

84  
21



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUIMICA

**IMPORTANCIA DE LA FIBRA DIETARIA  
EN PACIENTES CON NIVELES DE  
COLESTEROL ALTO**

TRABAJO MONOGRAFICO DE ACTUALIZACION

Que Presenta:

Para obtener el Titulo de:  
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO  
**ADOLFO PINEDA DIAZ**



México, D. F.

1997

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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 esta 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.

**JURADO ASIGNADO:**

**Presidente:** Q F B GONZALEZ VARGAS GUILLERMO  
**Vocal:** PROF PENICHE VILLALPANDO LAURA  
**Secretario:** PROF NAVA DIAZ GRACIELA  
**1er. suplente:** PROF MORAN WHITE PATRICIA  
**2do. suplente:** PROF REYNA RODRIGUEZ MA DEL SOCORRO CECILIA

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

~~ASESOR DEL TEMA~~

~~Q.F.B. GONZALEZ VARGAS GUILLERMO~~

**TRANSITO PARA SER REVISADO  
POR EL B. JURADO**

S U S T E N T A N T E.

~~ADOLEO PINEDA DIAZ.~~

**27 MAR 1997**

Q.F.B. GUILLERMO GONZALEZ VARGAS.

GRACIAS A USTED, Y A SU INVALUABLE APOYO Y  
COMPRESION HE PODIDO LOGRAR UNO DE MIS  
OBJETIVOS EN ESTA VIDA.

MI MAS SINCERO AGRADECIMIENTO A LOS  
PROFESORES SINODALES POR SUS CRITICAS,  
SUGERENCIAS, Y APOYO.

A LA U.N.A.M. FACULTAD DE QUIMICA.

A LOS PROFESORES QUE SEMBRARON EN MI LA SEMILLA DE SUS CONOCIMIENTOS.

A MIS PADRES.

QUE HAN SIDO LA MOTIVACION DE MI VIDA.  
GRACIAS POR SU EJEMPLO COMO PADRES, -  
EN ESPECIAL A MI SANTA MADRE, QUE ME  
APOYO CON AMOR, COMPRESION, DEDICACION,  
TENACIDAD Y SACRIFICIOS.  
ESPERO CON ESTO PUEDA YO RECOMPENSAR ALGO  
DE LO MUCHO QUE ME HAN DADO.

A MIS HIJOS:

JUAN JESUS.  
JUAN ADOLFO.

GRACIAS POR HABERME DADO ALGO DE SU TIEMPO.  
QUIERO QUE LOGREN TODAS SUS METAS, CON EL  
APOYO INCONDICIONAL QUE SIEMPRE LES BRINDARE.

A MI ESPOSA.

A S.V.B. POR SU GRAN APOYO.

MI ETERNA GRATITUD, POR TU APOYO  
PORQUE SIN TI NO  
HUBIERA CULMINADO DICHO ANHELO. GRACIAS  
POR HABERME DEDICADO ALGO DE TU TIEMPO  
SIEMPRE TE RECORDARE CON CARINO.

LUCAS.

## INDICE

<b>INDICE</b>	<b>Pag</b>
Introduccion -----	1
Informacion general -----	4
Concepto de fibra Dietetica y sus componentes -----	14
Caracteristicas fisicas de la fibra -----	15
Efectos terapeuticos de la fibra -----	16
Metabolismo del Colesterol -----	20
Funciones del Colesterol -----	22
Origenes y destinos del Colesterol -----	23
Mecanismo de Absorcion del Colesterol -----	25
Sintesis Hepatica y Degradacion del Colesterol -----	27
Circulacion Enterohepatica -----	28
Transporte del Colesterol -----	32

Estructura de las lipoproteinas -----	33
Clases de lipoproteinas -----	35
Transporte de Acidos grasos -----	39
Ingestion de fibra dietetica y metabolismo de los lipidos -----	41
Colesterol total -----	42
Lipoproteinas -----	45
Trigliceridos -----	48
Efecto de la fibra en la absorcion de Colesterol y Acidos biliares -----	51
La fibra dietetica en la dieta Mexicana -----	53
Conclusiones -----	54
Bibliografia -----	58



## **I INTRODUCCION**

**Durante los últimos años, el público en general ha tomado conciencia de la importancia de la fibra como un componente en muchos de nuestros alimentos y el papel que desempeña en la salud al consumirla regularmente. Sin embargo, gran parte de la información que aparece en los medios de comunicación resulta inadecuada.**

**Aun entre los científicos, existen diferentes opiniones acerca de la definición de fibra y de su clasificación. Los términos tales como fibra soluble, fibra insoluble, fibra dietética, fibra no nutritiva, etc., se utilizan en diferentes formas según el criterio de los autores y de los especialistas en este campo. En realidad, el tema de la fibra es más complicado de lo que parece.**

**Existen diferentes tipos de fibra y a menudo tienen efectos contradictorios en la nutrición, digestión y salud de las personas.**

**En 1960 un médico inglés, H.C. Trowell, sugirió que los africanos no padecían estreñimiento crónico, diverticulitis, síndrome de colon irritable ni cáncer de colon y recto debido al alto nivel de fibra que consumen en su dieta.**

**Desde entonces, se han llevado a cabo miles de estudios de los efectos de las fibras, así como de otras dietas relacionadas con enfermedades como diabetes, obesidad y enfermedades cardiovasculares.**

**Otros estudios han demostrado que la alimentación alta en fibra y los suplementos a base de la misma influyen en el movimiento del alimento a través del tracto digestivo, la absorción de algunos nutrientes y afectan indirectamente la química y fisiología del organismo.**

En la mayoría de los casos, estos cambios son favorables. La Academia Nacional de Ciencias y el Comité de Selección del Senado de los Estados Unidos Sobre Nutrición y Necesidades Humanas, recomiendan el aumento en el consumo diario de fibra.

El que algunas fibras se clasifiquen en no solubles y en solubles, no significa que todas las fibras solubles sean iguales ni que todas las insolubles actúen igual en el aparato digestivo humano. Las fibras también se clasifican en estructurales y no estructurales dependiendo de su ubicación en la planta. El término lignina se utiliza para describir cierta sustancia que se deposita entre la estructura de la pared celular para unir sus componentes; en una base uniforme, esta posee una mayor resistencia a la digestión que la mayoría de los polímeros vegetales.

La fibra dietética ejerce un efecto directo sobre el colon aliviando el estreñimiento, enfermedades diverticulares y el cáncer de colon. También influye indirectamente sobre los lípidos sanguíneos (grasas) y el metabolismo de la glucosa, pero algunas tipos a veces tienen efectos indeseables. Un exceso de salvado de trigo o celulosa provoca una absorción deficiente de algunos minerales y por lo tanto se producen carencias minerales.

El tiempo que tardan los alimentos en pasar a través del tracto digestivo puede acelerarse o retardarse según la fibra que se consuma. Los datos científicos existentes han demostrado que algunas fibras reducen el nivel de colesterol en la sangre. Entre las fibras estudiadas, el salvado de trigo, el de maíz y la celulosa casi no tuvieron efecto sobre los niveles de colesterol. Las solubles como la pectina y la goma guar actuaron en forma distinta sobre los niveles de colesterol.

**Este trabajo monográfico de actualización tiene como propósito discutir y evaluar la importancia de la fibra dietaria en la alimentación en pacientes con niveles de colesterol alto.**

**La importancia de la ingesta de fibra dietética en la nutrición y en la salud ha estimulado un gran número de investigaciones y así mismo ha atraído la atención del público en general.**

**La importancia ha llegado a tal grado que en la actualidad existen en el mercado una cantidad considerable en productos con un elevado contenido de fibra dietética, algunos de ellos incluso se les confieren acciones terapéuticas. Cabe mencionar que la fibra dietética incluye diversas sustancias por lo que su efecto fisiológico no es el mismo para los diferentes tipos de fibra. En la que respecta a su efecto en el metabolismo de los lípidos y su relación con aterosclerosis, las fibras solubles en agua, como las que se encuentran en la cáscara de avena, en algunas leguminosas, en las gomas y pectinas, son las que producen una disminución en los niveles de colesterol alto, así como también en lipoproteínas de baja densidad en el plasma, la disminución que se ha observado varía entre el 6 y el 19 %; este efecto se debe a una disminución en la absorción de colesterol y ácidos biliares, sin descartar el efecto en otros pasos del metabolismo de los lípidos. Así mismo, este trabajo se apoyó en un estudio de investigación que se hizo en el Hospital Regional de Monterrey ISSSTE, titulado "Dislipemia y fibra dietética" con clave de registro 2637026050052 que otorga la Secretaría Estatal de Salud Monterrey, Nuevo León.**

## II INFORMACION GENERAL SOBRE EL TEMA.

### FIBRA.

Son los componentes del material vegetal que no son degradados por las enzimas del sistema digestivo. Generalmente los alimentos vegetales como frutas, verduras, cereales y leguminosas, la contienen; esta no se encuentra en ningún alimento de origen animal.

### COMPONENTES DE LA FIBRA.

Debe considerarse como algunos hidratos de carbono ( Polisacáridos que no son almidones ). Estos no pueden ser hidrolizados. Sus componentes químicos que se encuentran en la dieta incluyen celulosa, lignina, hemicelulosa que son consideradas como fibra insoluble en agua que se encuentran principalmente en el salvado, granos de cereales, cascara de manzana, papas, etc. Por otra parte, esta la fibra soluble en agua que son clasificadas como pectina, gomas y mucilagos, su fuente son las frutas, semillas, algas, legumbres, etc. Como podemos identificar la pectina, es más abundante en plátanos, naranjas y manzanas, pero es importante especificar que las frutas, verduras y granos no están compuestos exclusivamente por fibra soluble o insoluble, más bien, contienen diversas cantidades de ambos tipos.

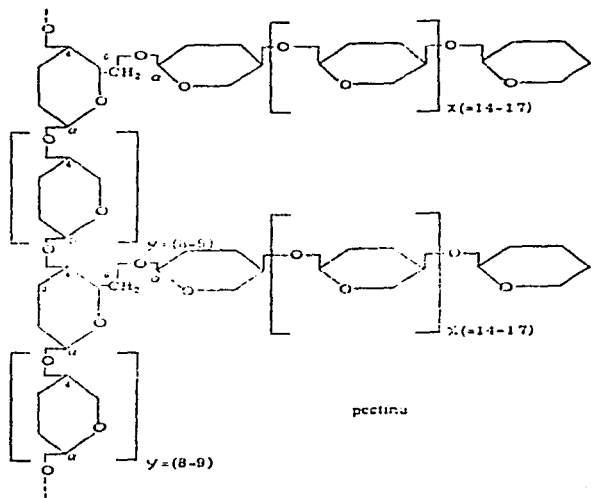
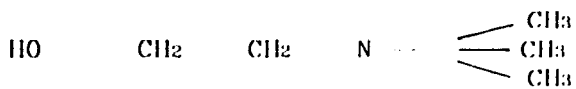


Fig. 1 Estructura de la Pectina

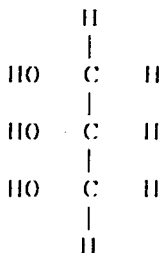
## CONSTITUYENTES DE LAS SECRECIONES INTESTINALES

El jugo intestinal secretado por las glándulas de Brunner y de Lieberkuhn también contiene enzimas digestivas, incluyendo las siguientes

1. **Aminopeptidasa** que es una exopeptidasa que destruye los enlaces peptídicos continuos a los aminoácidos N-terminal de polipeptidos y oligopeptidos, y dipeptidasas de diversas especificidades algunas de las cuales pueden estar dentro del epitelio intestinal. La última completa la digestión de dipeptidos a aminoácidos libres.
2. **Disacaridasas y oligosacaridasas específicas**, es decir  $\alpha$ -glucosidasa (maltasa) la cual separa residuos sencillos de glucosa de los oligosacaridos y disacaridos con enlace  $\alpha$  (1-4) comenzando por los extremos no reductores, isomaltasa ( $\alpha$ -dextrinasa), la cual hidroliza los enlaces 1-6 en dextrinas límite  $\alpha$ ,  $\beta$ -galactosidasa (lactasa) para separar la galactosa de la lactosa, sucrasa para hidrolizar la sucrosa y trehalasa para hidrolizar la trehalosa.
3. Una **fosfatasa** que remueve el radical fosfato de ciertos fosfatos orgánicos tales como los hexosofosfatos, los glicerofosfatos y los nucleótidos que provienen de la alimentación y la digestión de ácidos nucleicos por las nucleasas.
4. **Polinucleotidasas** que fragmentan los ácidos nucleicos en nucleótidos.
5. **Nucleosidasas (nucleosidofosforilas)** una de ellas ataca solo a nucleosidos que contienen guanina e hipoxantina. Los nucleosidos de pirimidina (uridina, citidina y timidina) son desintegrados por otra enzima diferente de la pirimidina nucleosidasa fosforilasa.
6. Se dice que el jugo intestinal también contiene una **fosfolipasa** que actúa sobre los fosfolípidos para producir glicerol, ácidos grasos, ácido fosfórico y bases como la colina.



**Colina**



**Glicerol**

Fig. 2 Estructura de la colina y glicerol

## PRINCIPALES PRODUCTOS DE LA DIGESTION

El resultado final descrito de la accion de las enzimas digestivas es la transformacion de los alimentos de la dieta en compuestos que puedan ser absorbidos y asimilados. Estos productos finales de la digestion son: para los carbohidratos, los monosacaridos (principalmente la glucosa); para las proteinas, los aminoacidos; para el triacilglicerol, los acidos grasos, el glicerol y los monoacilgliceroles; y para acidos nucleicos las nucleobases, nucleosidos y pentosas.

Los polisacaridos de las paredes celulares de los vegetales y la higuina de los alimentos que no pueden ser digeridos por las enzimas de los mamiferos, constituyen la fibra dietetica y forman la masa principal de los residuos de la digestion. La fibra tiene una funcion importante al agregar volumen a la dieta.

Los carbohidratos de los alimentos comprenden almidones (carbohidratos complejos), azucares y fibra.

Debido a que algunos aminoacidos y la porcion glicerol de los trigliceridos pueden convertirse en glucosa, podria parecer que los carbohidratos de la dieta no son esenciales. Sin embargo, en ausencia de carbohidratos, se presenta la cetosis junto con una destruccion excesiva de la proteina muscular y una significativa perdida de sal y agua. Para evitar estos efectos, la Comision de Alimentos y Nutricion recomienda una ingestion minima diaria de carbohidratos de 50-100 g.

Aunque basta con una pequena cantidad de carbohidratos para evitar la cetosis, las recomendaciones dieteticas recientes sugieren que mas de la mitad de la ingestion total de energia debe derivar de carbohidratos complejos como trigo, arroz, legumbres y papas.

Estos alimentos proporcionan grandes cantidades de vitaminas y de minerales y tienen un contenido energetico relativamente bajo.



Desafortunadamente, muchos de los nutrientes en los alimentos con carbohidratos complejos pueden ser removidos o destruidos durante el procesamiento del alimento. Por ejemplo, cuando el trigo entero es convertido en harina blanca, las capas externas de salvado y el embrión ( germen de trigo ) son removidos. Este proceso conserva aproximadamente 70 % de la semilla original, pero una cantidad mucho menor de nutrientes esenciales.

Los carbohidratos de los alimentos incluyen también a los azúcares como glucosa y fructosa que se encuentran en las frutas y la miel, la lactosa de la leche y la maltosa de la cerveza. Sin embargo, con mucho el azúcar más importante es la sacarosa o azúcar común de mesa, la cual proviene de los betabeles y la caña. El consumo aumentado de sacarosa y de otros azúcares durante el presente siglo tiene interés debido a que estos alimentos por lo general carecen de nutrientes esenciales y contribuyen con " calorías vacías " a la dieta. En tanto que la sacarosa es con certeza uno de los principales factores etiológicos de la caries dental, todavía no ha sido implicada como causa de diabetes, cardiopatías u obesidad. Las poblaciones con una elevada incidencia de estas enfermedades tienden a consumir grandes cantidades de sacarosa, pero otros factores de la alimentación y ambientales pueden ser bastante más importantes.

El tercer componente importante de carbohidratos de los alimentos es la fibra de la dieta, un término colectivo que incluye todos los componentes no digeribles de las paredes de las células vegetales: celulosas, hemicelulosas, ligninas, gomas, pectinas y pentosanos. La fibra de la dieta debe distinguirse de la fibra cruda enumerada en la composición de los alimentos ver el Fig. 3.

RELACION ENTRE LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DE LA FIBRA DIETETICA Y SU EFECTO FISIOLÓGICO

Propiedad fisicoquímica	Componentes de la fibra	Respuesta fisiológica
Capacidad de retencion de agua	Polisacaridos con grupos polares ( hemicelulosa, pectina, gomas )	Afecta el peso de las heces, velocidad de transito en estomago e intestino delgado, y absorcion de nutrimentos
Absorcion de compuestos organicos	Lignina, pectina, hemicelulosa	Interaccion y excrecion de acidos biliares y carcinogenos
Capacidad de intercambio de cationes	Polisacaridos acidicos	Aumentan la excrecion de minerales
Degradacion bacteriana	Polisacaridos solubles (insolubles en menor grado )	Produccion de acidos grasos volatiles, disminucion de pH, flatulencia, aumento peso de las heces

fig. 3

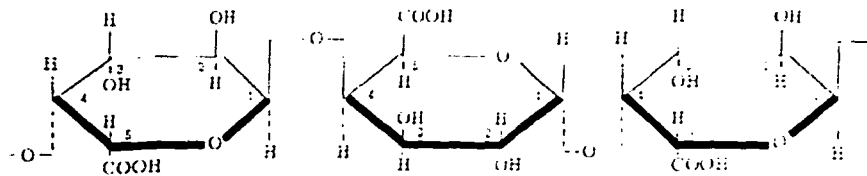
La fibra cruda solo incluye a aquellos componentes que permanecen después de la extracción química con solventes, ácido caliente y alcali caliente y comprende únicamente una fracción pequeña ( 10-50 % ) de la fibra de la dieta. Los carbohidratos no digeribles de la fibra de la dieta, agregan volumen al alimento. Ellos absorben agua en el lumen intestinal y producen heces más grandes y más blandas que son más fáciles de eliminar. Los estudios epidemiológicos han asociado a las dietas ricas en fibra con la baja incidencia de diverticulosis, cáncer de colon, enfermedad cardiovascular y diabetes. Se tienen informes que las fibras dietéticas reducen las concentraciones séricas de colesterol ( al evitar la circulación enterohepática ) y de glucosa ( quizá por retardo de su absorción intestinal ) y controlan las concentraciones sanguíneas de glucosa e insulina en los pacientes con diabetes. Por lo tanto, la Oficina de Alimentos y Nutrición de los E.U.A. recomienda comer frutas, vegetales verdes y cereales de grano entero para incrementar el consumo de fibra.

## HIMICELULOSAS.

Las hemicelulosas se pueden definir como compuestos insolubles en agua que se pueden extraer de células vegetales con una solución del 4 al 5 % de una solución de hidróxido de sodio. Se pueden hidrolizar con ácidos minerales diluidos en caliente y proporcionan uno o más de los siguientes productos: D-galactosa, D-glucosa y D-xilosa; también producen ácidos urónicos, como el glucurónico y galacturónico.

Es posible dividir las hemicelulosas en dos grupos, las que no contienen ácidos urónicos y las que contienen proporciones importantes de uno o más de estos derivados de monosacáridos.

El primer grupo incluye las pentosanas y el último se denomina el de los poliuronidos. Las fórmulas de Haworth para el segmento de la cadena de una pentosana, xilana (principal componente de los colts de maíz) y para un segmento de la cadena de un ácido poligalacturónico se muestran más adelante. El agente aglutinante de importancia, la pectina es un polisacárido de ácido D-galacturónico en el que algunos de los grupos carboxilos libres (vea la fórmula siguiente) están esterificados con alcohol metílico y otros combinados con iones de calcio o magnesio. La goma arábiga, una goma vegetal útil, es un polisacárido formado por unidades de D-galactosa y L-arabina, el mucílago vegetal existente en las algas azules, agar-agar, es un polisacárido que contiene unidades de D-galactosa y unidades de ácido D-galacturónico ver fig. 4.



Acido- $\alpha$ -Polilactato-5mco

Fig. 4

## CONCEPTO DE FIBRA DIETÉTICA Y SUS COMPONENTES

Dada la gran variedad de sustancias que pueden ser consideradas como fibra, se requiere que la definición de esta sea específica dependiendo del área de estudio o el objeto de definición. El término fibra en un sentido botánico estricto se refiere al componente rígido y fibroso de la pared celular de las plantas. Químicamente la fibra dietética está constituida por los carbohidratos y la lignina resistentes a la hidrólisis enzimática de las secreciones endógenas del tubo digestivo de los seres humanos y, a pesar de que por definición, la fibra dietética es resistente a la acción de las enzimas digestivas del hombre, esta puede ser parcialmente degradada por las bacterias del colon, con producción de ácidos volátiles como el glucorónico y el galacturónico y de otras sustancias que son absorbidas por el intestino. Por último, desde un punto de vista clínico-fisiológico, la fibra es el grupo de componentes de la dieta cuya resistencia a la digestión produce aumento del volumen de la materia fecal, retiene agua, actúa como sitio para intercambio de iones y se une a moléculas orgánicas.

Los componentes de la fibra dietética en los alimentos son muchos y muy variados. Una división funcional de dichos componentes los clasifica en tres fracciones principales:

- a) - polisacáridos estructurales, relacionados con la pared celular, e incluyen a la celulosa, hemicelulosa y algunas pectinas.
- b) - componentes estructurales no polisacáridos, constituidos principalmente por las ligninas.
- c) - polisacáridos no estructurales, como las gomas y mucilagos secretados por las células de las plantas y algunos otros polisacáridos tales como carragenina y agar. Además ciertos tipos de almidón pueden ser resistentes a la actividad enzimática en el intestino delgado, por lo que se ha sugerido que sean incluidos en la definición de fibra dietética.

## **DENTRO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS MAS SOBRESALIENTES DE LA FIBRA ESTAN:**

### **1.- CAPACIDAD PARA RETENER Y MANTENER AGUA**

El agua puede unirse a la fibra o resultar atrapada por ella. Las fibras solubles, como la pectina y las gomas, tienen una capacidad de retener agua muy superior a la de las insolubles, como es la celulosa; el interés por la capacidad de retención de agua es que aumenta el peso de las heces, desempeñando un papel importante en el reblandecimiento de las evacuaciones.

### **2.- CAPACIDAD PARA FORMAR GELES/VISCOSIDAD.**

Actúan formando una masa gelatinosa, principalmente en estómago y duodeno, que responde como sólido, retardando el vaciamiento gástrico produciéndose saciedad con mayor rapidez que los alimentos sin fibra.

### **3.- AUMENTO DE VOLUMEN DEL CONTENIDO INTESTINAL.**

Se debe a diversos mecanismos como son su pobre capacidad para ser digerida, a su retención de agua en los espacios vacíos de su estructura molecular y a su capacidad para incrementar la masa bacteriana debido a la fermentación.

#### 4.- SU AFILITUD PARA ABSORBER MOLECULA ORGANICAS

El efecto de la fibra parece ser el resultado de su capacidad para hacer que se excreten acidos biliares que contienen colesterol. Segun algunos estudios practicados en el Hospital Regional de Monterrey ISSSTE. La excrecion de acidos biliares aumentan en un 5 % con el consumo de una dieta rica en fibra del tipo de las pectinas, asi mismo el colesterol se puede unir a algunos tipos de fibra soluble y excretarse asi directamente a traves de las heces.

#### EFFECTOS TERAPEUTICOS DE LA FIBRA DIETETICA EN NUESTRO ORGANISMO.

##### SE PUEDEN CLASIFICAR EN: A.- MECANICOS Y B.- METABOLICOS.

##### A.- MECANICOS.

Dentro de los mecanicos son aquellos que son causados por el paso fisico de la fibra en el sistema digestivo, como pueden ser:

##### 1.- ESTREÑIMIENTO.

La fibra brinda la capacidad de facilitar las evacuaciones de las heces, en estudios clinicos practicados en el Hospital Regional de Monterrey ISSSTE. Se ha demostrado que las evacuaciones son blandas y flexibles y estas son expulsadas mas facilmente acortando el tiempo de transito intestinal.



## 2. HEMORROIDES Y DIVERTICULOSIS.

Estos trastornos son originados por ejercer una presión intraluminal por el paso de la materia fecal, produciéndose mayor absorción de agua de la misma, haciéndola más compacta, por consiguiente, da como resultado evacuaciones duras y secas, el consumir fibra puede prevenir o disminuir el desarrollo de estos padecimientos al suavizar y ayudar a expulsar las heces. La fibra ha sido utilizada con éxito para tratar trastornos y enfermedades del tracto intestinal como es el síndrome de colon irritable.

### B. - METABÓLICOS.

Dentro de los metabólicos, únicamente las fibras naturales solubles y que forman geles, tienen efectos en el organismo, se presentan principalmente en la porción superior del tracto intestinal y tienen particular importancia en el tratamiento de la diabetes mellitus y en enfermedades relacionadas con hipercolesterolemia. Estudios clínicos en pacientes diabéticos han demostrado que las dietas con alto contenido de fibra soluble de origen natural, se traduce en menores concentraciones de glucosa sanguínea posprandial.

La fibra se divide en dos categorías: insolubles y solubles

Las fibras insolubles como la celulosa, la mayoría de las hemicelulosas y la lignina, se conocen bien por su capacidad de mitigar el estreñimiento. Por otra parte, la fibra soluble como la pectina y las gomas, se están dando a conocer como combatientes del colesterol y la diabetes. La utilización de la fibra para disminuir el colesterol juega un papel muy importante ya que por ejemplo el salvado de trigo que se compone principalmente de celulosa no parece tener un gran efecto sobre el colesterol, en cambio el salvado de avena con su gran proporción de goma soluble en agua puede reducir los niveles de colesterol en forma sorprendente.

Generalmente, al término de una comida, los ácidos biliares se secretan en el intestino delgado, después de hacer su labor se reabsorben. Estos se producen a partir del colesterol. El efecto es que cuando se consume fibras hidrosolubles los ácidos biliares quedan atrapados en el gel y se desplazan al intestino grueso donde ya no pueden reabsorberse. Después el cuerpo tiene que eliminar el colesterol de la presencia de la sangre para producir más ácidos biliares. Además parte del colesterol que se consume puede adherirse al gel y así mismo secretarse del organismo. Los estudios muestran que la cantidad necesaria de fibra hidrosoluble para disminuir el colesterol es de 8 a 10 g al día. Cabe mencionar que los altos niveles de insulina causan aun más problemas, en todo que ella es la responsable de que los carbohidratos que consumimos se conviertan en grasa en forma eficiente. Cuando el nivel de insulina es alto, el nivel de colesterol también, así como el de los triglicéridos. La proporción alta de estos componentes bioquímicos fomenta las posibilidades de desarrollar enfermedades cardíacas.

La propiedad que hace que las fibras solubles combatan el colesterol de una manera eficiente, puede ser la misma que actúa contra la diabetes, la capacidad para formar un gel.

## METABOLISMO DEL COLESTEROL

El colesterol es un lipido insoluble que contiene un nucleo con un anillo esteroide. Tiene un grupo hidroxilo y una union doble en el nucleo esteroide, junto con una cadena lateral de ocho atomos de carbono ( Fig. 5 ). El colesterol es estructuralmente diferente de los demas lipidos importantes del cuerpo, trigliceridos y fosfolipidos, en los cuales los componentes principales son los acidos grasos. Por otra parte, dependiendo del numero de enlaces dobles, los acidos grasos pueden ser saturados ( sin enlaces dobles ), o poliinsaturados ( dos o mas enlaces dobles ).

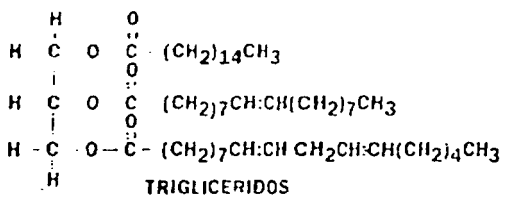
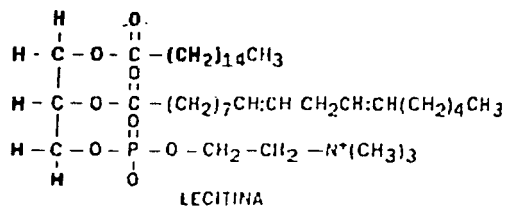
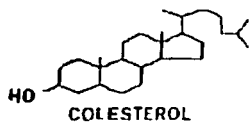


Fig. 5 Estructura del colesterol y otros lipidos.

## FUNCIONES DEL COLESTEROL

El colesterol cumple varias funciones vitales en el cuerpo ( fig 6 ) Es un componente esencial de la mayoría de las membranas celulares del cuerpo proporcionando estabilidad y permitiendo el transporte transmembranoso El colesterol es especialmente necesario como constituyente de la membrana en el sistema nervioso central donde esta presente en abundancia Juega un papel importante en el transporte de triglicéridos en el plasma siendo un componente esencial de las lipoproteínas sericas ( fig 6 ) Es el precursor de los ácidos biliares, que se sintetizan en el hígado y participa en la absorción de grasa en el intestino Finalmente, el colesterol es el precursor de la síntesis de la vitamina D así como también de los esteroides adrenales ( hidrocortisona y aldosterona ) y de las hormonas sexuales ( estrógenos y andrógenos ) así pues sin la presencia de cantidades adecuadas de colesterol en el cuerpo la supervivencia no sería posible

### FUNCIONES DEL COLESTEROL

COMPONENTE ESENCIAL DE	PRECURSOR DE
Células membranosas (necesario para el transporte transmembranoso)	Ácidos biliares (necesario para la absorción de la grasa)
Lipoproteínas sericas (necesario para el transporte de triglicéridos)	Esteroides adrenales (hidrocortisona, aldosterona)
	Hormonas sexuales (estrógenos, andrógenos)
	Vitamina D

Fig. 6. FUNCIONES DEL COLESTEROL

## ORIGENES Y DESTINOS DEL COLESTEROL INTESTINAL

El colesterol que entra en el intestino se origina en la bilis o proviene de la dieta ( Fig 7 ) En los adultos, la entrada de colesterol biliar oscila entre 600 y 1000 mg por día, mientras que la ingesta dietética de colesterol varía entre 250 y 500 mg por día. Todo el colesterol dietético tiene origen animal. Las plantas no producen colesterol, en su lugar las membranas celulares de las plantas contienen otro esteroide, el sitosterol, del que la dieta media contiene entre 100 y 200 mg por día. El colesterol que entra en el intestino puede tener dos destinos: normalmente se absorbe un 50 % mientras que la cantidad restante se excreta en las heces.

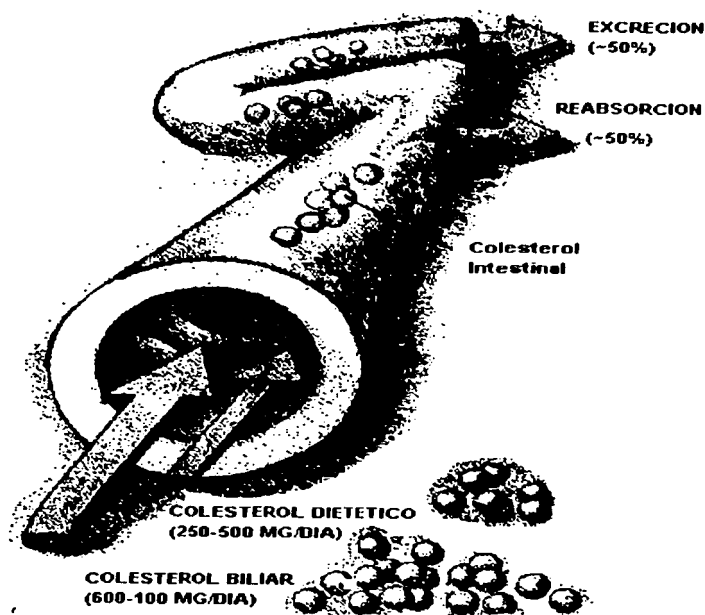


Fig. 7 Origenes y destinos del Colesterol intestinal.



## MECANISMO DE ABSORCION DEL COLESTEROL.

Dado que el colesterol es tan insoluble en los sistemas acuosos se necesitan mecanismos especiales para que pueda ser absorbido por el intestino. Dentro del lumen intestinal, el colesterol se solubiliza en micelas mixtas que contienen ácidos grasos y monoglicéridos ( derivados de la hidrólisis de los triglicéridos dietéticos ), lecitina, lisolecitina, y ácidos biliares. Todos estos lípidos actúan como detergentes para retener el colesterol en solución y atraerlo a las proximidades de la célula mucosa. A continuación, el colesterol debe atravesar una delgada capa de agua, mediante difusión mono molecular, para entrar en la membrana externa de las células de la mucosa intestinal. Todos los lípidos polares en el lumen participan en la solubilización del colesterol, pero los ácidos biliares son absolutamente necesarios, sin ellos no puede absorberse el colesterol. Cuando los propios lípidos polares se absorben, el colesterol se desprende de la solución y no puede ser absorbido, esto explica la razón de que solo un 50% del colesterol en el lumen intestinal sea realmente absorbido (ver fig. B).

## MECANISMO DE LA ABSORCION DEL COLESTEROL

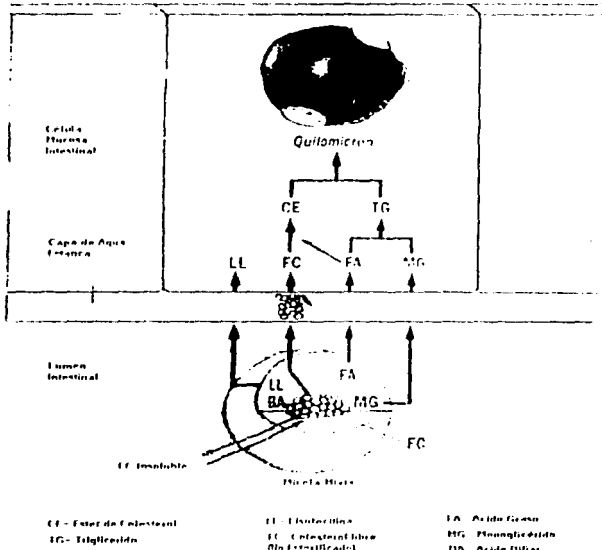


Fig. 8. Mecanismo de la absorción del colesterol

## SINTESIS HEPATICA Y DEGRADACION DEL COLESTEROL

El hígado es uno de los principales lugares de síntesis del colesterol en el cuerpo aunque el colesterol se produce en otros órganos y tejidos. Todo el colesterol se deriva en último término del Acetil CoA ( fig. 9 ). Tres moléculas de este último se condensan para producir el 3 hidroxi metil glutaril coenzima A ( HMG CoA ) que a su vez se convierte en ácido mevalónico a través de la acción del enzima HMG CoA reductasa. Esta reacción es un paso limitador de la velocidad en la biosíntesis del colesterol. A través de una serie de condensaciones y redistribuciones, el ácido mevalónico se transforma en colesterol. En el hígado, el colesterol es parcialmente degradado en ácidos biliares primarios, ácidos colicos y ácido quenodesoxicólico, los ácidos biliares ayudan a eliminar el colesterol del cuerpo contribuyendo a su solubilización en la bilis, la principal vía de excreción del colesterol.

### SINTESIS HEPATICA Y DEGRADACION DEL COLESTEROL

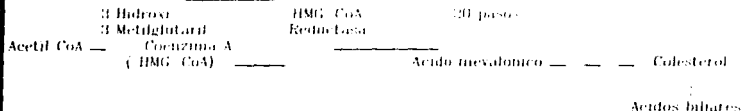


Fig. 9 Síntesis hepática y degradación del colesterol

## CIRCULACION ENTEROHEPATICA.

El colesterol y los acidos biliares circulan continuamente entre el intestino y el higado en un proceso que se conoce como circulacion enterohepatica. En el higado, el colesterol sintetizado a partir del acetato puede tener tres destinos

- 1 - Entrar en el plasma
- 2 - Ser convertido en acidos biliares
- 3 - Ser secretado en la bilis y en consecuencia en el intestino

Cuando el colesterol entra en el intestino aproximadamente un 50 % del mismo es reabsorbido y regresa al higado. La parte restante es excretada en las heces en forma de esteroides neutros fecales. La cantidad de colesterol que regresa al higado controla mediante un sistema de retroregulacion la cantidad de nuevo colesterol sintetizado. Un retorno alto de colesterol al higado suprime la actividad de la HMG-CoA reductasa inhibiendo la sintesis del colesterol. Si la cantidad de colesterol que regresa al higado es menor, se incrementa la actividad de HMG CoA reductasa y se sintetiza mas colesterol. Este sistema de retroregulacion funciona asi para mantener una cantidad optima de colesterol en las celulas hepaticas. De igual forma, los acidos biliares tienen circulacion enterohepatica. se secretan tambien en la bilis y de ahi pasan al intestino. En la bilis, ayudan a solubilizar el colesterol biliar en el intestino, promueven la absorcion tanto de grasas como de colesterol y normalmente entre un 97 % y un 98 % de los acidos biliares son reabsorbidos en el intestino inferior y solo aproximadamente el 3 % es excretado en las heces en forma de esteroides acido fecales. Los acidos biliares son reabsorbidos por la circulacion portal y en su mayor parte son extraidos en su primer paso a traves del higado. En el higado los acidos biliares regulan su propia tasa de sintesis mediante un sistema de retroregulacion.

## CONDUCTOS BILIARES

La superficie de las células hepáticas está provista de finos conductos de tal manera dispuestos que los conductillos de dos células contiguas se comunican entre sí y forman la vía por la cual sale la bils en cuanto es formada en las células hepáticas. Estos conductillos forman una red, situada entre las células alrededor de ellas tan compleja como las redes vasculares. Se denominan capilares biliares intercelulares e irradian hacia la periferia del lobulillo donde se vacían en los conductos biliares interlobulillares. Estos se unen y forman conductos cada vez mayores hasta integrar dos conductos principales: uno del lado derecho y otro del lado izquierdo del hígado, que se reúnen en el hilio y forman el conducto hepático.

El conducto hepático se dirige hacia abajo y a la derecha, su longitud es de unos 5 cm y se reúne ( en ángulo agudo ) con el conducto de la vesícula biliar llamado conducto cístico. Los conductos hepático y cístico al unirse forman el conducto coledoco que después de un trayecto hacia abajo, de cerca de 75 cm entra al duodeno a unos 75 cm por debajo del píloro.

Normalmente este orificio sirve como abertura común tanto para el conducto coledoco como para el pancreático. Este orificio es muy pequeño y está protegido por un esfínter muscular que lo mantiene cerrado en todo momento, excepto durante la digestión.

En la mayoría de los adultos entre 300 y 500 mg de colesterol se convierten en ácidos biliares cada día. Los ácidos biliares son ressecretados a la bilis para completar la circulación enterohepática. Por término medio los ácidos biliares se rescretan en la circulación enterohepática aproximadamente seis veces al día — dos veces con cada comida ( Fig. 40 ).

Los derivados de CoA se forman con la ayuda de una enzima activamente que solo existe en los microsomas del hígado. Una segunda enzima cataliza la conjugación de los ácidos biliares activados ( los derivados de Co A ) Con la glicina o taurina formando ácidos glucocólico o glucopirruvato o oxocólico y taurocólico o tauropirruvato o oxocólico. Estos son los ácidos biliares primarios. En el humano la relación de los conjugados de glicina a los de taurina normalmente es de 1 : 1.

Puesto que la bilis contiene cantidades importantes de sodio y potasio y el pH es alcalino, se supone que los ácidos biliares y sus conjugados se encuentran en realidad en forma salina — de aquí el término de " sales biliares ".

En el intestino una porción de los ácidos biliares primarios puede estar sujeta a varios cambios posteriores por la actividad de las bacterias intestinales. Estos incluyen la desconjugación y la 7 - deshidroxilación que produce los ácidos biliares secundarios, el ácido desoxicólico proveniente de coeca y litocólico del quenosoxicólico.

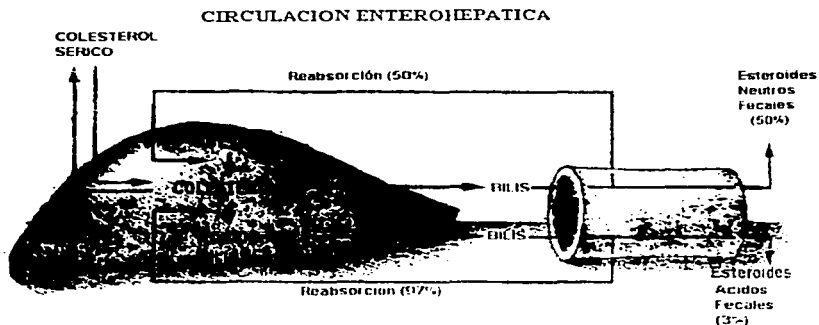


Fig. 10\_Circulación enterohepática\_intercambio continuo de colesterol y ácidos biliares\_entre el intestino y el hígado.

### TRANSPORTE DEL COLESTEROL

Dado que el colesterol es tan insoluble en soluciones acuosas, no pueden circular libremente en el plasma. En su lugar, debe ser transportado en complejos moleculares llamados lipoproteínas. Estas partículas contienen lípidos y proteínas, las últimas denominadas apo-lipoproteínas (apoproteínas). En el transporte del colesterol están implicadas varias clases de lipoproteínas, y en algunos casos, estas mismas lipoproteínas transportan triglicéridos. Ciertamente, desde el punto de vista del metabolismo energético, el transporte de triglicéridos puede ser la función más importante.



## ESTRUCTURA DE LAS LIPOPROTEINAS.

Las estructuras basicas de todas las lipoproteinas son similares, todas ellas contienen un nucleo de lipidos neutros formado por esterios de colesterol y triglicéridos, un revestimiento superficial de lipidos mas polares - colesterol no esterificado y fosfolipidos - y apoproteinas ( fig. 11 ). El revestimiento superficial - cuyos lipidos proporcionan una estructura de cobertura que recubre las tipicas membranas plasmaticas de las celulas - sirve como interfase entre el plasma acuoso y el nucleo lipido no polar interno. Esta superficie polar hace sea posible el transporte de los esterios de colesterol insolubles y de los triglicéridos en plasma. Las apoproteinas del revestimiento superficial cumplen varias funciones importantes:

- 1 - Son necesarias para la síntesis y secreción de lipoproteinas específicas.
- 2 - Actúan para estabilizar el revestimiento superficial y en consecuencia, toda la partícula lipoproteica.
- 3 - Son cofactores en la activación de enzimas que modifican las lipoproteinas.
- 4 - Pueden interactuar con receptores específicos en las superficies de las células que captan las lipoproteinas de la circulación.

Las apoproteinas varían de una lipoproteína a otra, y en gran medida, dirigen la función de toda la lipoproteína.

### ESTRUCTURA DE LAS LIPOPROTEINAS

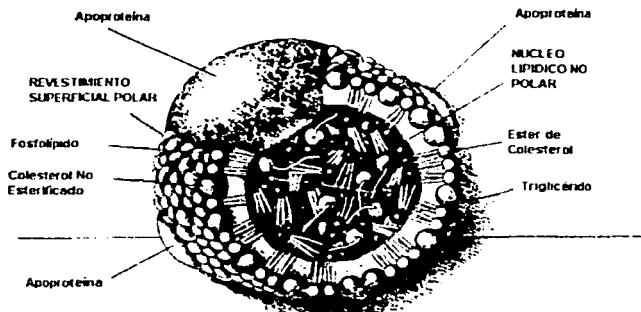


Fig. 11 Estructura básica de las lipoproteínas.

## CLASES DE LIPOPROTEINAS.

El nombre de las cinco clases principales de lipoproteínas proviene bien de su densidad o bien de su movilidad electroforética ( fig. 12 ). Los quilomicrones son lipoproteínas ricas en triglicéridos sintetizadas por el intestino, tienen una densidad de aproximadamente 0.98 g/ml. Al ser sometidas a electroforesis muestran una movilidad pre-beta. Las lipoproteínas de muy baja densidad ( VLDL ) (  $d = 1.006 - 1.019$  g/ml ) son lipoproteínas ricas en triglicéridos fabricadas por el hígado, al ser sometidas a electroforesis muestran una movilidad pre-beta. Las lipoproteínas de densidad intermedia ( IDL ) (  $d = 1.006 - 1.019$  g/ml ) son producidas por el catabolismo de VLDL. Las lipoproteínas de baja densidad ( LDL ) (  $d = 1.019 - 1.063$  g/ml ) que se derivan mediante catabolismo de IDL, son las principales lipoproteínas transportadoras de colesterol del plasma; al ser sometidas a electroforesis tienen movilidad beta. Por último, las lipoproteínas de alta densidad ( HDL ) (  $d = 1.063 - 1.21$  g/ml ) que tienen movilidad alfa comprenden varios componentes derivados de distintas fuentes: el hígado, intestino, otras lipoproteínas, y otros tejidos.

**CLASIFICACION DE LAS LIPOPROTEINAS**

LIPOPROTEINA	DENSIDAD (G/ML)	ORIGENES
Quilomicrones	0.98	Int. Int.
Lipoproteinas de muy baja densidad (VLDL) (prebeta lipoproteinas)	1.005	Fig. 13
Lipoproteinas de densidad intermedia (IDL)	1.006 - 1.014	Catabolismo de las VLDL
Lipoproteinas de baja densidad (LDL) (beta lipoproteinas)	1.019 - 1.063	Catabolismo de las IDL
Lipoproteinas de alta densidad (HDL) (alpha lipoproteinas)	1.063 - 1.216	Hgado. intestinal y otros

Fig. 12 CLASIFICACION DE LAS LIPOPROTEINAS

### APOLIPOPROTEINAS

De las cuatro categorías principales de apoproteínas: las que tienen pesos moleculares más altos son las apoproteínas (apo) B ( fig. 13 ). La apo B 48, producida por el intestino, está presente en los quilomicrones, mientras que la apo B 100 sintetizada por el hígado es un constituyente del revestimiento superficial de las VLDL, IDL y LDL. Las apo A por otro lado, son elaboradas por el hígado y el intestino y se encuentran en los quilomicrones y las HDL ( fig. 14 ). Las apo C se sintetizan en el hígado, en la circulación son transportadas por los quilomicrones, VLDL, IDL y HDL ( fig. 15 ). Las tres isoformas de apo E ( E 2, E 3, E 4 ) tienen un peso molecular de 35.000 daltons y difieren solamente por los aminoácidos en las posiciones 112 y 150. Son sintetizadas principalmente en el hígado pero pequeñas cantidades pueden ser elaboradas por otros tejidos. Las apo E se encuentran en el suero, entre los quilomicrones, VLDL, IDL, HDL. Cada persona hereda dos isoformas de apo E una de cada progenitor. En consecuencia, son posibles 6 genotipos diferentes.

#### APOPROTEINAS B

APOLIPOPROTEINA	PESO MOLECULAR (daltons)	ORIGENES	LIPOPROTEINAS
B 48	264.000	Intestino	Quilomicrones
B 100	550.000	Hígado	VLDL, IDL, LDL

Fig. 13. APOPROTEINAS B

**APOPROTEINAS A**

APOPROTEINA	PESO MOLECULAR (daltons)	ORIGENES	LIPOPROTEINAS
A I	28 000	Intestino higado	HDL quilomicrones
A II	17 000	Intestino higado	HDL quilomicrones
A IV	46 000	Intestino	HDL quilomicrones

Fig. 14 APOPROTEINAS A

**APOPROTEINAS C**

APOPROTEINA	PESO MOLECULAR (daltons)	ORIGENES	LIPOPROTEINAS
C-I	5.800	Higado	Quilomicrones VLDL IDL HDL
C-II	9.100	Higado	Quilomicrones VLDL IDL HDL
C-III	8.750	Higado	Quilomicrones VLDL IDL HDL

Fig. 15 APOPROTEINAS C.

## TRANSPORTE DE ACIDOS GRASOS.

Cuando las lipoproteínas ricas en triglicéridos tales como los quilomicrones interactúan con la lipoproteína lipasa, se liberan los ácidos grasos de los triglicéridos ( Fig. 16 ). La lipoproteína lipasa es activada por apo C II. Los ácidos grasos liberados durante la lipólisis se fijan inmediatamente a la albumina circulante y como resultado son retenidos en solución los ácidos grasos pueden tener tres destinos:

- 1 - Pueden ser captados por los músculos y otros tejidos y ser utilizados para producir energía.
- 2 - Pueden ser captados por el tejido adiposo donde serán resintetizados en triglicéridos para su almacenamiento. Cuando se necesita combustible estos triglicéridos son sometidos a lipólisis por la lipasa del tejido adiposo y de nuevo se liberan ácidos grasos en la circulación.
- 3 - Pueden ser captados por el hígado donde servirán como fuente de combustible o para ser resintetizados en triglicéridos que se utilizarán en la formación de lipoproteínas hepáticas ricas en triglicéridos.

## TRANPORTE DE ACIDOS GRASOS

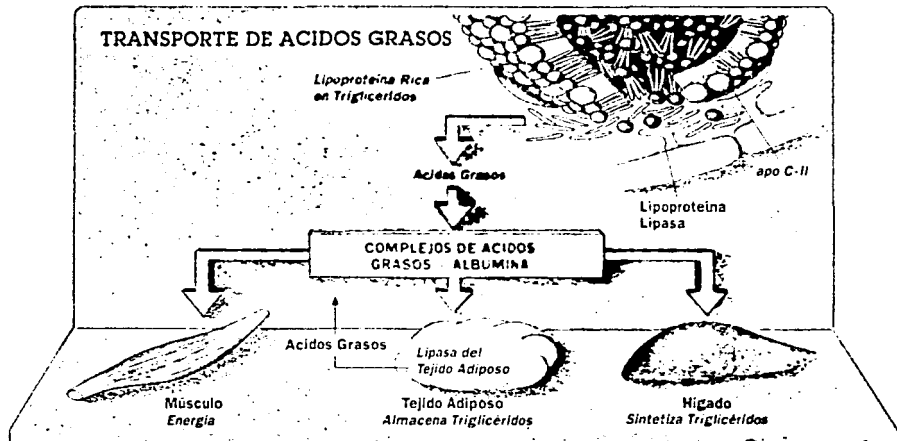


Fig. 16 Transporte y posibles destinos de los ácidos grasos.



## INGESTION DE FIBRA DIETETICA Y METABOLISMO DE LOS LIPIDOS

No existe un indicador unico y confiable del estado y gravedad de los padecimientos coronarios. En la actualidad el riesgo de aterosclerosis en el ser humano se mide de manera indirecta mediante la determinacion de los lipidos y los componentes de los lipoproteinas en el plasma o la sangre. Los valores elevados de colesterol total o de lipoproteina de baja densidad en el plasma coexisten con riesgo mas elevado de aterosclerosis, mientras que la mayor concentracion de lipoproteinas de alta densidad en el plasma conlleva un efecto protector.

En 1954 Walker y Arvidsson publicaron por primera vez que existia relacion entre la ingestion de dietas altas en fibra y bajas en colesterol y los valores reducidos de colesterol en plasma. Posteriormente, Keys y colaboradores informaron de pruebas epidemiologicas en las que coexiste ingestion de dietas ricas en carbohidratos complejos, especialmente fibra, con concentraciones bajas de colesterol. A pesar de estos estudios iniciales no fue sino hasta que Trowell en 1975 cito varios estudios para demostrar que la ingestion de fibra dietetica podria proteger en contra de la hiperlipidemia, lo cual intensifico notablemente la investigacion en este campo. Desde entonces ha habido numerosas pruebas que establecen que existe relacion entre la ingestion de alimentos vegetales (altos en fibra) y la disminucion en las concentraciones de colesterol plasmatico y una menor frecuencia de aterosclerosis y otras enfermedades degenerativas.

## COLESTEROL TOTAL

La eficacia de algunos tipos de fibra dietética para disminuir el colesterol en sangre se ha demostrado en estudios tanto en animales de laboratorio como en seres humanos. Existen varias revisiones publicadas que resumen estas observaciones. El cuadro 18 resume los valores en cuanto al porcentaje de cambio en colesterol total y colesterol de lipoproteínas informados en diversos estudios clínicos realizados en personas a las que se les administraron diferentes fuentes de fibra. Las que contienen principalmente fibra soluble en agua tienden a ser mejores para disminuir la colesterolemia. Así, la fibra de la cascarilla de la avena, de las leguminosas y de las gomas que constituyen fuentes de fibra soluble reducen el colesterol en 6 a 19 %, mientras que las fibras insolubles como las cascarillas del trigo y la soja, la celulosa y algunos vegetales no tienen este efecto. En la fig. 17 se muestra el efecto hipocolesterolemiante de varias fuentes de fibra.

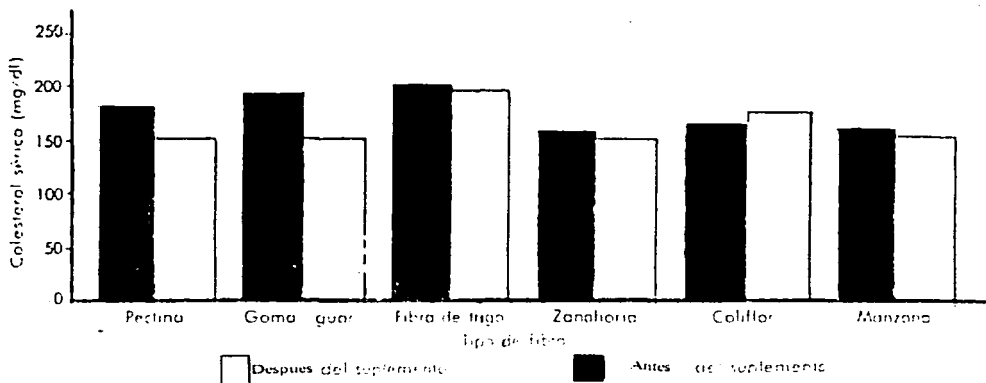


Fig. 17

Cuadro 18. Valores de colesterol total y de lipoproteínas en individuos alimentados con diferentes fuentes de fibra dietética.

Tipo de Fibra Dietética	Valor de la dieta g	Reacción en colesterol % de los testigos		
		Total	LDL	HDL
<b>ASLADOS DE FIBRA</b>				
Casavilla de trigo	7.44	96.10%	96	91
Semilla de soja	11.27	100.114	99.114	99.103
Papas asadas de soja	29	99	96	95
Casavilla de maíz	7.6	96	96	99
Casavilla de avena	77.100	99.97	99.96	99.109
Celuloza	16.37	100	100	100
Carboximetilcelulosa	16.37	94	87	94
Goma guar	14.36	95	94	96
Goma arábiga	9	96	94	96
Pectina	1.30	97		
<b>FIBRA EN ALIMENTOS</b>				
Vegetales	29	99.102		93.94
Manzana	16.37	99.99		96
Leguminosas	30.42	94.94		100
Fríjol	30		97	95

## LIPOPROTEINAS

La distribución de colesterol en las diferentes fracciones de lipoproteínas constituye un indicador más adecuado del riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, que los valores totales de colesterol. Las dos fracciones de lipoproteínas que se han estudiado ampliamente son las de baja densidad (LDL) y las de alta densidad (HDL). Cuando las primeras están aumentadas hay mayor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. En el ser humano las LDL consisten de 45% de colesterol, 25% de proteínas, 20% de fosfolípidos y 10% de triglicéridos. Por otro lado, las HDL constan de 45% de proteínas y solo 20% de colesterol, se las ha relacionado con un riesgo menor de cardiopatía.

En varios estudios se evaluó el efecto de alimentos que contienen fibra y de aislados de fibra en el metabolismo de las lipoproteínas. Inicialmente se compararon los efectos de las dietas suplementadas con trigo o con cascarilla de avena en individuos con hipercolesterolemia. La composición de las dietas y los resultados obtenidos en cuanto a la química sanguínea y los ácidos grasos fecales se resumen en el cuadro 19. Ambos alimentos redujeron en forma significativa las concentraciones totales de colesterol y las LDL, las HDL y los triglicéridos disminuyeron un poco. Estos estudios demuestran el efecto hipocolesterolemiante de algunos alimentos altos en fibra. Después se estudió la inclusión de 50 gramos diarios de cascarilla de trigo y avena en la dieta de sujetos sanos durante 21 días. En estos no se encontró un cambio significativo en el peso corporal o en los valores de triglicéridos con ambas dietas; la adición de cascarilla de trigo no afectó la concentración de colesterol, pero la de avena causó una disminución del colesterol sérico de 15%. Estos estudios demuestran que no todos los tipos de fibra son eficaces para bajar la colesterolemia.

Stasse-Walthers y colaboradores estudiaron el efecto de diferentes tipos de fibra en 62 jóvenes sanos mediante la adición a su dieta de fruta y vegetales o bien la suplementación con cascarrilla de trigo (32.5 g/d) o con pectina (9 g/d). En este estudio la primera produjo un aumento significativo de los valores de colesterol, el mayor consumo de frutas y vegetales lo disminuyó un poco y solo la suplementación con pectina logró una baja significativa. Así, a la fibra soluble se le puede atribuir un efecto hipocolesterolemiante importante.

La disminución de colesterol con la fibra soluble es más eficaz en pacientes con hiperlipidemias. Un ejemplo es la hipercolesterolemia familiar que es un padecimiento concomitante con aterosclerosis prematura. Zaccaro y colaboradores estudiaron el efecto de la inclusión de fibra soluble en forma de gomas (8 a 30 g/d) en 21 pacientes con hipercolesterolemia familiar, esto produjo disminuciones en los valores de colesterol total de 11 a 17% y en el colesterol de HDL de 10 a 17%, la relación HDL/IDL aumentó entre 4 y 12%. La eficacia de la fibra soluble la hace un factor importante para el tratamiento del paciente con hiperlipidemia.

Cuadro 19 Efecto de la inclusion dietetica de frijoles o cascavilla de avena sobre el metabolismo de lipidos en individuos con hipercolesterolemia ( LDL = lipoproteinas de baja densidad, HDL = lipoproteinas de baja densidad, HDL = lipoproteinas de alta densidad )

	Experimento 1		Experimento 2	
	Dieta testigo	Dieta con frijol	Dieta testigo	Dieta con Avena

COMPOSICION DE LA DIETA				
Calorias	1711	1711	1928	1941
Carbohidratos (g)	187	183	206	21
Proteina (g)	85	96	97	93
Grasa (g)	70	70	77	78
Colesterol (mg)	147	149	179	139
Fibra dietetica (g)	20	19	199	17
RESULTADOS				
Colesterol (mg/dl)				
Total	259	242	257	207
LDL	219	169	195	111
HDL	33	58	30	29
HDL/ LDL	0.15	0.37	0.16	0.26
Triglicéridos (mg/dl)	230	221	159	151
Acidos biliares fecales				
(mg/dl)			109	186

## TRIGLICERIDOS

En casi todas las investigaciones realizadas el cambio en los valores de triglicéridos debido a la ingestión de fibra no ha sido relevante. Sin embargo, algunos estudios en seres humanos demuestran que ciertos tipos de fibra soluble pueden ser eficaces en individuos con hipertriglicéridemia. Por otro lado, Heaton y Pomare encontraron que la cascarrilla de trigo disminuye los triglicéridos en personas que los tienen elevados. Anderson señala que la ingestión de fibra dietética puede tener cierto impacto en el tratamiento del sujeto con hipertriglicéridemia.

### INGESTION DE FIBRA DIETETICA Y ATEROSCLEROSIS

Existen relativamente pocos estudios que relacionan la ingestión de fibra con la aterosclerosis en el ser humano. En un estudio se observó a un grupo de varones durante 10 años, encontraron que los que consumían más fibra en la dieta tuvieron menos aterosclerosis. Liu y colaboradores compararon la tasa de mortalidad por enfermedad cardiovascular en 20 países y encontraron correlación inversa entre la coronariopatía y la ingestión estimada de fibra dietética.

Una parte importante de la información se ha obtenido mediante estudios epidemiológicos en poblaciones vegetarianas a cuya dieta está basada principalmente en alimentos vegetales y por tanto incluyen alimentos ricos en fibra dietética. Sacks y colaboradores informaron que individuos que toman dietas vegetarianas presentaron valores plasmáticos de colesterol LDL y triglicéridos significativamente más bajos que los que consumen dietas omnívoras. Otros autores han hecho observaciones similares. En la fig. 20 se muestra la distribución en las concentraciones de colesterol en una población vegetariana comparada con una no vegetariana; los de colesterol total y de LDL son iguales; esto hace que la relación HDL/LDL sea mayor en la población vegetariana, hecho que en la actualidad coexiste con una menor propensión a padecer enfermedades cardiovasculares.



Finalmente, en un estudio prospectivo de seis años de duracion en el que se investigo a 21 000 sujetos, se encontro que el riesgo de sufrir alguna cardiopatia fue tres veces menor en los individuos con dietas vegetarianas que en los de edad similar pero con dietas no vegetarianas.

Las pruebas revisadas parecen demostrar, cada vez con mayor claridad, los beneficios de algunas modificaciones en la dieta —incluidas las altas en fibra— en la menor mortalidad por enfermedades cardiovasculares; sin embargo, dichas pruebas deben considerarse con precaucion ya que algunos de los cambios en el metabolismo de los lipidos observados con la ingestion de dietas altas en fibra no son lo bastante consistentes, lo cual sugiere la posibilidad de que participen otros mecanismos, ademas del efecto de la fibra.

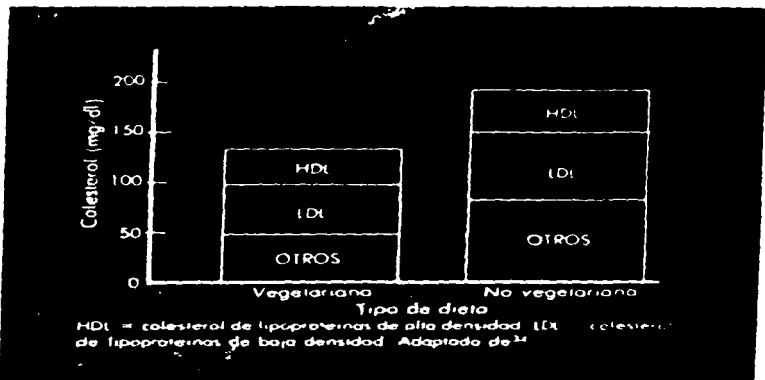


Fig. 100  
50

## MECANISMOS PROPUESTOS

El mecanismo por el que la ingestión de fibra puede alterar el metabolismo de los lípidos es variado: por reducción de la absorción de colesterol y ácidos biliares, por alteración del metabolismo de los ácidos biliares, por efecto de los productos de la fermentación colónica de la fibra en la secreción y producción de las lipoproteínas o por modificación de la secreción intestinal de las lipoproteínas.

### EFFECTO DE LA FIBRA EN LA ABSORCIÓN DE COLESTEROL Y ÁCIDOS BILIARES

Varios estudios han informado de aumento en la excreción fecal de ácidos biliares cuando se consumen fibras solubles y lignina. Esta interacción puede dar lugar a dos efectos: reducir la disponibilidad de los ácidos biliares para la formación de micelas lo cual obstruye la absorción de grasa, incluido el colesterol y, por otro lado, puede reducir el volumen de ácidos biliares que se resorbe en la circulación enterohepática, lo cual requiere de una mayor síntesis de ácidos biliares a partir de colesterol. Este último efecto ha sido demostrado en ratas.

Estudios *in vitro* e *in vivo* demuestran que algunas fuentes de fibra se unen químicamente o tienen la capacidad de quelar a los ácidos biliares. Sin embargo, esto no puede ser totalmente responsable del efecto hipocolesterolemizante de la fibra, ya que algunas fuentes de esta como la cascavilla de trigo que se une fácilmente con los ácidos biliares, no tienen la capacidad de disminuir el colesterol en el plasma. De igual manera, la goma arábiga y el frijol reducen el colesterol sin producir mayor excreción fecal de los ácidos biliares. Aunque la unión con estos parece ser el mecanismo más importante por el que la fibra afecta la colesterolemia, otros mecanismos también tienen un papel significativo.

## EFFECTO DE LA FIBRA EN EL METABOLISMO DE LOS ACIDOS BILIARES

La ingestión de fibra afecta el metabolismo del colesterol y de los ácidos biliares. En el caso del primero, Chang sugiere que la capacidad de la fibra soluble para formar geles disminuye el pH del contenido gástrico, lo cual origina aumento en la esterificación del colesterol en el intestino. Como los ésteres del colesterol no se absorben directamente, este efecto podría explicar la baja del colesterol plasmático atribuido a las fibras solubles. En el caso de los ácidos biliares, la fibra dietética altera su metabolismo en el intestino y cambia la relación de ácidos biliares primarios o secundarios; este cambio podría influir en el metabolismo del colesterol y los ácidos biliares en el hígado.

## EFFECTO DE LA FIBRA EN EL METABOLISMO DE LAS LIPOPROTEINAS

Al pasar intacta la fibra a las partes inferiores del tubo digestivo puede ser degradada por las bacterias que se encuentran en un medio anaerobio. La fermentación bacteriana de la fibra produce ácidos grasos solubles; parte de ellos se absorbe en el colon. El ácido butírico se utiliza principalmente en el metabolismo celular del intestino grueso y solo una pequeña cantidad aparece en la circulación portal. Los ácidos propiónico y acético pasan a la vena porta; aquel es utilizado principalmente por el hígado, mientras que el segundo es metabolizado en el tejido periférico. Algunas observaciones demuestran que ambos ácidos, productos de la fermentación bacteriana de la fibra, modifican el metabolismo de los lípidos al disminuir la síntesis de las LDL. La fibra soluble ( gomas, pectinas y hemicelulosas ) se fermentan en mayor grado que las fibras insolubles ( celulosa, lignina y algunas hemicelulosas ).

El tubo digestivo es un órgano que interviene en la síntesis de lipoproteínas en el plasma. Algunos estudios hacen pensar que uno de los mecanismos importantes por el que la fibra afecta el metabolismo del colesterol, es por su efecto en la formación y transporte de las lipoproteínas. Sin embargo, este hecho solo se ha demostrado en ratas.

## LA FIBRA DIETÉTICA EN LA DIETA MEXICANA Y NECESIDAD DE INVESTIGACIONES FUTURAS

Desafortunadamente es muy escasa la literatura (tanto de estudios epidemiológicos como metabólicos y de laboratorio) que relacione la ingestión de fibra con la frecuencia de enfermedades cardiovasculares en México. Esto puede deberse en gran parte a que hasta hace algunos años existía gran confusión en el concepto y en el método para evaluar de manera adecuada el contenido de fibra y sus fracciones en los alimentos y las dietas. En el cuadro 21 aparece el contenido de los diferentes componentes de la fibra en dietas promedio consumidas por la población rural y urbana de México señaladas en un estudio metabólico reciente. Es evidente que en el país hay un contraste notable en cuanto al consumo de fibra en las diferentes poblaciones. El auge en la investigación epidemiológica en estas punto con la elaboración de estudios metabólicos controlados permitirán en un futuro cercano poder predecir de manera más acertada los efectos de los alimentos y las dietas en la frecuencia, la prevención o ambas cosas, de las enfermedades cardiovasculares. Por el momento las pruebas indican que lo más adecuado es tener una dieta que incluya cantidades sustanciales de alimentos de origen vegetal y altos en fibra, como las frutas y verduras, las leguminosas y los cereales hechos de granos enteros.

Cuadro 21. Ingestión de fibra neutrodetergente (FND) fibra acidodetergente (FAD) hemicelulosa, celulosa y lignina, en mujeres con dieta rural promedio o dieta urbana promedio

	Dieta Rural g/d	Dieta urbana g/d
Materia seca	106	286
FND	10	12
FAD	29	8
Hemicelulosa	11	1
Celulosa	17	6
Lignina	11	2

## CONCLUSIONES

A pesar de la gran importancia que ha cobrado el estudio de los efectos metabólicos de la ingestión de fibra dietaria en México poco se conoce sobre su consumo y las consecuencias que este tiene en el estado de salud de la población. Un análisis general sobre los patrones de alimentación en México sugieren que la población en zonas rurales consume una gran cantidad significativa de alimentos vegetales con un contenido elevado de fibra dietética.

Por lo que se ha sugerido, el consumo de fibra en México pudiera ser elevado; sin embargo, evaluaciones dietéticas en poblaciones urbanas indican patrones de alimentación muy variados en las que no es raro observar dietas basadas en alimentos más refinados. En algunos casos con los alimentos incluidos en la dieta, puede anticiparse que existen grupos de población en el país cuyo consumo de fibra dietética puede ser aún menor que los promedios reportados para algunos países desarrollados en las que se presume que la ingestión de fibra es deficiente. Ante esto poco se sabe sobre los efectos en la salud o en la incidencia de algunos tipos de enfermedades asociadas con el consumo o la falta de consumo de fibra.

Cabe mencionar sobre el contenido de fibra dietaria de los alimentos es muy limitado.

Las tablas de composición de los alimentos utilizados en México o aquellos desarrollados para Latinoamérica incluyen información de fibra cruda únicamente.

Como ya mencione con anterioridad el contenido de fibra cruda de un alimento no nos indica el contenido de fibra dietética del mismo y mucho menos puede contribuir a conocer las consecuencias fisiológicas del consumo de esta. Ante esto, la necesidad de investigaciones en esta área es evidente.

El interés actual por la fibra dietética como componente importante de la dieta surge de la evidencia epidemiológica bioquímica y clínica entre una elevada ingesta de fibra y la menor incidencia de enfermedades crónicas, como las cardiovasculares y el cáncer del intestino grueso, es por eso, que el uso de la fibra y su relación con la salud debe darse a conocer, así como sus beneficios con el fin de ayudar a la población a mantener un nivel óptimo de salud, tomando en consideración que la asociación entre riesgo de la enfermedad y los factores dietéticos es multifactorial, la fibra debe de considerarse como uno de estos factores que pueden modificar el riesgo y que su papel debe valorarse en el contexto de patrón dietético global.

En la actualidad se sabe que los niveles de triglicéridos y de colesterol sanguíneo pueden disminuir de manera importante si se modifica nuestra alimentación. Esto indica que las propiedades físicoquímicas de la fibra, tales como su viscosidad y su capacidad de unirse a los ácidos biliares ejercen en el estómago y en el intestino efectos de gran importancia.

También se ha reportado que dietas ricas en fibras naturales disminuyen el colesterol total sérico, así como disminuyen las lipoproteínas aterogénicas de baja densidad (LDL) de colesterol y elevan las lipoproteínas de alta densidad (HDL) apreciando un efecto protector a corto y largo plazo.

Sin embargo en países en vías de desarrollo como el nuestro, esta problemática es cada día más evidente debido probablemente a la influencia cultural de otras naciones sobre los hábitos alimenticios y al impacto de los medios de publicidad originado con ello, el consumo excesivo de grasas saturadas y azúcares refinados, por lo tanto la adquisición de estos hábitos han traído como consecuencia la presencia de otros factores de riesgo coronarios tales como la obesidad e hipercolesterolemia.

En varios estudios clinicos se ha determinado que la presencia de aterosclerosis puede llegar a identificarse sin dar aparentemente ninguna sintomatologia, esto debido a la presencia de una combinacion variable de caracteristicas conocidas como factores de riesgo, como son el sexo, edad y herencia. Otros que podian ser modificables y que dependen de los habitos que se adquieren durante la vida son el tabaquismo, el sedentarismo y la obesidad y otras que estan relacionadas con alteraciones patologicas como son la hipertension arterial, la elevacion de los niveles plasmaticos de lipoproteinas de baja densidad y la disminucion de lipoproteinas de alta densidad.

Desde hace tiempo se ha postulado que la enfermedad aterosclerosis puede ser prevenida si se modifican de manera favorable los factores de riesgo, a partir de esto se han realizado investigaciones que permitan confirmar tales opiniones tanto a nivel nacional como a nivel mundial, entre ellas se encuentran las del Instituto Nacional de Nutricion sobre el tipo de Alimentacion que se consume en diferentes estados de la Republica Mexicana reflejandose un elevado consumo de grasas y colesterol en forma similar.

Cabe hacer notar que este trabajo bibliografico fue apoyado con un trabajo de investigacion que fue hecho en el Hospital Regional de Monterrey, I. S. S. T. E. y que de acuerdo a sus resultados y conclusiones se cumplieron el objetivo, ya que esta basado en la fibra dietetica y la importancia de la reduccion de lipidos y sobrepeso. En este trabajo es importante hacer mencion que la fibra con la que se llevo a cabo dicho trabajo consistia en capsulas de fibra " SUPER FIBER " y un complemento nutricional aportadas por la Compania NANCY Internacional.

Los resultados obtenidos fueron disminucion de colesterol serico asi como tambien de trigliceridos y moderado incremento de las HDL, ademas todos los pacientes tuvieron una reduccion de peso y por lo tanto pone en relieve la importancia del descenso de sobrepeso para la disminucion del riesgo cardiovascular de los obesos.



En conclusion la hipertrigliceridemia obesidad es un hecho muy reconocido por la literatura medica siendo comunmente aceptado que la hipertrigliceridemia de los obesos esta intimamente ligado al sobrepeso y se normaliza con la dieta. Aun cuando los factores son causales en la elevacion de la concentracion sanguinea de lipidos:

En este trabajo se encontro que la mayor parte de la poblacion tiene poca actividad fisica registrandose un alto indice de sedentarismo ademas existe un alto consumo de alimentos ricos en hidratos de carbono que hace que aumente el consumo de calorías por encima de los requerimientos manifestandose de esta manera obesidad la cual se corrobora con los porcentajes encontrando que el 65 % presenta obesidad grado I y II.

Es importante tener presente que la alimentacion debe ser balanceada y no usar la fibra como un aditivo y que la ingestion se debe de incrementar de manera paulatina y segun la tolerancia individual ya que el interes actual por la fibra surge de la asociacion epidemiologica entre la elevada ingesta de fibra y la menor incidencia de enfermedades de efectos mecanicos y metabolicos.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 Schneeman, B. O. Dietary Fiber: Physiological and Chemical Methods of Analysis, and Physiological Effects. *Food Tech* 40: 104, 1986.
- 2 Food and Nutrition Board, National Research Council. Recommended Dietary Allowances, 9th Edition. Washington: National Academy of Sciences, 1980.
- 3 Trowell, H.C. Ischemic Heart Disease and Dietary Fiber. *AM J Clin Nutr* 25:926, 1972.
- 4 Southgate, D.A.T. Definitions and Terminology of Dietary Fiber. In: *Dietary Fiber in Health and Disease* (George V. Vahouny and David Kritchevsky, eds.) Plenum Press, New York, pg. 1, 1982.
- 5 Kay, R.M. and Strasberg, S.M. Origin Chemistry, Physiological Effects and Clinical Importance of Dietary Fibre. *J. Clin. and Invest. Med* 1 (1) : 9, 1976.
- 6 Southgate, D.A.T. The Chemistry of Lactary Fiber. In: *Fiber in Human Nutrition* (Gene A. Spiller and Roland J. Amen, eds.) Plenum Press, New York, pg.31, 1976.
- 7 Eastwood, M.A. Vegetable Fibre: Its Physical Properties. *Proc. Nutr. Soc.* 32:137, 1973.
- 8 Aspinall, G.O., Bagbie, R. and McKay, J.E. Polysaccharide Components of Soybeans. *Cereal Sci Today* 12:224, 1967.
- 9 Total Dietary Fiber in Foods by Enzymatic Gravimetric Procedure. *JAOC* 68 (2):399-43 A14-43 A20, 1985.
- 10 Southgate, D.A.T. The Measurement of Unavailable Carbohydrates: Structural Polysaccharides. In: *Determination of Food Carbohydrates* (D.A.T. Southgate, ed.) London: Applied Science Publishers, Ltd., pg. 61, 1976.
- 11 Theander, O. and Aman, P. Studies on Dietary Fiber. I. Analysis and Chemical Characterization of Water-soluble and Water-insoluble Dietary Fibers. *Swedish J. Agr. Res.* 9:97, 1979.
- 12 Hellendoorn, E.W., Noordhoff, M.G., et al. Enzymatic Determination of the indigestible Residue (Dietary Fibre) Content of Human Food. *J. Sci. Fd. Agric.* 26:1461, 1975.
- 13 Schweizer, T.F. and Wursch, P. Analysis of Dietary Fibre. *J. Sci. Fd. Agric.* 30:613, 1979.
- 14 Furda, I., Gengler, S.C., et al. Complete Carbohydrate Analysis-- Sugar, Starch, and Total Dietary Fiber in Plant Residues and Food Products. *AOAC 93rd Annual Meeting*, Washington, D.C., October 1979.
- 15 Asp, N. G. Johansson, C. G., et al. Rapid Enzymatic Assay of Insoluble and Soluble Dietary Fiber. *J. Agric. Fd. Chem.* 31:476, 1983.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

- 16 Englyst, H. Wiggins, H.S., et al. Determination of the Non-Starch Polysaccharides in Plant Foods by Gas-Liquid Chromatography. Sugars and Alcohol Acetates. *Analyst* 107:307, 1982.
- 17 Roth, G. and Letzelmann, C. Fiber and the Large Gut. In: *Dietary Fibre Perspective: Reviews and Bibliography* (A.K. Leeds, ed.) John Libbey, London, pg. 3, 1985.
- 18 Judd, P.A. and Truswell, A. Dietary Fibre and Blood Lipids in Man. In: *Dietary Fibre Perspective: Reviews and Bibliography* (A.K. Leeds, ed.) John Libbey, London, pg. 23, 1985.
- 19 Peterson, D.B. Fibre and Diabetes: New Perspectives. In: *Dietary Fibre Perspective: Reviews and Bibliography* (A.K. Leeds, ed.) John Libbey, London, pg. 17, 1985.
- 20 Harland, B.F. and Morris, E.R. Fibre and Mineral Absorption. In: *Dietary Fibre Perspective: Reviews and Bibliography* (A.K. Leeds, ed.) John Libbey, London, pg. 72, 1985.
- 21 Lo, G.S., Sathli, S.I., et al. Effect of Transit Time and Fecal Output of Soy Polysaccharides in pigs. *Fed. Proc.* 30 (3): 548 (Abstract # 1034) 1979.
- 22 Tsai, A.C., Mott, E.L., et al. Effect of Soy Polysaccharide on Gastrointestinal Functions, Nutrient Balance, Steroid Excretion, Glucose Tolerance, Serum Lipids and Other Parameters in Humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 30:504, 1984.
- 23 Bowen, p.e., McCallister, M. et al. Bowel Function and Macronutrient Absorption Using Fiber-Augmented Liquid Formula Diet. *JFEN* 6:583 (Abstract #89) 1982.
- 24 Slavin, J.L., Nelson, B.A., et al. Bowel Function of Healthy Men Consuming Liquid Diet With and Without Dietary Fiber. *JFEN* 9:317, 1985.
- 25 Graham, D.Y., Moser, S.E., et al. The Effect of Brand on Bowel Function in Constipation. *Am. J. Gastroenterol.* 77 (9): 599, 1982.
- 26 Anderson, J.W., Story, T., et al. Hypocholesterolemic Effects of Oat Bran or Bean Intake for Hypercholesterolemic Men. *Am. J. Clin. Nutr.* 40:1146, 1984.
- 27 Kirby, R.N., Anderson, J.W., et al. Oat Bran Intake Selectively Lowers Serum Low Density Lipoprotein Cholesterol Concentrations of Hypercholesterolemic Men. *Am. J. Clin. Nutr.* 34:824, 1981.
- 28 Eastwood, M.A., Kirkpatrick, J.R., et al. Effects of Dietary Supplements of Wheat Bran and Cellulose on Feces and Bowel Function. *Br. Med. J.* 4:392, 1973.
- 29 Flemings, S.E., Mattingen, D., et al. Colonic Function and Fermentation in Men Consuming High Fiber diets. *J. Nutr.* 113 (12): 2538, 1983.
- 30 Kies, C., Sanchez, V.E., et al. Cellulose Supplementation of a Nutritionally Complete Liquid Formula Diet: Effect on Gastrointestinal Tract Function of Human and Fecal Fiber Recovery. *J. Fed. Sci.* 49:815, 1984.

31. Slavin, J.L., and Marlett, J.A. Influence of Refined Cellulose on Human Bowel Function and Calcium and Magnesium Balances. *Am J Clin Nutr* 33(9) 1932, 1980
32. Wrick, K.L., Robertson, J.B., et al. The influence of Dietary Fiber Source on Human Intestinal Transit and Stool Output. *J Nutr* 113 (8) 1464, 1983
33. Hillman, J., Peters, S., et al. Differing Effects of Pectin, Cellulose and Lignin on Stool pH, Transit Time and Weight. *Br J Nutr* 50(2) 189, 1983
34. Heller, S.N., Hackler, L.R., et al. Dietary Fiber: The Effect of Particle Size of Wheat Bran on Colonic Function in Young Adult Men. *Am J Clin Nutr* 33 1734, 1980
35. Kay, R.M. and Truswell, A.S. Effect of Citrus Pectin on Blood Lipids and Fecal Steroid Excretion in Man. *Am J Clin Nutr* 30 171, 1977
36. Challen, A.D., Branch, W.J., et al. The Effect of Pectin and Wheat Bran on Platelet Function and Homeostasis in Man. *Hum Nutr Clin Nutr* 37(3) 209, 1983
37. Vargo, D., Doyle, R., et al. Colonic Bacterial Flora and Serum Cholesterol Alterations Induced by Dietary Citrus Pectin. *Am J Gastroenterol* 80(5) 361, 1985
38. Smith, U., and Hohn, G. Effect of a Modified Guar Gum Preparation on Glucose and Lipid Levels in Diabetic and Healthy Volunteers. *Atherosclerosis* 45(1) 1, 1982
39. Khan, Abdur R., Khan, Ghazala Y., et al. Effect of Guar Gum on Blood Lipids. *Am J Clin Nutr* 34:2446, 1981

40. Schneeman Barbara, Gallaher, Daniel. Fibras de la dieta conocimientos actuales sobre nutrición. OPS/RLS. Sexta edición. Washington 1991. 94-101
41. Gormar Ma, Bowman. Position of the American Dietetic Association. Health Implications of Dietary Fiber. J AM Diet Assoc 1988. 216-224
42. Kaufer Horwitz Martha. La Fibra y su aporte a la Salud. Cuaderno de Nutrición. Volumen B. # 5. México 1985
43. Mitchell, Rymergen. Andenón y Diabete. Nutrición y dieta de Cooper. Editorial Interamericana. 15ª Edición. México 1985
44. Grundy, Scott M. Factores dietéticos que afectan el metabolismo de las lipoproteínas. Atlas de las alteraciones de los lípidos. Volumen 3. México 1990
45. Cormadese F, Stranghellini V, Bocci G, Et Al. Dietary Fiber And Intestinal Transit. Times. Curr The Rap. Rev. 1983. 173-189
46. Espejo Sola Jaime. Manual de la Enfermedad y Dietoterapia Del Adulto. Editorial El Ateneo. Buenos Aires. Argentina 1978
47. Cooper. Nutrición y Dieta. Decimo Sexta Edición. Editorial Interamericana. México 1983
48. Fibra Terapéutica en el Tratamiento y Prevención de Alteraciones Gastrointestinales y Metabólicas. Revista Informática
49. Cuaderno de Nutrición. Instituto Nacional de Nutrición " Salvador Zubarán ". Volumen 11 # 2. México 1988
50. Ernest Nd, Cleeman J. Reducing In Blood Cholesterol Levels. Recommendation From The National Cholesterol Education Program. J Nut. Ed. 1988. 20 (1). 23-29
51. Scott M. Grundy. Alteraciones de los lípidos Vol. 1. 1990. Msd