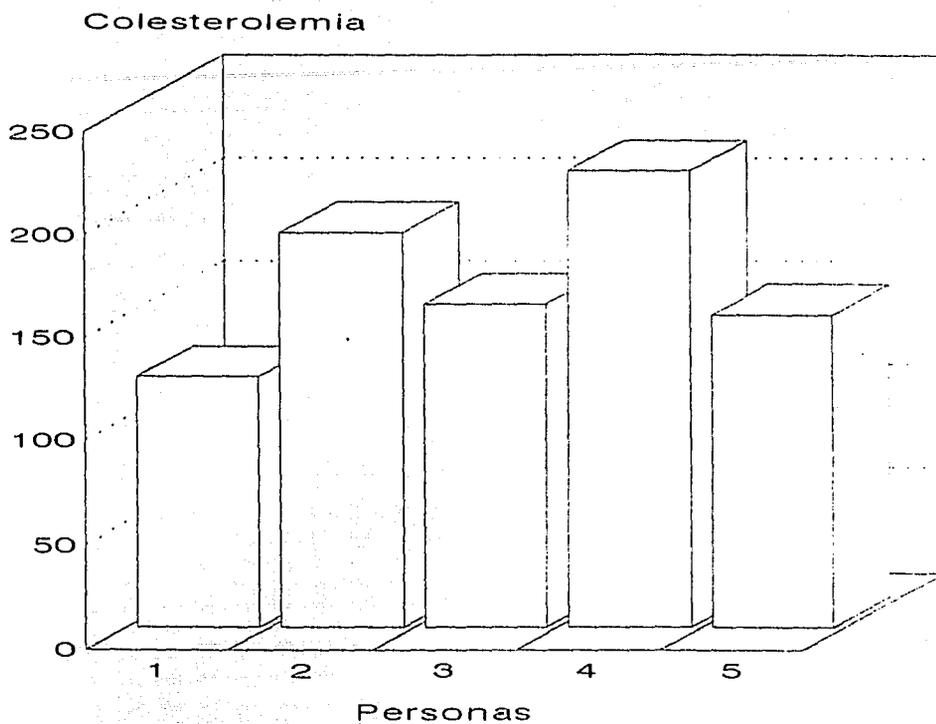


Figura 5. Niveles de colesterol en suero del grupo de hombres. Después de seguir la dieta y ejercicios.

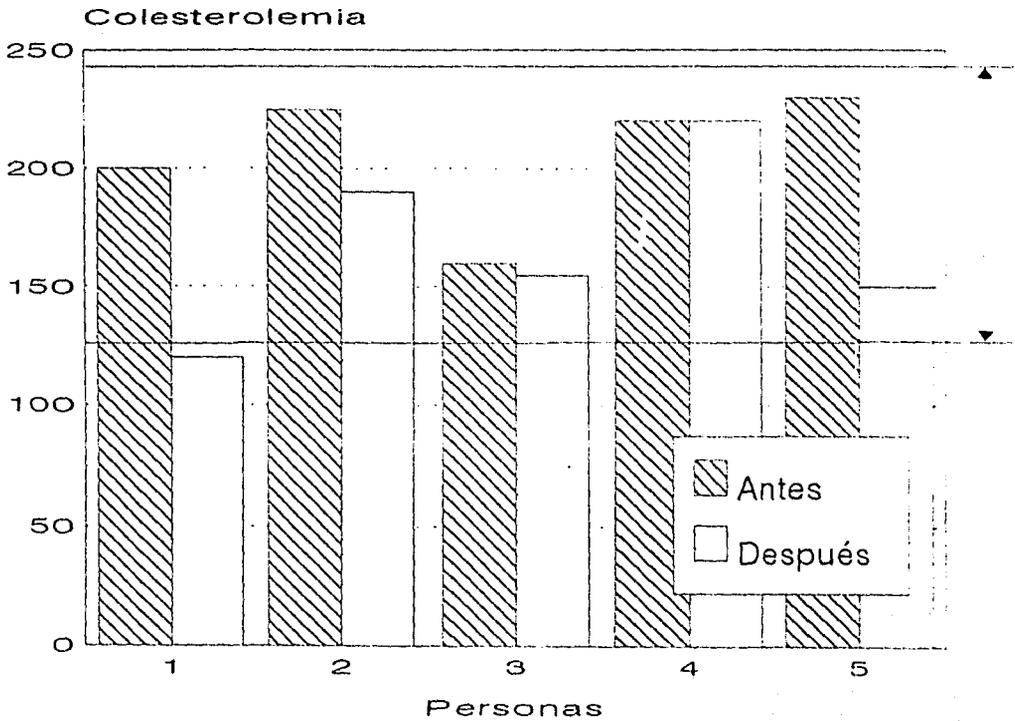


Figura 6. Colesterolemia antes y después de seguir la dieta y ejercicios.  
En la gráfica se indica los valores normales de colesterol.

#### 4.4. Discusión.

Debido al problema que representa a la salud pública, los altos niveles séricos de colesterol en la población todos aquellos estudios encaminados a vislumbrar métodos que permitan reducir estos valores son de alta utilidad.

El método desarrollado es económico y de fácil ejecución por lo que se puede aplicar a la población de individuos sanos. Además incrementa la capacidad física y mejora los hábitos alimenticios.

La rutina es el resultado de 15 años en la práctica profesional del acondicionamiento físico, habiendo escogido un ejercicio por región muscular para ejercitar todo el cuerpo. Es una rutina fácil de ejecutar por cualquier persona aún cuando no hayan practicado ningún deporte previamente. Es de corta duración por lo que se realiza en poco tiempo.

De acuerdo a la experiencia profesional considero mejor el dejar libremente a cada individuo la elección de su propio menú ayudándose con el apéndice A y considerando la relación 70% carbohidratos complejos, 20% proteína, 10% grasa. Cuando se impone un régimen igual a todos los individuos el 85% no lo cumple.

## CAPÍTULO V

## CONCLUSIONES.

En base a los resultados obtenidos y al estudio estadístico se puede concluir que el régimen alimenticio y de ejercicio no reportó diferencias significativas en los valores.

Se podría obtener un mejor resultado prolongando el programa por 4 a 6 meses más, y además al ser un grupo de personas voluntarias no se obligan a desarrollar el programa a un 100% de su capacidad.

ESTE TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

**BIBLIOGRAFÍA**

- 1.- ABRAVANEL ELLIOT.- BODY TYPE PROGRAM. BANTAM BOOKS. (1985).
- 2.- BALLATERRA.- DICCIONARIO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTOS. 2a EDICIÓN, MÉXICO (1989).
- 3.- CUETO GARCÍA LUIS.- PREVENCIÓN DE LA ATEROSCLEROSIS EN MÉXICO. PRIMERA EDICIÓN, MÉXICO (1989).
- 4.- CREFF A.F.- DIETÉTICA DEPORTIVA. TORAY - MASSON, BARCELONA (1977).
- 5.- CONN STUMPF.- BIOQUÍMICA FUNDAMENTAL. LIMUSA (1982).
- 6.- FEAN A.T.- FOOD VALUES. QUINCEAVA EDICIÓN, NEW YORK (1989).
- 7.- GUYTON ARTHUR.- TRATADO DE FISIOLOGÍA MÉDICA. QUINTA EDICIÓN, INTERAMERICANA (1980).
- 8.- GUILLET.- MEDICINA DEL DEPORTE. TORAY - MASSON (1978).
- 9.- ICAZA SUSANA.- NUTRICIÓN. INTERAMERICANA (1985).
- 10.- KIMBER GRAY.- MANUAL DE ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA. LA PRENSA MÉDICA (1989).

11.- KRIFFIN JAMES E. ENDOCRINOLOGÍA Y METABOLISMO. PRETEST, MÉXICO (1990).

12.- KOLMER.- DIAGNÓSTICO CLÍNICO POR ANÁLISIS DE LABORATORIO. TERCERA EDICIÓN, EDITORIAL INTERAMERICANA (1961).

13.- KRUPP.- DIAGNÓSTICO CLÍNICO, TRATAMIENTO. 25a EDICIÓN, MÉXICO (1991).

14.- LIONS LISA.- BODY MAGIC. BANNTAN BOOKS (1989).

15.- METZLER DAVID E.- BIOQUÍMICA. EDICIÓN OMEGA (1989).

16.- MORALES SARA.- NUTRICIÓN UN ENFOQUE BIOQUÍMICO. LIMUSA (1992).

17.- PETERSON MARILYN.- EAT TO COMPETE. YEAR BOOK MEDICAL PUBLISHERS, INC. (1988).

18.- PIETRO NICOLA.- GERIATRIA. MANUAL MODERNO (1989).

19.- QUINTIN JOSE.- TABLAS DE VALORES NUTRITIVOS PARA CÁLCULOS DIETÉTICOS. CERVANTES EDITOR. (1991).

20.- SOLVEBORN.- STRECHING. EDICIONES ROCA (1984).

21.- TAYLOR KEITH B.- NUTRICIÓN CLÍNICA. INTERAMERICANA. (1983).

22.- TEPPERMAN.- FISIOLOGÍA METABÓLICA Y ENDÓCRINA. INTERAMERICANA. (1975).

23.- WEIDER JOE.- THE WEIDER APPROACH.  
CONTEMPORAR Y BOOKS. (1981).

24.- WINBERGER.- ANTIHYPERTENSIVE THERAPY AND  
LIPIDS. WASHINGTON. (1992).

25.- WOOTON STEVE.- NUTRICIÓN Y DEPORTE. ACRIBIA.  
(1990).

## APÉNDICE A

## Tablas de valores nutritivos

---

 Valor nutritivo de algunos alimentos (en 100 g peso neto)
 

---

CEREALES	CALORÍAS	PROTEÍNAS	GRASAS	CARBOHIDRATOS
Arroz	352	7	0.6	78.7
Avena	367	14	4.9	66.6
Maíz y derivados:				
Maíz cacahuazintle	364	11.7	4.7	72.7
Atole simple	21	0.4	0.1	4.7
Tortilla (promedio)	227	5.6	1.1	48.6
Trigo y derivados:				
Galleta dulce	402	5.6	10.0	77
Galleta salada	370	10	1.4	77
Pan blanco	255	7	0.8	55
Pan dulce	366	7	22.0	40
Pan negro	261	9.2	0.7	53.4
Pastas	376	12.8	1.4	76.5
Leguminosas:				
Frijol bayo gordo	330	19	1.5	59
Frijo negro	373	21	6.2	61
Garbanzo	360	18	5	61
Verduras:				
Apio	20	1.3	0.2	3.7
Calabacita	31	1.3	0.2	6
Cebolla	46	1.5	0.1	10
Col	31	2.3	0.1	6.3
Chayote con espinas	25	1.0	0.1	6.3
Chícharo	92	6.0	0.4	15
Chile jalapeño	23	1.2	0.1	6
Chile poblano	37	1.7	0.3	9.1
Chile ancho (seco)	313	11.5	9.8	60.2
Chile cascabel (seco)	299	12.9	6.4	63.5

Chile chipotle (seco)	281	14.1	6.3	57.5
Chile pasilla (seco)	358	12.7	19.0	49.0
Chile piquín (seco)	363	14.4	16.9	55.3
Ejote	45	4	0.2	6
Elote amarillo	133	3.6	1.4	33.5
Fior de calabaza	16	1.4	0.3	2.7
Hongos (promedio)	32	3	0.2	5
Jitomate	18	0.6	0.1	4.1
Lechuga	16	1.3	0.2	1.88
Nopales	29	2	0.3	6.4
Pepino	13	0.7	0.1	2
Pimiento morrón	22	1.2	0.2	3.8
Tomate	22	1	0.3	4
Raíces frecuentes:				
Ajo	138	3.5	0.3	37.8
Camotes (promedio)	119	1.0	0.1	28.1
Papa (promedio)	90	0.7	0.1	19.9
Zanahoria	42	1.1	0.2	8.5
Frutas				
Ciruela amarilla	63	0.3	0.5	17.3
Ciruela roja	55	0.8	0.1	13
Durazno	52	0.5	0.1	12
Fresa	36	0.7	0.6	7
Guayaba	65	1.8	0.4	15.6
Granada china	79	2.8	1.4	16.1
Granada roja	60	1	1.2	12.9
Limón real	28	0.8	0.1	8.9
Mango de manila	62	0.4	0.1	15
Mamey	91	1.7	0.6	22.4
Mandarina	40	0.8	0.1	10.5
Manzana	52	0.5	0.1	12
Melón	30	1	0.5	6
Naranja	44	0.7	0.22	11
Papaya	44	0.6	0.2	9
Pera	61	0.6	0.4	14
Piña	38	0.6	0.1	9.7

Plátano tabasco	90	1.5	0.5	20.5
Sandía	30	0.4	0.2	6.7
Tamarindo	227	5.9	0.8	69.7
Tejocote	95	0.6	0.5	24.8
Toronja	43	0.7	0.5	9
Tuna	50	1.4	0.1	10.1
Uva	80	1	0.1	18
Zapote negro	68	1.1	0.1	17.5

## Aves:

Gallina	300	18	25	0.1
Bovino, ovino, pollo	150	21	6	0.1

## Porcinos:

Carne de cerdo grasa	329	16	29	0
Carne de res magra	180	21	12	0
Carne de res seca	317	64.8	4.5	0
Chicharrón	468	17.6	44.2	0
Chorizo	278	15.8	22.8	1.1
Hígado de res	130	20	4.2	3.6
Jamón (semigraso)	289	20.9	22.1	0
Longaniza	387	7.7	38.3	2.2
Menudo de res	150	6.9	13.4	0

## Bovinos, ovinos, porcinos

Moronga	400	24	33	3
Pastas de cerdo	285	20.2	22	0
Patatas de res	79	12.1	2.9	1.1
Queso de puerco	376	9.8	37	0

## Pescados y mariscos.

Atún enlatado	225	27	13	0
Bacalao (tipo noruego)	375	81.8	2.8	0
Calamar (fresco)	89	16.5	1.7	2
Corazón filete	105	24.5	0.1	0
Camarón fresco	81	19.3	0.4	0
Camarón (seco)	293	63	2.2	1
Jaiba cocida	77	17.5	0.2	2

Langosta cruda	85	16.2	1.2	0.5
Mojarra	81	13.6	0.3	5
Ostiones sin concha	42	6.3	0.4	2.8
Pescado huachinango	91	20.1	0.6	0
Pescado robalo	95	20	1	0
Salmón (enlatado)	170	20.7	9	0
Sardina (en aceite)	259	23	16.8	0

## Leche y derivados:

Leche fresca de vaca	68	3.5	3.6	4.9
Leche condensada	315	8.1	8.1	54
Leche descremada	36	3.6	0.1	5.1
Leche evaporada	140	7.9	6.7	12.2
Leche entera (polvo)	494	27	26	38.9
Leche maternizada	506	10	28	56
Crema 20%	204	2.9	20	4
Queso amarillo	381	33.5	26	2.5
Queso chihuahua	456	28.8	37	1.9
Queso añejo	392	29.1	30.5	0
Queso oaxaca	315	25.7	22	3
Queso holandés	372	33.5	26	0

## Huevos

Entero (fresco)	160	12.8	12	0.6
-----------------	-----	------	----	-----

## Grasas:

Aceite	900	0	94	0
Manteca de cerdo	778	1	86	0
Manteca vegetal	886	1	98	0
Mantequilla (sin sal)	760	0.8	82	0.5
Margarina	760	0	82	0.4
Azúcares y mieles	405	0	6	99.5
Azúcar refinada				
Piloncillo	356	0.4	0	99.6
Miel de abeja	307	0.3	0	77

## Bebidas

Cerveza	50	0.6	0	4
---------	----	-----	---	---

Pulque	43	0.3	0	6.1
Refresco (promedio)	44	0	0	11
Vino destilado (45% alcohol)	300	0	0	0
Otros alimentos:				
Aceituna	136	1.5	13.5	4.3
Chocolate con azúcar	237	4	15.1	77.8
Durazno en almibar	122	0.1	0.1	33.7
Gelatina	260	0.2	0	65
Helado	185	4	10.1	19.4
Jalea	328	0	0	82
Mayonesa	700	1.5	78	3
Mermelada	300	0.3	0	74
Nieve	50	0	0.1	12.5
Salchicha	260	15	22	3

---

---

**CONTENIDO DE COLESTEROL EN ALGUNOS  
ALIMENTOS ANIMALES ( mg EN 100 g DE ALIMENTO)  
MUY ALTO (MAS DE 100 mg)**

---

Carnitas	101
Chorizo	104
Sardina (aceite)	112
Hígado de pollo	113
Salami	115
Queso de puerco	123
Crema	137
Queso crema	140
Camarón	161
Queso doble crema	190
Mantequilla	228
Mayonesa	243
Pancita	280
Chicharrón	290
Riñón	300
Hígado	320
Paté de hígado	351
Huevo (yema)	1200
Sesos	1810

Alto (de 61 a 100 mg)

Chuletas	61
Guajolote	61
Jamón	62
Sierra	62
Huachinango	64
Pollo sin piel	67
Bistec	68
Tenera	71
Tocino	73
Mojarra	73

Queso oaxaca y Roquefort	73
Queso añejo	74
Pollo con piel	78
Cazón	80
Langosta	83
Pulpo	89
Queso gruyere	91
Queso manchego	91
Queso fresco casero	92
Queso chihuahua	98
Cangrejo	99
Leche descremada	3
Requesón (tipo cottage)	6
Leche semidescremada	8
Leche entera	13
Helado de crema	44
Bacalao	46
Escalopas	51
Atún	51
Salmón	55
Chambarete	56
Trucha	57
Sardina	57
Lomo	57
Salchichas	57
Ostiones	59
Charales	59

---

**Proporción de los diferentes tipos de grasas  
en algunos alimentos**

---

<b>Alimento</b>	<b>Saturadas</b>	<b>Monoinsaturadas</b>	<b>Polinsaturadas</b>
Aceite de coco	92	6	2
Aceite de maíz	16	27	57
Aceite de soya	14	30	56
Aceite de oliva	12	80	8
Mantequilla	58	39	3
Margarina	20	65	15
Carne de res	48	48	3
Carne de pollo	26	50	24
Carne de cordero	40	55	5
Carne de ternera	40	57	3
Carne de cerdo	40	48	12
Carne de caballo	32	46	22
Carne de venado	66	30	4
Pescados	25		75
Huevos	31	53	16
Leche	58	36	6

---

---

**CONTENIDO DE FIBRA EN ALGUNOS ALIMENTOS**

---

**ALTO**

Tuna con semilla  
Guayaba con semilla  
Frijol y otras leguminosas (haba, lenteja, garbanzo)  
Cereales integrales (avena, pan integral y pan negro)  
Tortilla  
Espinaca  
Cacahuates y nueces en general

**MEDIO**

Fresas  
Nopalitos  
Coliflor  
Quelites  
Arroz integral

Manzana  
Pera  
Naranja  
Calabacita  
Jicama

**BAJO**

Ciruela roja  
Acelgas  
Zanahoria  
Nabo largo  
Durazno  
Camote cocido

Plátano  
Jitomate  
Lechuga  
Cerezas  
Atole simple  
Col

\* Los alimentos animales no contienen fibra